

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

**DIN V 18599-4 STANDARDI ESAS ALINARAK
MATLAB GUI AYDINLATMA TASARIMI VE
ÖRNEK BİNADA UYGULANMASI**

AHMED SAİD AKARDAŞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ELEKTRİK TESİSLERİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. MUĞDEŞEM TANRIÖVEN**

İSTANBUL, 2013

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DIN V 18599-4 STANDARDI ESAS ALINARAK MATLAB GUI
AYDINLATMA TASARIMI VE ÖRNEK BİNADA UYGULANMASI

Ahmed Said Akardaş tarafından hazırlanan tez çalışması 22.07.2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Muğdeşem TANRIÖVEN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Muğdeşem TANRIÖVEN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Yard. Doç. Dr. Adem ÜNAL
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Kayhan GÜLEZ
Yıldız Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

Lisans eğitimimi tamamladıktan hemen sonra yüksek lisans eğitimime Yıldız Teknik Üniversitesi'nde başladım. Geride kalan üç yıla baktığım zaman görüyorum ki lisans eğitimimde aldığımın çok daha fazlasını sadece sekiz ders ve bir tez çalışması neticesinde almışım. Lisans eğitimi, öğrenciyi her konuda fikir sahibi edebiliyor, ancak yüksek lisans eğitiminde, öğrenci bir alanda uzmanlaşarak daha derinlemesine araştırmalar yapabiliyor. Bir konuda çok şey bilmek, her konudan az şey bilmekten muhakkak ki daha iyidir. Yüksek lisans sonucu alınan eğitimin iş hayatında da oldukça fayda gösterdiğine inanıyorum.

Böyle güncel bir konuda çalışmama olanak sağlayan ve çalışmalarımında desteğini hiç esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Muğdeşem TANRIÖVEN'e, iş hayatıma enerji sektöründe başlamama belki de farkında olmayarak sebep olan değerli hocam Mehmet UZUNOĞLU'na teşekkürü bir borç bilirim.

Hiç bir zaman desteğini benden esirgemeyen ve hep yanımda olan sevgili eşim Aylin AKARDAŞ'a, maddi ve manevi hep arkamda olan babam Recep AKARDAŞ'a, desteklerini benden esirgemeyen annelerim Gülsüm AKARDAŞ ve Akşen GÜLCENBAY'a, sevgili kayınpederim Mehmetemin GÜLCENBAY'a, kardeşlerim Abdullah AKARDAŞ ve Mustafa AKARDAŞ'a, kişisel gelişimim de önemli bir yer tutan Sayın Şevket İNAN'a sonsuz teşekkürler. Bu aşamaya gelmemde hatırı sayılır emekleri olan herkese teşekkür ederim.

Kariyerimdeki en önemli adımlardan birini atıyor, yüksek lisansımı bu tez ile bitiriyorum. Çalışmalarımındaki desteklerinden ötürü danışman hocam sayın Prof. Dr. Muğdeşem TANRIÖVEN'e tekrar teşekkür ederim.

Haziran, 2013

Ahmed Said AKARDAŞ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	vii
KISALTMA LİSTESİ	ix
ŞEKİL LİSTESİ	x
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiv
ÖZET.....	xvi
ABSTRACT	xviii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti.....	1
1.2 Tezin Amacı	1
1.3 Hipotez.....	2
BÖLÜM 2	
ALGORİTMA	3
2.1 Elektriksel Değerlendirme Gücünün (p_j) Hesaplanması	4
2.1.1 Çizelge Metodu	5
2.1.2 Mevcut Binalarda Elektrik Değerlendirme Gücünün Belirlenmesi	8
2.2 Kullanıma Bağlı Faktörün ($F_{Pra, j}$) Hesaplanması.....	8
2.3 Güneş ışığı Bağımlılık Faktörünün ($F_{TL, j}$) Hesaplanması.....	8
2.3.1 Güneş ışığı Sağlama Faktörünün ($C_{TL, Vers, j}$) Hesaplanması	9
2.3.1.1 Düşey Cepheler İçin Güneş ışığı Sağlama Faktörünün Hesaplanması.....	9
2.3.1.2 Çatı Penceresi Olan Mekanların Güneş ışığı Sağlama Faktörünün Hesaplanması.....	17
2.3.2 Güneş ışığına Duyarlı Aydınlatma Kontrol Sistemi Çarpanının Belirlenmesi	23
2.4 Aylık Değerlendirme Metodu	24
BÖLÜM 3	
MATLAB PROGRAMLAMA.....	25

3.1 GUI Aracı Kullanılarak Arayüz Oluşturulması	26
3.1.1 Push Button Uygulaması.....	27
3.1.2 Edit Text Uygulaması.....	27
3.1.3 Static Text Uygulaması	27
3.1.4 Pop-up Menu Uygulaması.....	28
3.2 M-File Programlama İle GUI Tasarımı Oluşturma.....	28
3.3 Aydınlatma İçin İhtiyaç Duyulan Enerjiyi Hesaplama Programının Arayüzü.....	28
3.4 Programın M-File Editör Dosyası.....	39
BÖLÜM 4	
DUYARLILIK ANALİZİ	41
4.1 Çatı Penceresi Olmayan Mekan.....	41
4.2 Kubbe veya Devamlı Çatı Penceresine Sahip Mekan.....	52
4.3 Sundurma Çatı Penceresine Sahip Mekan	54
BÖLÜM 5	
ÖRNEK ÇALIŞMA VE SİMÜLASYON SONUÇLARI.....	56
5.1 Örnek Bina Bilgileri.....	58
5.1.1 Bodrum Zonlarının Alanlara Ayrıştırılması ve Günışığı Alanları	59
5.1.2 ZK Zonunun Alanlara Ayrıştırılması ve Günışığı Alanları.....	61
5.1.2.1 ZK_1 Değerlendirme Alanının Günışığı Alanları.....	63
5.1.2.2 ZK_2 Değerlendirme Alanının Günışığı Alanları.....	64
5.1.2.3 ZK_hol Değerlendirme Alanının Günışığı Alanları.....	66
5.1.2.4 ZK Zonu Tuvalet Değerlendirme Alanlarının Günışığı Alanları...66	
5.1.2.5 ZK_merdiven Değerlendirme Alanının Günışığı Alanı.....	67
5.1.3 Normal Kat Zonlarının Alanlara Ayrıştırılması ve Günışığı Alanları.....	67
5.1.3.1 NK1_1, NK2_1 ve NK3_1 Değerlendirme Alanlarının Günışığı Alanları.....	70
5.1.3.2 NK1_2, NK2_2 ve NK3_2 Değerlendirme Alanlarının Günışığı Alanları	72
5.1.3.3 Normal Katlardaki Hol Değerlendirme Alanlarının Günışığı Alanları.....	73
5.1.3.4 Normal Katlardaki Tuvalet Değerlendirme Alanlarının Günışığı Alanları.....	74
5.1.3.5 Normal Katlardaki Merdiven Değerlendirme Alanlarının Günışığı Alanı	74
5.1.4 Çatı Zonunun Alanlara Ayrıştırılması ve Günışığı Alanları	76
5.1.4.1 Çati_1 Değerlendirme Alanının Günışığı Alanı.....	77
5.1.4.2 Çati_merdiven Değerlendirme Alanının Günışığı Alanı.....	80
5.2 Simülasyon Sonuçları.....	86
5.2.1 B2 Zonunun Simülasyon Sonuçları.....	86
5.2.2 B1 Zonunun Simülasyon Sonuçları.....	87
5.2.3 ZK Zonunun Simülasyon Sonuçları	88
5.2.4 NK1, NK2 ve NK3 Zonlarının Simülasyon Sonuçları.....	89
5.2.5 Çatı Zonunun Simülasyon Sonuçları.....	91

BÖLÜM 6

FOTOVOLTAİK TASARIMI.....	93
6.1 Fotovoltaik Sistem Tasarımı ve Şebekeye Bağlantısı.....	94
6.1.1 Sistem Tasarımında İzlenecek Yol.....	94
6.1.2 Solar Sistemlerin Boyutlandırılması	94
6.1.3 Fotovoltaik Sistem Çeşitleri	96
6.1.3.1 Şebekeden Ayrık (Off-Grid) Sistemler	96
6.1.3.2 Şebekeden Ayrık (Off-Grid) Akü Yedeklemeli Sistemler.....	97
6.1.3.3 Şebekeye Bağlı (On-Grid) Sistemler.....	97
6.1.3.4 Şebekeye Bağlı (On-grid) Akü Yedeklemeli Sistemler	99
6.1.4 Solar Sistem Bileşenleri	100
6.1.4.1 Fotovoltaik Modüller.....	100
6.1.4.2 Taşıyıcı Yapılar	102
6.1.4.3 Inverterler	104
6.2 Örnek Fotovoltaik Sistem Tasarımı Ve Maliyet Analizi	104

BÖLÜM 7

SONUÇ VE ÖNERİLER	111
KAYNAKLAR.....	113
EK - A	
DIALUX İLE GÜNEŞİĞİ ALANLARI	114
A-1 Dialux Programına Göre ZK Zonunun Güneşliği Alanları	114
A-2 Dialux Programına Göre Normal Kat Zonlarının Güneşliği Alanları	122
EK - B	
MATLAB GUI ARAYÜZÜ KULLANIMI.....	129
EK - C	
PROGRAMLAMA DOSYALARI	143
ÖZGEÇMİŞ.....	144

SİMGE LİSTESİ

τ	Işık Geçirgenliği
ϕ	Işık akısı, lm
η	Verimlilik
a	derinlik (uzunluk), m
A	alan, m ²
b	genişlik, m
bf	doluluk çarpanı
D	günüşiği çarpanı, %
\bar{E}_m	istenen aydınlık düzeyi, lx
f, F	çarpanlar
h	yükseklik, m
k	oda indeksi
k	düzeltilme çarpanı
J	değerlendirme alanı numarası
N	zon numarası
p	birim alana düşen güç, W/m ²
P	güç, W
t	süre, saat
v	dağılım çarpanı
WF	bakım çarpanı
w_i	çatı penceresi sahanlık indeksi
T_{Tag}	yıllık gündüz kullanım saatleri
t_{Nacht}	yıllık gece kullanım saatleri
h_{Ne}	çalışma düzleminin yüksekliği
h_{St}	lentonun yerden yüksekliği
C_A	yokluk faktörü
$C_{\text{Pra, kon, j}}$	aydınlatma kontrolüne bağlı faktör
$C_{\text{TL, Vers, j}}$	günüşiği sağlama faktörü
$C_{\text{TL, kon, j}}$	günüşiğine duyarlı aydınlatma kontrol sistemi faktörü
k_2	camın kirlilik çarpanı
$Q_{1,b}$	aydınlatma için gereken enerji
$Q_{1,f}$	aydınlatma için kullanılan enerji
F_{TL}	günüşiği bağımlılık faktörü
$F_{\text{Pra, j}}$	kullanıma bağlı faktör
p_j	“j” alanının elektriksel değerlendirme gücü
$p_{j,lx}$	“j” alanının spesifik elektriksel değerlendirme gücü
$P_{j,lst}$	“j” alanındaki mevcut aydınlatma sisteminin kurulu gücü

k_A	görsel görev tarafından işgal edilen alanı hesaplamak için azaltma faktörü
k_L	lambanın türünü dikkate alan düzeltme faktörü
k_R	boşluk türünü hesaba katan düzeltme faktörü
A_j	“j” alanının zemin alanı
$A_{TL,j}$	“j” alanının günışığı ile aydınlanan alanı
$A_{KTL,j}$	“j” alanının günışığı ile aydınlanmayan alanı
$A_{Rb,j}$	“j” alanındaki pencere açıklığının alanı
$t_{eff,Tag,TL,j}$	gündüz süresince, günışığıyla aydınlanan ”j” alanındaki aydınlatma sisteminin etkili çalışma süresi
$t_{eff,Tag,KTL,j}$	gündüz süresince, günışığıyla aydınlanmayan ”j” alanındaki aydınlatma sisteminin etkili çalışma süresi
$t_{eff,Nacht,j}$	gece süresince, ”j” alanındaki aydınlatma sisteminin etkili çalışma süresi
$C_{TL, Vers,SNA,j}$	güneşten veya kamaşmadan koruma sistemi aktif olmadığı zamanlarda j değerlendirme alanın günışığı sağlama faktörü
$C_{TL, Vers,SA,j}$	güneşten veya kamaşmadan koruma sistemi aktif olduğu zamanlarda j değerlendirme alanın günışığı sağlama faktörü
$t_{rel,TL,SNA,j}$	güneşten veya kamaşmadan koruma sisteminin aktif olmadığı zaman dilimindeki toplam çalışma süresi çarpanı
$t_{rel,TL,SA,j}$	güneşten veya kamaşmadan koruma sisteminin aktif olduğu zaman dilimindeki toplam çalışma süresi çarpanı
$I_{Tr,j}$	geçirgenlik indisi
$I_{Rt,j}$	oda derinliği indisi
$I_{V,j}$	engel indisi
$I_{V,IV}$	karşı bina engel için düzeltme faktörü
$I_{V,hA}$	yatay saçak için düzeltme faktörü
$I_{V,vA}$	düşey gölgeleme elemanı için düzeltme faktörü
$I_{V,ln,At}$	avlu veya atriyum için düzeltme faktörü
$I_{V,GDF}$	camlı çift cidarlı cephe için düzeltme faktörü
w_i	iç avlu ve atriyumun geometrisini hesaplamada kullanılan derinlik indisi
$a_{ln,At}$	iç avlu veya atriyumun derinliği
$b_{ln,At}$	iç avlu veya atriyumun genişliği
$h_{ln,At}$	değerlendirilen katın zemininden ölçülen iç avlu ve atriyumun yüksekliği
τ_{D65}	camın ışık geçirgenliği
k_1	pencere doğrama çarpanı
k_2	cam kirlilik faktörü
k_3	dik gelmeyen ışık düzeltme faktörü
D_a	dış günışığı çarpanı
η_r	kullanma çarpanı
V_{Monat}	F_{TL} faktörünün aylık değerini bulmak için aylık dağılım çarpanı
w_{win}	pencere genişliği
h_{win}	pencere yüksekliği
\dot{I}_G	inverter gücü
\dot{I}_K	inverter kaybı
H_d	günlük güneşlenme süresi
P_{PV}	gerekli PV sistem kurulu gücü
Y_K	yüzde kayıp
β	panellerin yerleştirilirken yatay zemin ile yapacağı eğim açısı
δ	deklınasyon açısı
ϕ	sistemin kurulacağı mekanın enlem açısı

KISALTMA LİSTESİ

- AB Avrupa Birliği
DIN Deutsches Institut für Normung (Alman Standartlar Enstitüsü)
GUI Graphical User Interface (Grafiksel Kullanıcı Arayüzü)
GEPA Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası
PV Fotovoltaik
GSM Global System for Mobile Communications (Küresel Mobil İletişim Sistemleri)
MPPT Maximum Power Point Tracking (Maksimum Güç Noktası Takipçisi)
DGS Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie (Alman Güneş Enerjisi Topluluğu)

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1	Aydınlatma için ihtiyaç duyulan enerjinin hesaplanmasını gösteren akış şeması..... 3
Şekil 2.2	h'_R değerinin saptanması5
Şekil 2.3	Güneş ışığı alan (A_{TL}) ve güneş ışığı almayan (A_{KTL}) alanlarının gösterimi.....8
Şekil 2.4	Doğrusal engel açısının belirlenmesi.....12
Şekil 2.5	Saçak engeli açısının belirlenmesi.....12
Şekil 2.6	Pencereye dik engelin açısının belirlenmesi.....13
Şekil 2.7	İç avlu veya atriyum geometrisi13
Şekil 2.8	Kubbe veya devamlı çatı pencereci mekanların geometrik gösterimi19
Şekil 2.9	Sundurma çatı pencereci mekanların geometrik gösterimi20
Şekil 3.1	Örnek bir Matlab GUI arayüzü.....25
Şekil 3.2	GUIDE tasarım ekranı26
Şekil 3.3	Program arayüzünün oluşturulmadan önceki hali30
Şekil 3.4	Program arayüzünün çalıştırdıktan sonraki ilk hali.....31
Şekil 3.5	Bina durumu olarak mevcut bina seçildiği takdirde mevcut armatürlerin toplam gücünün istendiğinin gösterimi..... 32
Şekil 3.6	Çatı penceresi olan mekanın enerji ihtiyacının hesaplanması33
Şekil 3.7	Çatı penceresi olmayan mekanın enerji ihtiyacının hesaplanması34
Şekil 3.8	Kubbe çatı pencereci mekanın hesaplanmasında arayüz gösterimi37
Şekil 3.9	Sundurma çatı pencereci mekanın hesaplanmasında arayüz gösterimi.....38
Şekil 4.1	Referans değerler baz alınarak kullanım tiplerine göre 'Q' enerji ihtiyacını gösteren grafik44
Şekil 4.2	Referans değerler baz alınarak cephe yönlerine göre 'Q' enerji ihtiyacını gösteren grafik45
Şekil 4.3	Cam tiplerine göre 'Q' enerji ihtiyacı değişimini gösteren grafik.....45
Şekil 4.4	Doğrusal engel olduğunda açısına göre 'Q' enerji ihtiyacını gösteren grafik.....46
Şekil 4.5	Çıkıntı engeli olduğunda açısına göre 'Q' enerji ihtiyacını gösteren grafik.....47
Şekil 4.6	Yan kanat engeli olduğunda açısına göre 'Q' enerji ihtiyacını gösteren grafik.....47
Şekil 4.7	Lamba tiplerine göre 'Q' enerji ihtiyacı değişimini gösteren grafik49
Şekil 4.8	Balast tiplerine göre 'Q' enerji ihtiyacı değişimini gösteren grafik49
Şekil 4.9	Cephe bileşeni türlerine göre 'Q' enerji ihtiyacı değişimini gösteren grafik.....50
Şekil 4.10	Jaluzi tiplerine göre 'Q' enerji ihtiyacı değişimini gösteren grafik.....51
Şekil 4.11	Çatı eğim açılarına göre güneş ışığı çarpanının değişimini gösteren grafik54

Şekil 5.1	Simülasyonun uygulandığı plaza.....	57
Şekil 5.2	Kat yüksekliklerinin görülebilmesi için B-B kesiti	59
Şekil 5.3	B2 zonunun değerlendirme alanlarına ayrılmış hali	60
Şekil 5.4	B1 zonunun değerlendirme alanlarına ayrılmış hali	61
Şekil 5.5	ZK zonunun değerlendirme alanlarına ayrılmış hali.....	62
Şekil 5.6	ZK_1 alanının genişliği alan ve almayan bölümleri.....	64
Şekil 5.7	ZK_2 alanının genişliği alan ve almayan bölümleri.....	65
Şekil 5.8	ZK_tuvalet alanlarının genişliği alan ve almayan bölümleri.....	66
Şekil 5.9	ZK_merdiven alanının genişliği alan ve almayan bölümleri.....	67
Şekil 5.10	NK1 zonunun değerlendirme alanlarına ayrılmış hali	68
Şekil 5.11	NK2 zonunun değerlendirme alanlarına ayrılmış hali	69
Şekil 5.12	NK3 zonunun değerlendirme alanlarına ayrılmış hali	70
Şekil 5.13	NK1_1 alanının genişliği alanı	72
Şekil 5.14	NK1_2 alanının genişliği alan ve almayan bölümleri	73
Şekil 5.15	NK1_tuvalet alanının genişliği alan ve almayan bölümleri	74
Şekil 5.16	NK1_merdiven alanının genişliği alan ve almayan bölümleri	75
Şekil 5.17	Çatı zonunun değerlendirme alanlarına ayrılmış hali	77
Şekil 5.18	cati_1 alanının genişliği alan ve almayan bölümleri	80
Şekil 5.19	cati_merdiven alanının genişliği alan ve almayan bölümleri	81
Şekil 6.1	Şebekeden ayrık sistemler	97
Şekil 6.2	Şebekeden ayrık akü yedeklemeli sistemler	97
Şekil 6.3	Şebekeye bağlı sistemler.....	98
Şekil 6.4	Şebekeye bağlı sistem tasarımı.....	99
Şekil 6.5	Şebekeye bağlı akü yedeklemeli sistemler	99
Şekil 6.6	Seri bağlantı gösterimi.....	101
Şekil 6.7	Paralel bağlantı gösterimi	101
Şekil 6.8	Seri ve paralel bağlantının birlikte yapılması	101
Şekil 6.9	Seri bağlı farklı modüllerdeki güç düşümü	102
Şekil 6.10	Paralel bağlı farklı modüllerdeki güç düşümü.....	102
Şekil 6.11	Sabit eksenli taşıyıcı yapılar	103
Şekil 6.12	Çift eksenli izleyici konstrüksiyonlar	103
Şekil 6.13	Pv panel grubuna entegre edilmiş inverter	104
Şekil 6.14	Panellerin yerleşimini gösteren örnek bir çizim	107
Şekil A.1	ZK_1 alanının Dialux programında tasarlanmış hali.....	115
Şekil A.2	ZK_1 alanının yanlış renkler gösterimi	115
Şekil A.3	ZK_1 alanının istenen aydınlık düzeyi değerleri.....	116
Şekil A.4	ZK_2 alanının Dialux programında tasarlanmış hali.....	117
Şekil A.5	ZK_2 alanının yanlış renkler gösterimi	117
Şekil A.6	ZK_2 alanının istenen aydınlık düzeyi değerleri.....	118
Şekil A.7	ZK zonu tuvalet alanlarının Dialux programında tasarlanmış hali.....	119
Şekil A.8	ZK zonu tuvalet alanlarının yanlış renkler gösterimi	119
Şekil A.9	ZK zonu tuvalet alanlarının istenen aydınlık düzeyi değerleri.....	119
Şekil A.10	ZK_merdiven alanının Dialux programında tasarlanmış hali	120
Şekil A.11	ZK_merdiven alanının yanlış renkler gösterimi	121
Şekil A.12	ZK_merdiven alanının istenen aydınlık düzeyi değerleri.....	121
Şekil A.13	NK1_1 alanının Dialux programında tasarlanmış hali	122
Şekil A.14	NK1_1 alanının yanlış renkler gösterimi.....	123
Şekil A.15	NK1_1 alanının istenen aydınlık düzeyi değerleri	123
Şekil A.16	NK1_2 alanının Dialux programında tasarlanmış hali	124

Şekil A.17	NK1_2 alanının yanlış renkler gösterimi.....	125
Şekil A.18	NK1_2 alanının istenen aydınlık düzeyi değerleri	125
Şekil A.19	Normal katlardaki tuvalet alanlarının Dialux programında tasarlanmış hali	126
Şekil A.20	Normal katlardaki tuvalet alanlarının yanlış renkler gösterimi	126
Şekil A.21	Normal katlardaki tuvalet alanlarının istenen aydınlık düzeyi değerleri....	127
Şekil A.22	NK1_merdiven alanının Dialux programında tasarlanmış hali	127
Şekil A.23	NK1_merdiven alanının yanlış renkler gösterimi.....	128
Şekil A.24	NK1_merdiven alanının istenen aydınlık düzeyi değerleri	128
Şekil B.1	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B2_1 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz	129
Şekil B.2	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B2_2 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz	130
Şekil B.3	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B2_3 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz	130
Şekil B.4	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B2_4 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz	131
Şekil B.5	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B2_5 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz	131
Şekil B.6	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B2_hol alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz	132
Şekil B.7	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B2_merdiven alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz	132
Şekil B.8	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B1_1 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz	133
Şekil B.9	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B1_2 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz	133
Şekil B.10	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B1_3 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz	134
Şekil B.11	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B1_4 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz	134
Şekil B.12	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B1_5 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz	135
Şekil B.13	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B1_hol alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz	135
Şekil B.14	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B1_merdiven alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz	136
Şekil B.15	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak ZK_1 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz	136
Şekil B.16	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak ZK_2 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz	137
Şekil B.17	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak ZK_tuvaletler alanlarının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz.....	137
Şekil B.18	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak ZK_hol alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz	138
Şekil B.19	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak ZK_merdiven alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz	138

Şekil B.20	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak NK1_1, NK2_1, NK3_1 alanlarının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz.....	139
Şekil B.21	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak NK1_2, NK2_2, NK3_2 alanlarının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz.....	139
Şekil B.22	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak normal katlardaki tuvalet alanlarının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz.....	140
Şekil B.23	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak normal katlardaki hol alanlarının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz.....	140
Şekil B.24	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak NK1, NK2 ve NK3 merdiven alanlarının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz.....	141
Şekil B.25	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak cati_1 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz.....	141
Şekil B.26	Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak cati_merdiven alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz.....	142

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1	Spesifik elektriksel değerlendirme gücü ($p_{j,lx}$).....6
Çizelge 2.2	Lambanın türünü dikkate alan düzeltme faktörü k_L6
Çizelge 2.3	Boşluk türünü hesaba katan düzeltme faktörü k_R6
Çizelge 2.4	Kullanım tiplerine göre çalışma süreleri ve diğer bilgiler7
Çizelge 2.5	Kullanıma bağlı faktörün hesaplanabilmesi için $C_{Pra, kon, j}$ faktörü8
Çizelge 2.6	Cephe yönlerine göre $t_{rel,TL,SNA, j}$ ve $t_{rel,TL,SA, j}$ çarpanları10
Çizelge 2.7	Güneş ışığı faktörü D_j ' ye göre güneş ışığı sınıflandırması.....10
Çizelge 2.8	Farklı cam türlerine ait ışık geçirgenliği.....14
Çizelge 2.9	Eşitlik (2.25)' de kullanılacak olan a_1 ve a_2 parametreleri.....15
Çizelge 2.10	Eşitlik (2.25)' de kullanılacak olan a_3 parametresi.....15
Çizelge 2.11	Cephe bileşenlerinin çeşitli türleri için v_{SA} faktörü değerleri16
Çizelge 2.12	Cephe bileşenlerinin çeşitli türleri için $\tau_{eff, SA}$ faktörünün karakteristik değerleri16
Çizelge 2.13	Çatı pencereci mekanlarda güneş ışığı sınıflandırması.....17
Çizelge 2.14	Dış güneş ışığı faktörü.....18
Çizelge 2.15	Çatı pencereci mekanlar için malzeme cinsine göre camın ışık geçirgenliği18
Çizelge 2.16	Kubbe veya devamlı çatı pencereleri için kullanma faktörü21
Çizelge 2.17	Sundurma çatı pencereleri için kullanma faktörü22
Çizelge 2.18	Çatı pencereleri için güneş ışığı sağlama faktörü ($C_{TL, Vers, j}$)23
Çizelge 2.19	Güneş ışığına duyarlı aydınlatma kontrol sistemi çarpanı $C_{TL, kon, j}$23
Çizelge 2.20	Düşey cepheler için dağılım çarpanı V_{Monat}24
Çizelge 2.21	Çatı penceresine sahip mekanlar için dağılım çarpanı V_{Monat}24
Çizelge 4.1	Çatı penceresi olmayan mekanlar için duyarlılık analizi çalışmasında alınacak referans değerler42
Çizelge 4.2	Referans değerlerinden mekanın cinsi değiştirildiği takdirde elde edilen net sonuçlar43
Çizelge 4.3	Referans değerlerinden lamba tipi değiştirildiği takdirde elde edilen net sonuçlar48
Çizelge 4.4	Kubbe veya devamlı çatı penceresine sahip mekanlar için duyarlılık analizi çalışmasında alınacak referans değerler52
Çizelge 4.5	Sundurma çatı penceresine sahip mekanlar için referans değerler55
Çizelge 5.1	Zonların Nitelikleri58
Çizelge 5.2	Aydınlatma için gerekli enerji miktarının hesaplanmasında kullanmak üzere değerlendirme alanlarının nitelikleri82
Çizelge 5.3	Çatı zonu aydınlatması için gerekli enerji miktarının hesaplanmasında kullanmak üzere cati_1 değerlendirme alanının nitelikleri.....85

Çizelge 5.4	B2 zonu için aylık ve yıllık aydınlatma enerji ihtiyaçları.....	86
Çizelge 5.5	B1 zonu için aylık ve yıllık aydınlatma enerji ihtiyaçları.....	87
Çizelge 5.6	ZK zonu için aylık ve yıllık aydınlatma enerji ihtiyaçları	88
Çizelge 5.7	NK1 zonu için aylık ve yıllık aydınlatma enerji ihtiyaçları.....	89
Çizelge 5.8	NK2 zonu için aylık ve yıllık aydınlatma enerji ihtiyaçları.....	90
Çizelge 5.9	NK3 zonu için aylık ve yıllık aydınlatma enerji ihtiyaçları.....	90
Çizelge 5.10	Çatı zonu için aylık ve yıllık aydınlatma enerji ihtiyaçları.....	91
Çizelge 5.11	Tüm zonlar için toplam aylık ve yıllık aydınlatma enerji ihtiyaçları.....	92
Çizelge 6.1	Fotovoltaik sistem için yatırım maliyetini gösteren çizelge	108
Çizelge 6.2	Fotovoltaik sistem kurulmadığı taktirde yıllık ödenecek bedeller.....	109
Çizelge 6.3	Fotovoltaik sistemin tahmini aylık ve yıllık üretimi.....	109

DIN V 18599-4 STANDARDI ESAS ALINARAK MATLAB GUI AYDINLATMA TASARIMI VE ÖRNEK BİNADA UYGULANMASI

Ahmed Said AKARDAŞ

Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Muğdeşem Tanrıöven

Dünya genelinde artan nüfus ve teknolojinin hızlı gelişimi neticesinde ortaya çıkan enerji kaynaklarının yetersizliği insanoğlunu elindeki kaynakları verimli kullanmaya itmektedir. Bu noktadan hareketle merkezi Berlin’ de olan uluslararası standartlama kurumlarından DIN, yani Alman Standartlar Enstitüsü, DIN V 18599 Binalarda Enerji Verimliliği adı altında bir standart yayınlamıştır. Bu tez çalışmasının ana iskeletini ilgili standart oluşturmaktadır.

Hazırlanan çalışma toplam yedi bölüm içermektedir. Birinci bölümde DIN V 18599 standardı hakkında biraz bilgi verilerek çalışmada işlenen konular üzerine kısa bir giriş yapılmıştır.

İkinci bölümde söz konusu standart esas alınarak formül algoritmaları belli bir düzen içerisinde sunulmuştur.

Üçüncü bölümde çalışmanın ana kaynağı olan standarta bağlı kalınarak Matlab tabanında hazırlanan GUI uygulamasının arayüzü ve programlaması hakkında bilgiler verilmiştir. Bölüm içerisinde ekran görüntüleri paylaşarak programın kullanımı da anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde Matlab GUI uygulaması olarak hazırlanan programın duyarlılık analizi araştırılmıştır. Hangi parametrenin net sonucu ne oranda etkilediği araştırılarak elde edilen sonuçlar grafikler ile desteklenerek paylaşılmıştır.

Beşinci bölümde hazırlanan GUI uygulaması yardımıyla gerçek bir yapı üzerinde çalışma yapılmıştır. İstanbul Ataşehir’de bulunan plazanın tamamının aydınlatılmasında gereken yıllık enerji miktarı GUI uygulaması kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar paylaşılmıştır.

Altıncı bölümde örnek bina için elde edilen sonuçlar esas alınarak tüm enerji ihtiyacının bir fotovoltaik sistem ile karşılanması düşünülmüş ve buna göre bir sistem tasarımı yapılmıştır. Sistemin maliyet analizi ve fizibilitesi de konu içerisinde işlenmiştir. Yedince bölümde de elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bina enerji performansı, BEP–TR, aydınlatma enerji performansı, matlab GUI uygulaması, enerji verimliliği formül algoritması, DIN V 18599 formülleri, fotovoltaik sistem fizibilitesi

**DIN V 18599-4 STANDARD BASED
MATLAB GUI ILLUMINATION DESIGN
AND ITS APPLICATION TO A SAMPLE BUILDING**

Ahmed Said AKARDAŞ

Department of Electrical Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Prof. Dr. Muğdeşem Tanrıöven

The deficiency of energy resources which is a result of the increase in World population and the rapid development of technology impels the human being to use the available resources in an efficient way. From this point, Berlin-based DIN, one of the international standardization organizations, in an other words, German Standards Institute, issued a standard with the name DIN V 18599 Energy Efficiency in Buildings. This standard constitutes the main frame of this thesis.

The study includes a total of seven chapters. In the first chapter, some information was provided on DIN V 18599 and the topics covered in the study were explained briefly.

In the second chapter, the formula algorithms were presented in a certain order based on the Standard.

In the third chapter, information was given about the interface and the programming of Matlab based GUI application which was prepared according to the Standard, the main source of the study. The usage of the program was also described by providing screenshots throughout the chapter.

In the fourth chapter, the sensitivity analysis of the Matlab based GUI application was analyzed. To what extent any given parameter affects the net result was analyzed and the outcome was shared and supported by graphs.

In the fifth chapter, a study was conducted on an actual structure with the help of GUI application. The annual amount of energy required to light the entire plaza located in Istanbul Atasehir was calculated by using GUI application and the results were shared.

In the sixth chapter, a photovoltaic system was designed which compensates the entire energy required, based on the results from the sample structure in the previous chapter. Cost analysis and feasibility of the system also was included in the topic. In the seventh chapter, the results were evaluated.

Keywords: Building energy performance, BEP-TR, illuminating energy performance, Matlab GUI application, energy efficiency formula algorithm, DIN V 18599 formulas, photovoltaic system feasibility

1.1 Literatür Özeti

Binalarda enerji kimliği son yıllarda Türkiye' nin gündemine giren ve devlet tarafından da oldukça desteklenen bir konudur. 2008 yılında yapılmış bir araştırmaya göre Türkiye'de aydınlatmanın toplam elektrik tüketimi içerisinde payı yaklaşık %23 olarak hesaplanmıştır [1]. Dünyada da gündem olan enerji verimliliği konusu uluslararası standart enstitülerinde de görüşülerek bu bağlamda bazı standartlar yayınlanmıştır. Artan enerji tüketimi devletleri bazı önlemler almaya itmiş ve bu standartlar rehber olarak kabul edilmiştir. Kabul edilen standartların kullanılabilir bilgisayar programlarında tasarlanması da çağın getirdiği gerekliliklerden olmuştur.

2006 yılında AB tarafından En 15193 Binalarda Enerji Performansı – Aydınlatma Enerji Gereksinimleri standardı yayınlanmıştır. Ardından Alman Standartları Enstitüsü DIN, Binalarda Enerji Verimliliği adıyla bir standart yayınlamıştır. Bu standartta hesaplanmak istenen alanın yararlandığı gün ışığı miktarı, mekandaki aydınlatma sistemleri, kontrol sistemleri, mekanın coğrafi konumu gibi çeşitli değişkenler göz önüne alınarak ilgili alanın aydınlatma enerjisi ihtiyacı değeri hesaplanmaktadır [2].

1.2 Tezin Amacı

Binalarda gün ışığının verimli kullanımı enerji tasarrufunda önemli yer tutar. Buna bağlı olarak yayınlanan standartların rehber edinilmesi enerji tasarrufunda oldukça fayda sağlayacaktır. Gelişen teknoloji neticesinde gün ışığının da azami kullanımını sağlamak için çeşitli yeni aydınlatma teknikleri bulunmuştur. Bunlardan olan ışık rafları ve ışık tüpleri gibi çağdaş aydınlatma sistemleri bu çalışmada göz önünde bulundurulmamıştır.

Kurulu aydınlatma sistemlerinin tüketimini minimumda tutmak için dört adet kontrol sistemi vardır [3]. Bunlardan manuel ve dimmer kontrol sistemleri göz önüne alınmıştır.

1.3 Hipotez

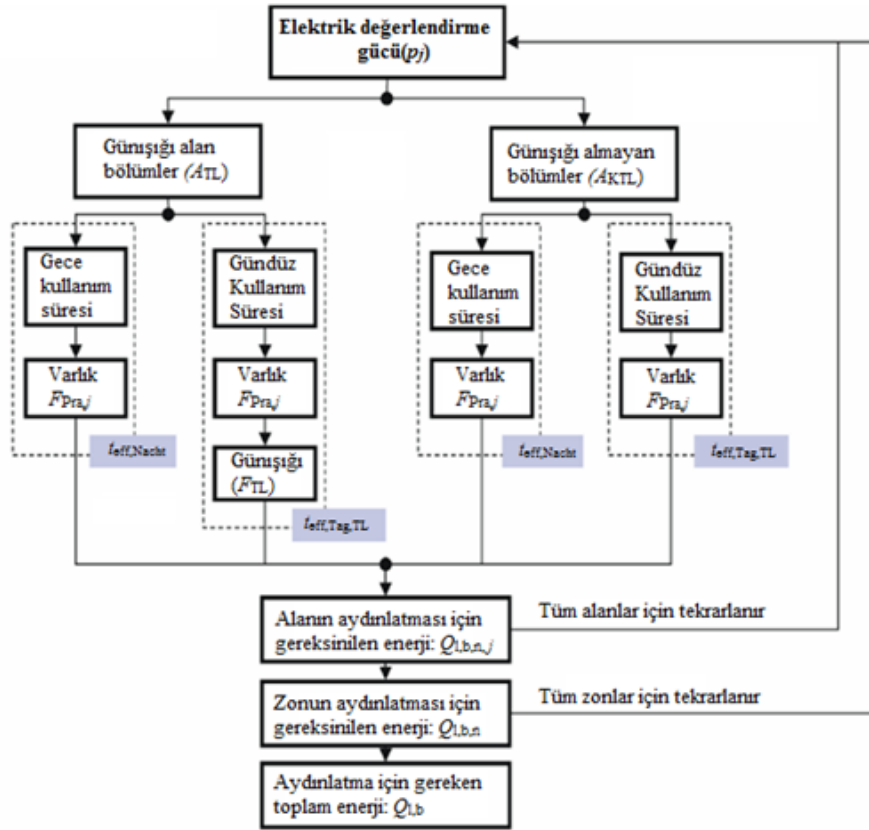
Binaların tasarımı aşamasında bilgisayar programlarının kullanımı çok yaygın olmakla birlikte gün geçtikçe çağın getirdiği bir zorunluluk olmaktadır. Dialux gibi simülasyon programları ile kullanıcılar aydınlatma sistemlerini binaları için uygulayarak mantıksal sonuçlar elde edebilmektedirler. Aynı şekilde enerji verimliliği çalışmaları sayesinde her gün yeni programlar türetilmektedir. Bilgisayarların hızlı ve gelişmiş hesaplama kapasitesi ile binaların enerji tüketimini en azda tutmak mümkündür [4]. Bu çalışmada da Matlab programında GUI uygulaması olarak DIN V 18599-4 standardı esas alınarak bir program hazırlanmış ve örnek bir bina üzerinde sonuçlar elde edilmiştir. Aynı zamanda gün ışığı alanlarını saptayabilmek için Dialux programında her bir zon ve alanın simülasyonları gerçekleştirilmiştir. Program binanın yıllık aydınlatma enerji tüketimini de tahmin edebilmektedir.

BÖLÜM 2

ALGORİTMA

Bir binanın aydınlatması için gerek duyduğu enerjisinin bulunması için ilk iş olarak bina bölgelerinin önce zonlara ayrılması gerekmektedir. Daha sonra her bir zon kendi içinde alanlara ayrıştırılmalıdır. “n” tane bina zonunu “j” tane değerlendirme alanına bölmek aydınlatma için kullanılan enerjiyi saptamak için gereklidir.

Şekil 2.1’ de aydınlatma için gereksinilen enerjinin bulunması ile ilgili akış şeması verilmiştir.



Şekil 2.1 Aydınlatma için ihtiyaç duyulan enerjinin hesaplanmasını gösteren akış şeması

Herhangi bir “n” zonundaki “j” alanının aydınlatma için gerek duyduğu enerji $Q_{1,b}$ aşağıdaki formül ile bulunur:

$$Q_{1,b,n,j} = p_j \times [A_{TL,j} \times (t_{\text{eff,Tag,TL},j} + t_{\text{eff,Nacht},j}) + A_{KTL,j} \times (t_{\text{eff,Tag,KTL},j} + t_{\text{eff,Nacht},j})] \quad (2.1)$$

Bu formülasyondaki bilinmeyenlerden bazılarının formülleri de şu şekildedir:

$$t_{\text{eff,Tag,TL},j} = t_{\text{Tag},n} \times F_{TL,j} \times F_{Pra,j} \quad (2.2)$$

$$t_{\text{eff,Tag,KTL},j} = t_{\text{Tag},n} \times F_{Pra,j} \quad (2.3)$$

$$t_{\text{eff,Nacht},j} = t_{\text{Nacht},n} \times F_{Pra,j} \quad (2.4)$$

Formüllerden anlaşılacağı üzere, $Q_{1,b}$ değerinin bulunabilmesi için p_j , $A_{TL,j}$, $A_{KTL,j}$, $t_{\text{Tag},n}$, $t_{\text{Nacht},n}$, $F_{TL,j}$ ve $F_{Pra,j}$ değerlerinin bilinmesi gerekiyor. “n” zonundaki “j” alanının kullanım tipi seçilerek Çizelge 2.4’ de verilen $t_{\text{Tag},n}$, $t_{\text{Nacht},n}$ değerleri elde edilmiş olur. Bölgenin toplam alanını (A_j) bilmek gerekmektedir. $A_{TL,j}$ ve $A_{KTL,j}$ değerleri eşitlik (2.5), (2.6), (2.7) ve (2.8) kullanılarak [5] hesaplanabilir.

$$A_j = A_{TL,j} + A_{KTL,j} \quad (2.5)$$

$$A_{TL,j} = a_{TL} \times b_{TL} \quad (2.6)$$

$$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) \quad (2.7)$$

Ayrıca değerlendirme alanındaki her bir pencere için pencerenin yüksekliği ve genişliği bilinmelidir.

$$b_{TL} = w_{\text{win}} + (a_{TL}/2) \quad (2.8)$$

p_j , $F_{TL,j}$ ve $F_{Pra,j}$ değerlerinin hesaplanabilmesi için yapılması gereken işlemler aşağıda izah edilecektir.

2.1 Elektriksel Değerlendirme Gücünün (p_j) Hesaplanması

Referans olarak alınan standartta [6] elektriksel değerlendirme gücünün (p_j) hesaplanabilmesi için dört ayrı metot verilmiştir. Bunlar; çizelge metodu, basitleştirilmiş kullanım faktörü metodu, detaylı mühendislik planlaması ve mevcut binalar için elektrik değerlendirme gücünün hesaplanmasıdır. Bu tez çalışmasında dört metodun iki tanesi kullanılmış olup diğer iki metot ile ilgili çalışma yapılmamıştır. Kullanılan metodlar çizelge metodu ile mevcut binalar için elektrik değerlendirme

gücünün hesaplanması metodudur. Diğer metodların kullanılmamasının sebebi; hesaplamalarda derinlemesine bir sonuç elde edilememesi ve DIN V 18599-4 standardının da bu metodları kısaca anlatıp geçmesidir.

2.1.1 Çizelge Metodu

Çizelge metoduna göre elektriksel değerlendirme gücünün formülü şu şekildedir:

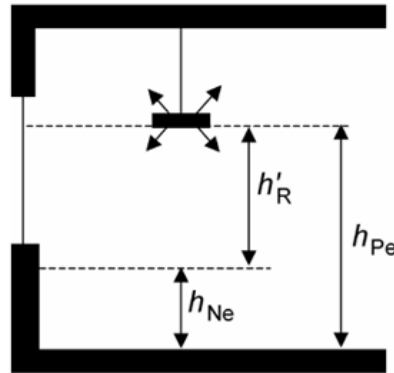
$$p_j = p_{j,lx} \times \bar{E}_m \times k_A \times k_L \times k_R \quad (2.9)$$

Bu formülü bir sonuca ulaştırmak için öncelikle “ k ” oda indisini hesaplanmalıdır. DIN V 18599-10 standardındaki çizelgede kullanım alanlarına göre oda indisleri verilmiştir. Ancak bu tez çalışmasında daha detaylı bir sonuca varmak adına eşitlik (2.9)’ u kullanarak oda indisleri hesaplanacaktır.

“ k ” oda indisi aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$k = \frac{a_R \times b_R}{h'_R \times (b_R + a_R)} \quad (2.10)$$

Eğer hesaplanan ‘ k ’ oda indisi 0,6 değerinden küçük ise; $k = 0,6$ olarak kabul edilir. Aşağıdaki şekilde h'_R değerinin nasıl saptandığı gösterilmektedir.



Şekil 2.2 h'_R değerinin saptanması

Elektriksel değerlendirme gücünün (p_j) hesaplanması için elde edilmesi gereken bilinmeyenlerden ‘istenen aydınlık düzeyi’ (\bar{E}_m) ve ‘azaltma faktörü’ k_A değerleri ileriki sayfalarda verilecek olan Çizelge 2.4’ den elde edilecektir. Spesifik elektriksel değerlendirme gücü ($p_{j,lx}$), lambanın türünü dikkate alan düzeltme faktörü k_L ve boşluk türünü hesaba katan düzeltme faktörü k_R değerleri aşağıda sıralanacak olan çizelgelere göre seçilmelidir.

Çizelge 2.1 Spesifik elektriksel değerlendirme gücü ($p_{j,lx}$)

Aydınlatma Tipi	Spesifik Elektriksel Değerlendirme Gücü ($p_{j,lx}$) W/(m ² .x)
Direkt	0,05
Direkt/Endirekt	0,06
Endirekt	0,10

Çizelge 2.2 Lambanın türünü dikkate alan düzeltme faktörü k_L

Lamba Tipi	Düzeltilme Faktörü k_L			
	Balast			
	-	EB ^a	DKB ^b	KB ^c
Akkor	6	-	-	-
Tungsten halojen	5	-	-	-
Tüp floresan	-	1,00	1,14	1,24
Kompakt floresan(harici elektronik balast)	-	1,20	1,4	1,5
Kompakt floresan(entegre EB)	-	1,60	-	-
Yüksek yoğunluklu deşarj metal halide	-	0,86	-	1
Yüksek basınçlı sodyum buharlı	-	-	-	0,8
Yüksek basınçlı cıva buharlı	-	-	-	1,17

^a EB:Elektronik balast
^b DKB:Düşük kayıplı balast
^c KB:Konvensiyonel balast

Çizelge 2.3 Boşluk türünü hesaba katan düzeltme faktörü k_R

Aydınlatma Tipi	Düzeltilme Faktörü k_R											
	Oda indisi k											
	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5
Direkt	1,08	0,97	0,89	0,82	0,77	0,68	0,63	0,58	0,55	0,53	0,51	0,48
Direkt/Endirekt	1,30	1,17	1,06	0,97	0,90	0,79	0,72	0,64	0,58	0,56	0,53	0,53
Endirekt	1,46	1,25	1,08	0,95	0,85	0,69	0,60	0,52	0,47	0,44	0,42	0,39

Not: Ara değerler oda indisi değerlerinin interpolasyonuna göre hesaplanabilir.

Eşitlik (2.10) kullanılarak hesaplanan “ k ” oda indisi sayesinde Çizelge 2.2 ve Çizelge 2.3’ den k_L ve k_R faktörleri elde edilir. Ayrıca aydınlatma tipinin direkt veya endirekt olmasına göre spesifik elektriksel değerlendirme gücü ($p_{j,lx}$) elde edilir. Elde edilen tüm değerler eşitlik (2.9)’ da yerine koyulursa elektriksel değerlendirme gücü (p_j) çizelge metodu kullanılarak hesaplanmış olur.

Çizelge 2.4 Kullanım tiplerine göre çalışma süreleri ve diğer bilgiler

No	Kullanım Tipi	Kullanım Başlangıcı	Kullanım Bitişi	Günlük Kullanım Süresi	Yıllık Kullanım Günü	Yıllık Gündüz Kullanım Süresi	Yıllık Gece Kullanım Süresi	Aydınlanma Şiddeti	Çalışma Düzleminin Yüksekliği	Görsel Görev Alanı için Azaltma Faktörü	Göreceli Yokluk
		-	-	$t_{nutz,d}$	$d_{nutz,a}$	t_{Tag}	t_{Nacht}	E_m	h_{Ne}	k_A	C_A
		Vakit	Vakit	S/G	G/Y	S/Y	S/Y	lx	m	-	-
1	Tek kişilik kişisel ofis	07:00	18:00	11	250	2659	91	500	0,8	0,84	0,3
2	2-6 kişilik çalışma ofisi	07:00	18:00	11	250	2659	91	500	0,8	0,84	0,3
3	7 ve daha fazla kişilik bölünmüş ofis	07:00	18:00	11	250	2659	91	500	0,8	0,93	0
4	Toplantı, konferans ve seminer salonu	07:00	18:00	11	250	2659	91	500	0,8	0,93	0,5
5	Bilet gişesi	07:00	18:00	11	250	2659	91	200	0,8	0,87	0
6	Perakende mağazası	08:00	20:00	12	300	3281	319	300	0,8	0,93	0
7	Perakende market	08:00	20:00	12	300	3281	319	300	0,8	0,93	0
8	Sınıf	08:00	15:00	7	200	1400	0	300	0,8	0,97	0,25
9	Ders salonu veya oditoryum	08:00	18:00	10	150	1454	46	500	0,8	0,92	0,25
10	Hastane odası veya yurt	00:00	23:59	24	365	4555	4205	300	0,8	1	0
11	Otel odası	21:00	08:00	11	365	579	3436	200	0,8	1	0,25
12	Kantin	08:00	15:00	7	250	1750	0	200	0,8	0,97	0
13	Restorant	10:00	23:59	14	300	2603	1597	200	0,8	1	0
14	Konut olmayan binadaki mutfak	10:00	23:00	13	300	2603	1297	500	0,8	0,96	0
15	Kiler	10:00	23:00	13	300	2603	1297	300	0,8	1	0,5
16	Tuvaletler ve konut olmayan binalardaki sağlık tesisleri	07:00	18:00	11	250	2659	91	200	0,8	1	0,9
17	Diğer yaşam alanları	07:00	18:00	11	250	2659	91	300	0,8	0,93	0,5
18	Yardımcı alanlar (Yaşam alanı değil)	07:00	18:00	11	250	2659	91	100	0,8	1	0,9
19	Sirkülasyon alanları	07:00	18:00	11	250	2659	91	100	0	1	0,8
20	Arşiv ve teknik cihazlar odası	07:00	18:00	11	250	2659	91	100	0,8	1	0,98
21	Sunucu ve bilgisayar odası	00:00	23:59	24	365	4555	4205	500	0,8	0,96	0,5
22	Atölye, montaj ve üretim	07:00	16:00	9	250	2230	20	500	0,8	0,88	0
23	İzleyici alanları(Tiyatro)	19:00	23:00	4	250	115	885	200	0,8	0,97	0
24	Fuaye(Tiyatro vb..)	19:00	23:00	4	250	115	885	300	0,8	1	0,5
25	Sahne(Tiyatro vb..)	13:00	23:00	10	250	1420	1080	1000	0,8	0,9	0
26	Fuar-Kongre Binası	09:00	18:00	9	150	1304	46	300	0,8	0,93	0,5
27	Sergi ve müze	10:00	18:00	8	250	1923	77	200	0,8	0,88	0
28	Kütüphane-Okuma odaları	08:00	20:00	12	300	3281	319	500	0,8	0,88	0
29	Kütüphane-Kitaplıklar	08:00	20:00	12	300	3281	319	200	0,8	1	0
30	Kütüphane-Dergi ve Magazin	08:00	20:00	12	300	3281	319	100	0,8	1	0,9
31	Kamusal alan dışındaki spor salonları	08:00	23:00	15	300	3203	1297	300	1	1	0,3
32	Garaj-Ofis veya şahsi kullanım	07:00	18:00	11	250	2659	91	75	0	1	0,95
33	Otopark	09:00	23:59	15	365	3612	1863	75	0	1	0,8

2.1.2 Mevcut Binalarda Elektrik Değerlendirme Gücünün Belirlenmesi

Çizelge metodu yeni inşa edilmiş veya ilk kez aydınlatma sistemi kurulacak binalar için kullanılır. Mevcut bir binadaki aydınlatmaya bağlı elektrik tüketimini görebilmek adına bu yöntemde gösterilecek formülasyon kullanılarak mevcut binalardaki elektrik değerlendirme gücü (p_j) hesaplanabilir:

$$p_j = \frac{P_{j,1st}}{A_j} \quad (2.11)$$

2.2 Kullanıma Bağlı Faktörün ($F_{Pra,j}$) Hesaplanması

Kullanıma bağlı faktörün hesaplanabilmesi için aşağıdaki formül kullanılır:

$$F_{Pra,j} = 1 - (C_{A,j} \times C_{Pra, kon, j}) \quad (2.12)$$

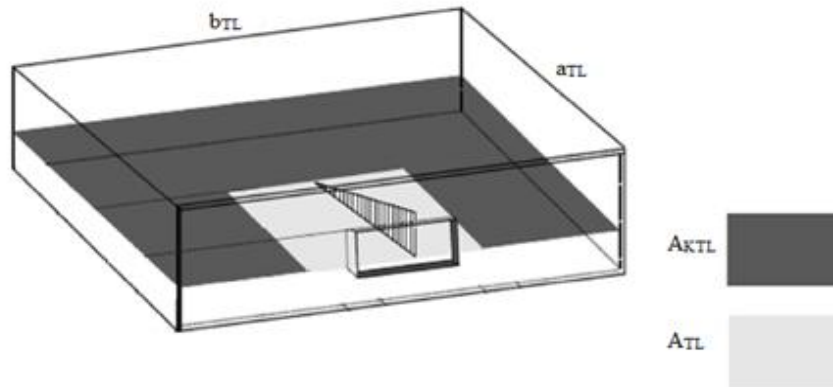
Yokluk faktörü ($C_{A,j}$) değerine değerlendirme alanının kullanım tipine göre Çizelge 2.4' den ulaşılabilir. Aydınlatma kontrolüne bağlı $C_{Pra, kon, j}$ faktörü değeri de aşağıdaki çizelge kullanılarak varlık sensörü olup olmamasına göre belirlenir.

Çizelge 2.5 Kullanıma bağlı faktörün hesaplanabilmesi için $C_{Pra, kon, j}$ faktörü

Mekan	$C_{Pra, kon, j}$
Varlık sensörü olmayan	0,5
Varlık sensörü mevcut	0,95

2.3 Günişığı Bağımlılık Faktörünün ($F_{TL,j}$) Hesaplanması

Her bir değerlendirme alanı günişığı alan bölümler (A_{TL}) ve günişığı almayan bölümler (A_{KTL}) olarak ikiye ayrılmalıdır. Şekil 2.3' de örnek bir alanın günişığı alan (A_{TL}) ve günişığı almayan (A_{KTL}) bölümleri gösterilmiştir.



Şekil 2.3 Günişığı alan (A_{TL}) ve günişığı almayan (A_{KTL}) alanlarının gösterimi

Bir duvarda birden çok pencere olması durumunda her bir pencere için günışığı alanının derinliği (a_{TL}) ve genişliği (b_{TL}) ayrı ayrı hesaplanır. Eğer günışığı alanının genişliği toplam değerlendirme alanının genişliğinin %75'inden daha büyükse veya odadan dışarı taşıyorsa günışığı alanının genişliği (b_{TL}) toplam değerlendirme alanının genişliğine (b) eşit kabul edilmelidir. Eğer günışığı alanının derinliği (a_{TL}), değerlendirme alanının derinliğinden (a) büyükse, günışığı alanının derinliği (a_{TL}) toplam değerlendirme alanının derinliğine (a) eşit kabul edilmelidir. Eğer günışığı alanının derinliği (a_{TL}), değerlendirme alanının derinliğinden (a) küçük, fakat 1,25 katı değerlendirme alanının derinliğinden büyükse gene günışığı alanının derinliği (a_{TL}) toplam değerlendirme alanının derinliğine (a) eşit kabul edilmelidir.

Karşılıklı duvarlarda pencere olması durumunda her bir pencere için günışığı alanının derinliği (a_{TL}) ve genişliği (b_{TL}) ayrı ayrı hesaplanır. Hesaplanan günışığı alanlarında üst üste düşme varsa değerlendirme alanının tamamı günışığı alanı olarak alınır.

Günışığı bağımlılık faktörü aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$F_{TL,j} = 1 - (C_{TL,Vers,j} \times C_{TL,kon,j}) \quad (2.13)$$

Gün ışığı ile aydınlanmayan tüm değerlendirme alanları için günışığı bağımlılık faktörü ($F_{TL,j}$) 1'e eşittir. Eşitlikten de görülebildiği üzere günışığı bağımlılık faktörünü hesaplayabilmek için günışığı sağlama faktörünün ($C_{TL,Vers,j}$) ve günışığına duyarlı aydınlatma kontrol sistemi faktörünün ($C_{TL,kon,j}$) bilinmesi gerekmektedir.

2.3.1 Günışığı Sağlama Faktörünün ($C_{TL,Vers,j}$) Hesaplanması

Günışığı sağlama faktörü dişey cepheler ve çatı penceresi olan cepheler olarak iki farklı duruma göre hesaplanır. Çatı penceresi olmayan bir mekandaki günışığı sağlama faktörü hesaplanacak ise 2.3.1.1 numaralı başlıktaki formül algoritması, eğer çatı penceresi olan bir mekandaki günışığı sağlama faktörü hesaplanacak ise 2.3.1.2 numaralı başlıktaki formül algoritması uygulanır.

2.3.1.1 Dişey Cepheler İçin Günışığı Sağlama Faktörünün Hesaplanması

Dişey cepheler için günışığı sağlama faktörü aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır:

$$C_{TL,Vers,j} = t_{rel,TL,SNA,j} \times C_{TL,Vers,SNA,j} + t_{rel,TL,SA,j} \times C_{TL,Vers,SA,j} \quad (2.14)$$

Güneşten veya kamaşmadan koruma sisteminin aktif olmadığı zaman dilimindeki toplam çalışma süresi çarpanı ($t_{rel,TL,SNA,j}$) ile güneşten veya kamaşmadan koruma sisteminin aktif olduğu zaman dilimindeki toplam çalışma süresi çarpanı ($t_{rel,TL,SA,j}$) değerleri Çizelge 2.6’da verilmiştir.

Çizelge 2.6 Cephe yönlerine göre $t_{rel,TL,SNA,j}$ ve $t_{rel,TL,SA,j}$ çarpanları

Zaman Çarpanı	Cephe Yönü		
	Güney	Doğu/Batı	Kuzey
$t_{rel,TL,SNA,j}$	0,67	0,8	1
$t_{rel,TL,SA,j}$	0,33	0,2	0

Düşey Cephe İçin Güneş Faktörünün (D_j) Sınıflandırılması

Değerlendirme alanında güneşten yararlanan bir bölümde sağlanan güneş, geçirgenlik indisi $I_{Tr,j}$ olarak tanımlanan geometrik koşullara, oda derinliği indisine $I_{Rt,j}$ ve engel indisine $I_{V,j}$ bağlıdır. Güneş faktörü (D_j) aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır:

$$D_j = (4,13 + (20 \times I_{Tr,j}) - (1,36 \times I_{Rt,j})) \times I_{V,j} \quad (2.15)$$

D_j değerinin negatif bulunduğu durumlarda $D_j = 0$ olarak kabul edilmelidir. Çizelge 2.7’de gösterildiği gibi güneş faktörü dört grupta sınıflandırılabilir.

Çizelge 2.7 Güneş faktörü D_j ’ye göre güneş sınıflandırması

Güneş Faktörü D_j	Güneş Sınıfı
$D_j \geq 6 \%$	Güçlü
$6 \% > D_j \geq 4 \%$	Orta
$4 \% > D_j \geq 2 \%$	Zayıf
$D_j < 2 \%$	Etkisiz

Geçirgenlik İndisinin Hesaplanması

Değerlendirme alanında güneşten faydalanan bir bölüme ilişkin geçirgenlik indisi $I_{Tr,j}$ aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilmektedir:

$$I_{Tr,j} = \frac{A_{Rb}}{A_{TL}} \quad (2.16)$$

Oda Derinliği İndisinin Hesaplanması

Değerlendirme alanında günışığından faydalanan bir bölüme ilişkin oda derinliği indisi $I_{Rt,j}$ aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilmektedir:

$$I_{Rt,j} = \frac{a_{TL}}{h_{St} - h_{Ne}} \quad (2.17)$$

Engel İndisinin Hesaplanması

Engel indisi ($I_{V,j}$) cepheye gelen günışığını azaltan engellerin etkisini gözönünde bulunduran indistir. Günışığını azaltan engellere aşağıdaki örnekler verilebilir:

- Diğer binalar ve ağaç, dağ gibi doğal engeller
- Avlu veya atriyumu olan binalarda binanın kendisi
- Cepheye yer alan yatay veya dikey gölgeleme elemanları
- Camlı çift cidarlı cepheler

Değerlendirme alanında günışığından faydalanan bir bölüme ilişkin engel indisi $I_{V,j}$ aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilmektedir:

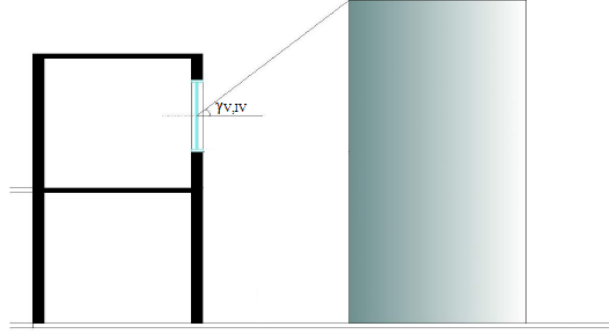
$$I_{V,j} = I_{V,IV} \times I_{V,hA} \times I_{V,vA} \times I_{V,ln,At} \times I_{V,GDF} \quad (2.18)$$

Engel indisi; doğrusal engel indisine, saçak engeli indisine, pencereye dik engel indisine, iç avlu - atriyum indisine ve çift cidarlı cam engeli indisine bağlıdır. Aşağıda bu indislerin hesaplanması için kullanılacak eşitlikler verilmektedir.

Doğrusal Engel, $I_{V,IV}$ Düzeltme Faktörü

Pencerenini karşısında bir engel bulunduğu takdirde doğrusal engel faktörünün hesaplanabilmesi için $\gamma_{V,IV}$ açısının bilinmesi gerekmektedir. Bu açı Şekil 2.4' de gösterilmiştir. Eğer doğrusal bir engel yoksa $I_{V,IV} = 1$ olarak kabul edilir. Engel açısının 60° den büyük veya küçük olması durumlarına göre eşitlikler aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned} \gamma_{V,IV} < 60^\circ \text{ ise;} & \quad I_{V,IV} = \cos(1,5 \times \gamma_{V,IV}) \\ \gamma_{V,IV} \geq 60^\circ \text{ ise;} & \quad I_{V,IV} = 0 \end{aligned} \quad (2.19)$$



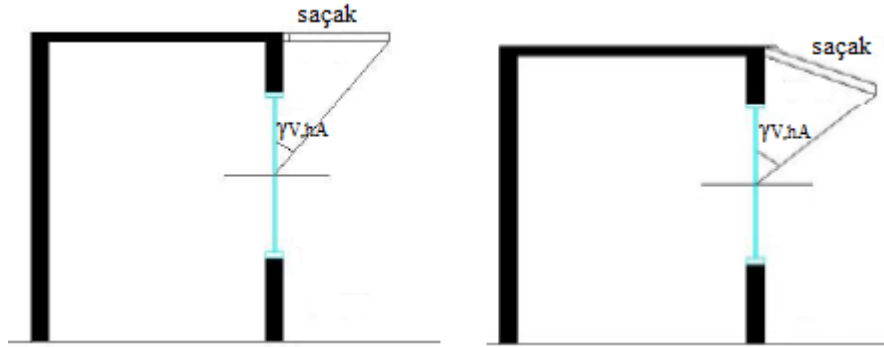
Şekil 2.4 Doğrusal engel açısının belirlenmesi

Saçak Engeli, $I_{V,HA}$ Düzeltme Faktörü

Pencere üzerinde bir saçak bulunması durumunda saçak engeli faktörünün hesaplanması ve engel indisi fonksiyonunda yerine koyulması gerekmektedir. Bu açı Şekil 2.5’ de gösterilmiştir. Eğer saçak engeli yoksa $I_{V,HA} = 1$ olarak kabul edilir. Engel açısının $67,5^\circ$ ’ den büyük veya küçük olması durumlarına göre eşitlikler aşağıdaki gibidir.

$$\gamma_{V,HA} < 67,5^\circ \text{ ise; } \quad I_{V,HA} = \cos(1,33 \times \gamma_{V,HA})$$

$$\gamma_{V,HA} \geq 67,5^\circ \text{ ise; } \quad I_{V,HA} = 0 \quad (2.20)$$

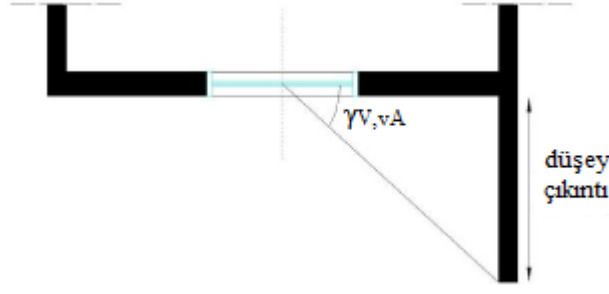


Şekil 2.5 Saçak engeli açısının belirlenmesi

Pencereye Dik Bir Engel, $I_{V,VA}$ Düzeltme Faktörü

Şekil 2.6’ da gösterildiği gibi bir engel ile karşılaşıldığı zaman aşağıdaki eşitlik kullanılır. Eğer böyle bir engel yok ise $I_{V,VA} = 1$ olarak kabul edilir.

$$I_{V,VA} = 1 - (\gamma_{V,VA} / 300^\circ) \quad (2.21)$$



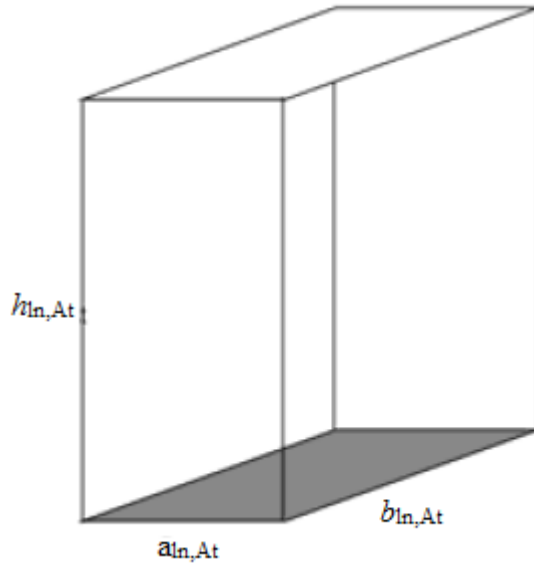
Şekil 2.6 Pencereye dik engelin açısının belirlenmesi

İç Avlu ve Atriyum, $I_{V,In,At}$ Düzeltme Faktörü

Bazı binalarda iç avlu veya atriyum gibi kendi kendine engel teşkil eden elemanlar vardır. Herbiri farklı boyut ve seçeneklerde tasarlanmaktadır. DIN V 18599-4 standardında Şekil 2.7' deki dört tarafı kapalı avlu ve atriyumların iç mekana etki edeceği engel faktörü hesaba katılmıştır. Eğer böyle bir iç avlu veya atriyum engeli yok ise $I_{V,In,At} = 1$ olarak kabul edilir.

Pencere önünde iç avlu veya atriyum varsa aşağıdaki formül kullanılarak derinlik indisi (w_i) hesaplanır:

$$w_i = \frac{h_{In,At} \times (a_{In,At} + b_{In,At})}{2 \times a_{In,At} \times b_{In,At}} \quad (2.22)$$



Şekil 2.7 İç avlu veya atriyum geometrisi

Aşağıdaki formüller kullanılarak iç avlu veya atriyum engel indisleri elde edilebilmektedir:

$$I_{V,In,At} = 1 - (0,85 \times w_i)$$

iç avlular için;

$$I_{V,ln,At} = \tau_{V,ln,At,D65} \times k_{V,ln,At,1} \times k_{V,ln,At,2} \times k_{V,ln,At,3} \times (1 - 0,85 \times w_i) \quad \text{atriyumlar için;}$$

$$I_{V,ln,At} = 0 \quad w_i > 1,18 \text{ durumu için;} \quad (2.23)$$

Hesaplamaları basitleştirmek adına genel kabul gören bir durum olduğu için atriyum penceresinin doğrama çarpanı ($k_{V,ln,At,1}$) 0,7, atriyum cam kirlilik faktörü ($k_{V,ln,At,2}$) 0,9 ve dik gelmeyen ışık düzeltme faktörü ($k_{V,ln,At,3}$) 0,85 olarak kabul edilmiştir. Atriyum camının ışık geçirgenliği ($\tau_{V,ln,At,D65}$) değeri de Çizelge 2.8' de verilmiştir.

Çift Cidarlı Cam Engeli, $I_{V,GDF}$ Düzeltme Faktörü

Pencerenin önünde çift cidarlı cam yoksa $I_{V,GDF} = 1$ olarak kabul edilir. Eğer çift cidar engeli var ise camın engel etkisi aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır:

$$I_{V,GDF} = \tau_{V,GDF,D65} \times k_{V,GDF,1} \times k_{V,GDF,2} \times k_{V,GDF,3} \quad (2.24)$$

Hesaplamaları basitleştirmek adına genel kabul gören bir durum olduğu için pencere doğrama çarpanı ($k_{V,GDF,1}$) 0,7, cam kirlilik faktörü ($k_{V,GDF,2}$) 0,9 ve dik gelmeyen ışık düzeltme faktörü ($k_{V,GDF,3}$) 0,85 olarak kabul edilmiştir. Camın ışık geçirgenliği ($\tau_{V,GDF,D65}$) değeri de Çizelge 2.8' de verilmiştir.

Çizelge 2.8 Farklı cam türlerine ait ışık geçirgenliği

Cam Tipi	Camın Işık Geçirgenliği (τ_{D65})
Tek cam	0,90
Çift cam	0,82
Üçlü cam	0,75
Low-e çift cam, U=1.7	0,74
Low-e çift cam, U=1.4	0,78
Low-e çift cam, U=1.2	0,78
Low-e üçlü cam, U=0.8	0,69
Low-e üçlü cam, U=0.6	0,69
Güneş korumalı çift cam, U=1.3	0,59
Güneş korumalı çift cam, U=1.2	0,67
Güneş korumalı çift cam, U=1.2	0,40

Güneşten veya Kamaşmadan Koruma Sistemi Aktif Olmadığı Zamanlarda Günışığı Sağlama Faktörü ($C_{TL,Vers,SNA}$)

Güneşten veya kamaşmadan koruma sistemi aktif olmadığı zamanlardaki günışığı sağlama faktörü ($C_{TL,Vers,SNA}$) aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$C_{TL,Vers,SNA} = a_1 \times \left[\frac{2}{1+e^{-1,5 \times D \times \tau_{eff,SNA} \times a_3}} - 1 \right] + a_2 \times \left[\frac{2}{1+e^{-0,5 \times D \times \tau_{eff,SNA} \times a_3}} - 1 \right] \quad (2.25)$$

İstenen aydınlık düzeyine (\bar{E}_m) bağlı olarak değişen a_1 ve a_2 parametreleri Çizelge 2.9'da verilmiştir. Cephe yönüne bağlı olarak değişen a_3 parametresi de Çizelge 2.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 2.9 Eşitlik (2.25)' de kullanılacak olan a_1 ve a_2 parametreleri

Parametre	İstenen Aydınlik Düzeyi \bar{E}_m		
	300 lx	500 lx	750 lx
a_1	0,89	0,58	0,26
a_2	0,10	0,40	0,70

Çizelge 2.10 Eşitlik (2.25)' de kullanılacak olan a_3 parametresi

Parametre	Cephe Yönü		
	Güney	Doğu/Batı	Kuzey
a_3	1	0,85	0,75

Etkin Işık Geçirgenliğinin ($\tau_{eff,SNA,j}$) Hesaplanması

Eşitlik (2.25)' de kullanmak üzere güneşten veya kamaşmadan koruma sistemi aktif olmadığı zaman dilimlerindeki etkin ışık geçirgenliği ($\tau_{eff,SNA,j}$) aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$\tau_{eff,SNA,j} = \tau_{D65,SNA} \times k_1 \times k_2 \times k_3 \quad (2.26)$$

Hesaplamaları basitleştirmek adına pencere doğrama çarpanı (k_1) 0.7, cam kirlilik faktörü (k_2) 0,9 ve dik gelmeyen ışık düzeltme faktörü (k_3) 0,85 olarak kabul edilmiştir. Camının ışık geçirgenliği ($\tau_{D65,SNA}$) değeri de Çizelge 2.8'de verilmiştir.

Güneşten veya Kamaşmadan Koruma Sistemi Aktif Olduğu Zamanlarda Günışığı Sağlama Faktörü ($C_{TL,Vers,SA}$)

Aktif haldeki güneşten veya kamaşmadan koruma sistemleri ile ilgili sistem çözümleri aşağıdaki eşitlikler kullanılarak yapılır.

$$C_{TL,Vers,SA} = (1,14 \times C'_{TL,Vers,SA} - 0,13) \times \left[\frac{2}{1+e^{-0,9 \times D}} - 1 \right] - (0,44 \times C'_{TL,Vers,SA} - 0,45) \times \left[\frac{2}{1+e^{-0,1 \times D}} - 1 \right] \quad (2.27)$$

$$C'_{TL,Vers,SA} = 0,9 \times \left[\frac{2}{1+e^{-f(v_{SA}) \times \tau_{eff,SA}}} - 1 \right] + 0,1 \times \left[\frac{2}{1+e^{-g(v_{SA}) \times \tau_{eff,SA}}} - 1 \right] \quad (2.28)$$

$f(v_{SA})$ ve $g(v_{SA})$ bilinmeyenleri aşağıdaki eşitliklerle hesaplanır:

$$f(v_{SA}) = 17 \times \sqrt{a_1 \times v_{SA}} - 2 \quad (2.29)$$

$$g(v_{SA}) = 4 + 0,13 \times (a_1 \times v_{SA} - 0,2) \quad (2.30)$$

Eşitlik (2.29) ve (2.30)'da ifade edilen ilişki için aşağıdaki değerler geçerlidir:

$$a_1 = 1.5 \quad \bar{E}_m = 300 \text{ lx için;}$$

$$a_1 = 1 \quad \bar{E}_m = 500 \text{ lx için;}$$

$$a_1 = 0.75 \quad \bar{E}_m = 750 \text{ lx için;}$$

Bilinmeyenlerden v_{SA} faktörü cephe bileşenlerinin çeşitli türlerine göre Çizelge 2.11' den elde edilebilir. Etkili ışık geçirgenliği $\tau_{eff, SA}$ değeri ise koruma sistemlerinin çeşitli türlerine göre Çizelge 2.12' den sağlanabilir.

Çizelge 2.11 Cephe bileşenlerinin çeşitli türleri için v_{SA} faktörü değerleri

Cephe Bileşeni Türü		v_{SA}
Filmlü cam		0,2
Stor		0,9
Klasik jaluzi	kapalı	2
	45°	0,7
Güneş takip sistemli jaluzi		1,5

Çizelge 2.12 Cephe bileşenlerinin çeşitli türleri için $\tau_{eff, SA}$ faktörünün karakteristik değerleri

Cephe Bileşeni	Güneş ve Parlamaya Karşı Harici Koruma						Güneş ve Parlamaya Karşı Dahili Koruma						
	Dış Cephe Jaluzi (Kapalı)		Dış Cephe Jaluzi (45° Ayarlı)		Dış Cephe Dikey Güneşlik		İç Cephe Klasik Jaluzi (Kapalı)		İç Cephe Klasik Jaluzi (45° Ayarlı)		Stor		Film
Renk	Beyaz	Gri-Diğer	Beyaz	Gri-Diğer	Beyaz	Gri-Diğer	Beyaz	Gri-Diğer	Beyaz	Gri-Diğer	Beyaz	Gri-Diğer	Transparan
$\tau_{eff,SA}$	0,04	0,00	0,18	0,03	0,14	0,07	0,04	0,02	0,18	0,08	0,08	0,23	0,02

DIN V 18599-4 standardında etkili ışık geçirgenliği $\tau_{\text{eff,SA}}$ faktörünün karakteristik değerlerini gösteren çizelgede cam türleri de göz önüne alınmıştır. Ancak derinlemesine incelendiğinde cam türlerinin etkili ışık geçirgenliği $\tau_{\text{eff,SA}}$ değerini %2 civarında etkilediği görülmüştür. Bu sebepten dolayı işlemleri kompleks bir halden kurtarmak için bu çalışmada cam türleri göz ardı edilerek etkili ışık geçirgenliğinin ortalama değerleri alınmıştır.

2.3.1.2 Çatı Penceresi Olan Mekanların Güneşliği Sağlama Faktörünün Hesaplanması

Çatı penceresine sahip mekanların güneşliği sağlama faktörünün hesaplanması için öncelikle güneşliği faktörünün (D_j) sınıflandırılması gerekmektedir. 2.3.1.2.1 numaralı konuda bu yöntem anlatılmaktadır. Güneşliği faktörünün (D_j) sınıfı tespit edildikten sonra 2.3.1.2.2’de verilmiş olan Çizelge 2.18 yardımıyla çatı penceresine sahip mekanlar için güneşliği sağlama faktörünün ($C_{\text{TL,vers},j}$) değeri belirlenebilir.

Çatı Pencere Mekanlar İçin Güneşliği Faktörünün (D_j) Sınıflandırılması

Çatı penceresine sahip bir mekanda güneşliğinden yararlanan bir bölümde sağlanan güneşliği, dış güneşliğine (D_a), pencere doğrama çarpanına (k_{Ob11}), cam kirlilik faktörüne (k_{Ob12}), dik gelmeyen ışık düzeltme faktörüne (k_{Ob13}), camının ışık geçirgenliğine (τ_{D65}), değerlendirme alanındaki güneşliği ile aydınlanan alana, çatı penceresi açıklığının alanına ve kullanma çarpanına (η_R) bağlıdır. Güneşliği faktörü (D_j) aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır:

$$D_j = D_a \times \tau_{\text{D65}} \times k_{\text{Ob11}} \times k_{\text{Ob12}} \times k_{\text{Ob13}} \times \frac{\sum A_{\text{Rb}}}{A_{\text{TL}}} \times \eta_R \quad (2.31)$$

Çizelge 2.13’ de gösterildiği gibi güneşliği faktörü dört grupta sınıflandırılabilir.

Çizelge 2.13 Çatı pencereli mekanlarda güneşliği sınıflandırması

Güneşliği Faktörü D_j	Güneşliği Sınıfı
$D_j \geq 7 \%$	Güçlü
$7 \% > D_j \geq 4 \%$	Orta
$4 \% > D_j \geq 2 \%$	Zayıf
$D_j < 2 \%$	Etkisiz

Hesaplamaları basitleştirmek adına $k_{\text{Ob11}}=0.9$, $k_{\text{Ob12}}=0.9$ ve $k_{\text{Ob13}}=0.85$ olarak kabul edilmiştir.

Dış Güneşli Faktörünün (D_a) Belirlenmesi

Çatı pencerelerinin çeşitli eğim açıları için Çizelge 2.14’ de harici güneşli faktörleri D_a listelenmektedir.

Çizelge 2.14 Dış güneşli faktörü

γ_F Eğimi	Dış Güneşli Faktörü (%)
0°	100
30°	92
45°	83
60°	72
90°	50

Çatı Penceresi Camının Işık Geçirgenliğinin (τ_{D65}) Belirlenmesi

Çatı penceresi camının ışık geçirgenliği (τ_{D65}) değeri Çizelge 2.15’ de verilmiştir.

Çizelge 2.15 Çatı pencereli mekanlar için malzeme cinsine göre camın ışık geçirgenliği

Cinsi	Malzeme	Durum	(τ_{D65})
Kubbe Çatı Penceresi	PMMA solid levha, tek kabuklu	Şeffaf	0,92
	PMMA solid levha, tek kabuklu	Opal	0,83
	PMMA solid levha, çift kabuklu	Şeffaf/Şeffaf	0,80
	PMMA solid levha, çift kabuklu	Opal/Şeffaf	0,73
	PMMA solid levha, çift kabuklu	Opal/Opal	0,59
	PMMA solid levha, çift kabuklu	Şeffaf, kızılötesi yansımali	0,47
	PMMA solid levha, üç kabuklu	Opal/Opal/Şeffaf	0,60
	PC/PETG solid levha, tek kabuklu	Şeffaf	0,88
Devamlı Çatı Penceresi	Trapez kesitli çift cidarlı polikarbon levha, 8mm	Şeffaf	0,81
	Trapez kesitli çift cidarlı polikarbon levha, 8mm	Opal	0,62
	Trapez kesitli çift cidarlı polikarbon levha, 10mm	Şeffaf	0,80
	Trapez kesitli çift cidarlı polikarbon levha, 10mm	Opal	0,50
	Trapez kesitli dört cidarlı polikarbon levha, 10mm	Opal	0,50
	Trapez kesitli üç cidarlı polikarbon levha, 16mm	Şeffaf	0,72
	Trapez kesitli üç cidarlı polikarbon levha, 16mm	Opal	0,48
	Trapez kesitli beş cidarlı polikarbon levha, 16mm	Opal	0,45
	Trapez kesitli altı cidarlı polikarbon levha, 16mm	Opal	0,42
	Trapez kesitli beş cidarlı polikarbon levha, 20mm	Şeffaf	0,64
	Trapez kesitli beş cidarlı polikarbon levha, 20mm	Opal	0,44
	Trapez kesitli altı cidarlı polikarbon levha, 25mm	Şeffaf	0,62

Çizelge 2.15 (devamı)

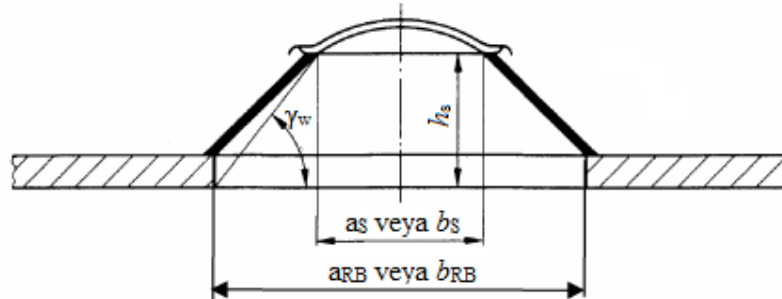
Cinsi	Malzeme	Durum	(τ_{D65})
Devamlı Çatı Penceresi	Trapez kesitli altı cidarlı polikarbon levha, 25mm	Opal	0,44
	Trapez kesitli çift cidarlı PMMA levha, 16mm	Şeffaf	0,86
	Trapez kesitli çift cidarlı PMMA levha, 16mm	Opal	0,74
	Trapez kesitli çift cidarlı PMMA levha, 16mm	Kızılötesi yansımali	0,50
	Trapez kesitli dört cidarlı PMMA levha, 32mm	Şeffaf	0,76
	Trapez kesitli dört cidarlı PMMA levha, 32mm	Şeffaf, kızılötesi yansımali	0,45
	Trapez kesitli dört cidarlı PMMA levha, 32mm	Opal	0,64
	Trapez kesitli dört cidarlı PMMA levha, 32mm	Opal, kızılötesi yansımali	0,40
	Sundurma	Çift katmanlı lamine güvenli cam	
Çift katmanlı ısı yalıtımlı lamine güvenli cam			0,70

Kullanma Çarpanının (η_R) Belirlenmesi

Kullanma faktörü (η_R) çatı penceresinin cinsine ve eşitlik (2.10) kullanılarak hesaplanan oda indisine bağlıdır. Öncelikle çatı cinsini belirlemek gerekmektedir. Aşağıda ayrı başlıklar altında kubbe veya devamlı çatı pencereleri ile sundurma çatı pencereleri ve bunların kullanma çarpanları incelenecektir.

Kubbe veya Devamlı Çatı Pencereleri İçin Kullanma Çarpanının (η_R) Belirlenmesi

Şekil 2.8' de kubbe veya devamlı çatı pencereli mekanların geometrik gösterimi verilmiştir.



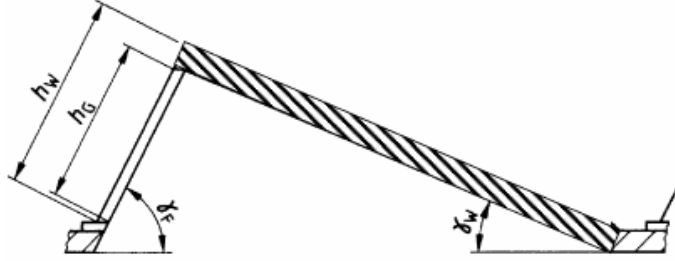
Şekil 2.8 Kubbe veya devamlı çatı pencereli mekanların geometrik gösterimi

Kubbe veya devamlı çatı penceresinde a_s/b_s oranının 5'den büyük olması durumunda kullanma faktörü için belirtilen oran $a_s/b_s = 5$ olarak kabul edilecektir. Çizelge 2.16

kubbe veya devamlı çatı pencereleri geometrilerinin farklı türleri için kullanma faktörlerini göstermektedir.

Sundurma Çatı Pencereleri İçin Kullanma Çarpanının (η_R) Belirlenmesi

Şekil 2.9' da sundurma çatı pencere mekanların geometrik gösterimi verilmiştir.



Şekil 2.9 Sundurma çatı pencere mekanların geometrik gösterimi

Sundurma çatı penceresinde h_G/h_W oranının 0,5'e eşit veya büyük olması durumunda $h_G/h_W = 0,5$ olarak kabul edilecektir. h_G/h_W oranının 0,5'den küçük olması durumunda $h_G/h_W = 0,25$ olarak kabul edilecektir. Çizelge 2.17 sundurma çatı pencereleri geometrilerinin farklı türleri için kullanma faktörlerini göstermektedir.

Çizelge 2.16 Kubbe veya devamlı çatı pencereleri için kullanma faktörü

a_s/b_s	1			2			5			1			2			5		
h_s/b_s	0,25			0,25			0,25			0,50			0,50			0,50		
γ_w	30°	60°	90°	30°	60°	90°	30°	60°	90°	30°	60°	90°	30°	60°	90°	30°	60°	90°
k	η_R																	
0,60	0,40	0,41	0,38	0,40	0,40	0,39	0,41	0,41	0,40	0,40	0,41	0,36	0,40	0,41	0,37	0,42	0,43	0,39
0,80	0,53	0,54	0,50	0,53	0,54	0,51	0,54	0,55	0,52	0,53	0,55	0,46	0,53	0,55	0,49	0,55	0,57	0,51
1,00	0,59	0,60	0,56	0,59	0,60	0,57	0,60	0,61	0,59	0,60	0,61	0,51	0,60	0,61	0,54	0,62	0,66	0,56
1,25	0,68	0,69	0,64	0,68	0,69	0,66	0,69	0,70	0,67	0,69	0,69	0,58	0,69	0,70	0,62	0,71	0,72	0,64
1,50	0,75	0,75	0,69	0,75	0,75	0,71	0,76	0,76	0,72	0,76	0,75	0,63	0,76	0,76	0,67	0,78	0,78	0,69
2,00	0,83	0,83	0,77	0,83	0,83	0,79	0,84	0,84	0,80	0,84	0,82	0,69	0,84	0,83	0,73	0,87	0,85	0,75
2,50	0,89	0,88	0,81	0,89	0,88	0,84	0,90	0,89	0,85	0,90	0,87	0,73	0,90	0,88	0,77	0,92	0,90	0,79
3,00	0,93	0,92	0,85	0,93	0,92	0,87	0,94	0,93	0,88	0,94	0,90	0,76	0,94	0,91	0,81	0,96	0,93	0,86
4,00	0,98	0,96	0,90	0,98	0,97	0,92	0,99	0,98	0,93	0,99	0,95	0,80	0,98	0,96	0,85	1,00	0,98	0,87
5,00	1,02	1,00	0,92	1,02	1,00	0,95	1,03	1,01	0,96	1,02	0,97	0,82	1,02	0,99	0,87	1,04	1,01	0,89

Çizelge 2.17 Sundurma çatı pencereleri için kullanma faktörü

h_G/h_W	1													0,5														
γ_F	30°				45°	60°				90°				30°				45°	60°				90°					
γ_w	30°	45°	60°	75°	45°	30°	45°	60°	75°	30°	45°	60°	75°	30°	45°	60°	75°	45°	30°	45°	60°	75°	30°	45°	60°	75°		
k	η_R																											
0,60	0,39	0,39	0,41	0,40	0,37	0,34	0,35	0,36	0,35	0,29	0,30	0,31	0,31	0,38	0,39	0,39	0,40	0,36	0,33	0,34	0,35	0,36	0,29	0,29	0,30	0,30		
0,80	0,51	0,52	0,53	0,50	0,49	0,44	0,45	0,46	0,44	0,37	0,39	0,39	0,38	0,50	0,51	0,52	0,51	0,48	0,43	0,44	0,45	0,44	0,37	0,37	0,38	0,38		
1,00	0,57	0,58	0,58	0,55	0,55	0,50	0,52	0,51	0,49	0,44	0,45	0,45	0,44	0,56	0,57	0,57	0,56	0,53	0,49	0,50	0,51	0,50	0,43	0,44	0,44	0,44		
1,25	0,66	0,66	0,65	0,62	0,62	0,58	0,59	0,58	0,55	0,51	0,51	0,51	0,49	0,65	0,65	0,65	0,64	0,61	0,57	0,58	0,58	0,56	0,50	0,51	0,50	0,50		
1,50	0,72	0,72	0,71	0,67	0,68	0,64	0,64	0,63	0,60	0,56	0,56	0,56	0,54	0,71	0,71	0,71	0,69	0,67	0,62	0,63	0,63	0,61	0,55	0,56	0,55	0,55		
2,00	0,80	0,79	0,77	0,73	0,75	0,72	0,71	0,69	0,66	0,64	0,63	0,62	0,60	0,79	0,79	0,78	0,76	0,75	0,71	0,71	0,70	0,68	0,62	0,63	0,62	0,61		
2,50	0,85	0,84	0,81	0,77	0,80	0,77	0,76	0,73	0,70	0,69	0,68	0,66	0,64	0,84	0,84	0,83	0,80	0,80	0,76	0,76	0,75	0,72	0,68	0,68	0,67	0,65		
3,00	0,88	0,88	0,84	0,80	0,83	0,81	0,79	0,76	0,72	0,72	0,71	0,69	0,67	0,88	0,88	0,86	0,83	0,84	0,80	0,80	0,78	0,75	0,72	0,71	0,70	0,68		
4,00	0,94	0,92	0,88	0,84	0,87	0,85	0,83	0,80	0,76	0,77	0,75	0,73	0,70	0,93	0,93	0,91	0,87	0,88	0,85	0,84	0,82	0,79	0,77	0,76	0,75	0,72		
5,00	0,97	0,95	0,91	0,87	0,90	0,89	0,86	0,82	0,78	0,80	0,78	0,75	0,73	0,97	0,96	0,93	0,90	0,92	0,89	0,88	0,85	0,81	0,80	0,79	0,77	0,75		

Günişığı Sağlama Faktörünün ($C_{TL,Vers,j}$) Çizelge Metoduyla Belirlenmesi

Günişığı tedarigi faktörü $C_{TL,Vers,j}$ Çizelge 2.18' den sağlanabilir. Monte edilebilir herhangi bir hareketli güneş koruma cihazı burada dikkate alınmamıştır.

Çizelge 2.18 Çatı pencereleri için günişığı sağlama faktörü ($C_{TL,Vers,j}$)

Yön	Günişığı Sınıfı									
		Zayıf			Orta			Güçlü		
	\bar{E}_m	300 lx	500 lx	750 lx	300 lx	500 lx	750 lx	300 lx	500 lx	750 lx
	Eğim	$C_{TL,Vers,j}$								
Yatay	0°	0,88	0,78	0,66	0,95	0,89	0,82	0,97	0,94	0,90
Güney	30°	0,85	0,73	0,62	0,94	0,87	0,79	0,96	0,93	0,88
	45°	0,81	0,68	0,57	0,91	0,83	0,74	0,95	0,91	0,84
	60°	0,75	0,61	0,51	0,88	0,77	0,67	0,93	0,86	0,78
	90°	0,56	0,44	0,35	0,72	0,59	0,49	0,83	0,70	0,60
Doğu/Batı	30°	0,84	0,71	0,58	0,93	0,86	0,77	0,96	0,93	0,87
	45°	0,78	0,63	0,50	0,91	0,81	0,70	0,95	0,90	0,82
	60°	0,70	0,53	0,41	0,87	0,74	0,60	0,93	0,85	0,75
	90°	0,46	0,33	0,24	0,67	0,50	0,38	0,81	0,65	0,51
Kuzey	30°	0,82	0,69	0,55	0,93	0,85	0,75	0,95	0,92	0,86
	45°	0,76	0,59	0,45	0,90	0,80	0,67	0,95	0,89	0,81
	60°	0,66	0,45	0,31	0,85	0,71	0,54	0,92	0,83	0,72
	90°	0,38	0,23	0,15	0,63	0,41	0,28	0,78	0,60	0,42

2.3.2 Günişığına Duyarlı Aydınlatma Kontrol Sistemi Çarpanının Belirlenmesi

Mevcut günişığı tamamlayarak istenen aydınlığa ulaşmayı sağlayan yapay aydınlatma kontrol sistemleri manuel (el ile) kontrol ve otomatik kontrol olarak ikiye ayrılır.

$C_{TL,kon,j}$ değerleri, yapay aydınlatma kontrol sisteminin manuel veya otomatik olması durumuna ve günişığı sınıfına bağlı olarak Çizelge 2.19' da verilmiştir.

Çizelge 2.19 Günişığına duyarlı aydınlatma kontrol sistemi çarpanı $C_{TL,kon,j}$

Kontrol Tipi		Zayıf			Orta			Güçlü		
		300 lx	500 lx	750 lx	300 lx	500 lx	750 lx	300 lx	500 lx	750 lx
Manuel (Elle)		0,50	0,47	0,44	0,55	0,52	0,49	0,60	0,57	0,54
Dimmer (Otomatik)	Tamamen kapatma yok	0,65	0,70	0,73	0,70	0,73	0,75	0,73	0,75	0,76
	Tamamen kapatma mevcut	0,71	0,74	0,76	0,77	0,78	0,79	0,81	0,81	0,81

2.4 Aylık Değerlendirme Metodu

Günişliği bağımlılık faktörünün ($F_{TL,j}$) aylık değerini bulmak için aylık dağılım çarpanı (V_{Monat}) kullanılır. Aylara dağılımına göre günişliği bağımlılık faktörü aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$V_{Monat,j} \times C_{TL,Vers,j} \times C_{TL,kon,j} < 1$ durumu için;

$$F_{TL,j} = 1 - (V_{Monat} \times C_{TL,Vers,j} \times C_{TL,kon,j}) \quad (2.32)$$

Diğer durumlarda;

$F_{TL,j} = 0$ dır.

Düşey cepheler için dağılım çarpanı V_{Monat} Çizelge 2.20’de verilmiştir. Çatı penceresine sahip mekanlar için dağılım çarpanı V_{Monat} değerleri Çizelge 2.21’de gösterilmektedir.

Çizelge 2.20 Düşey cepheler için dağılım çarpanı V_{Monat}

Cephe Yönü	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Ocak	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
V_{Monat}												
Güney	0,67	0,89	1,06	1,18	1,25	1,28	1,26	1,20	1,08	0,92	0,72	0,46
Doğu/Batı	0,74	0,92	1,06	1,16	1,22	1,24	1,22	1,16	1,06	0,93	0,75	0,54
Kuzey	0,85	0,97	1,06	1,12	1,16	1,17	1,15	1,11	1,04	0,94	0,81	0,66

Çizelge 2.21 Çatı penceresine sahip mekanlar için dağılım çarpanı V_{Monat}

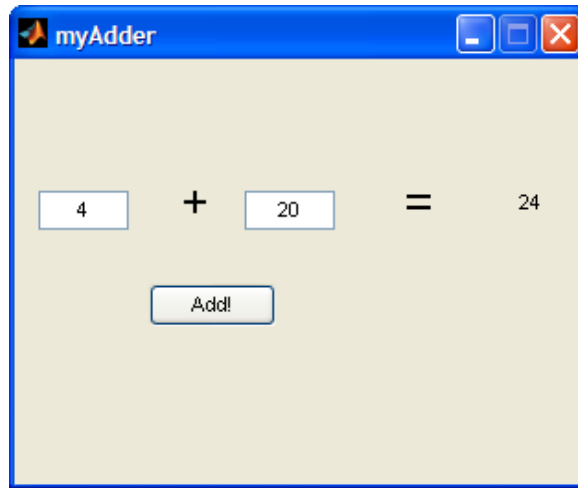
Aylar											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz	Tem	Ağu	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
V_{Monat}											
0,74	0,92	1,06	1,16	1,22	1,24	1,22	1,16	1,06	0,93	0,75	0,54

BÖLÜM 3

MATLAB PROGRAMLAMA

Matlab adını Matrix Laboratory kelimelerinin kısaltılmasından almıştır. Program ilk olarak matris işlemlerinin kolaylıkla hesaplanmasını sağlamak için tasarlanmıştır. Ancak geliştirilmesi sonucu şimdiki halini alarak karmaşık analizlerin sonucunu kolayca bulmayı sağlayan çok geniş bir yelpazede programcılığa hizmet eden bir yapıya bürünmüştür. Bu sebepten ötürü son zamanlarda bilimsel araştırmalarda Matlaba dayalı çalışmaların oldukça arttığı görülmektedir [7].

Matlab çok geniş bir tasarım uygulaması yapısına sahiptir. Bu çalışmada GUI tabanlı bir arayüz kullanıldığından ötürü GUI uygulama tasarımı anlatılacaktır. Açılımı 'Graphical User Interface', yani grafiksel kullanıcı arayüzüdür. Kullanıcı, GUI içeriğinde yer alan nesnelere vasıtasıyla program ile etkileşim sağlar. GUI nesnelere menüler, araç çubukları, radio butonları, liste kutuları ve kaydırıcı listeler olabilir. Arayüz üzerine yazılan m-file dosyaları sayesinde arayüzde verilen komutlar programda işleme sokularak tekrar arayüz ekranında sonuç elde edilebilir. Şekil 3.1' de basit bir GUI arayüz ekranı görülmektedir.



Şekil 3.1 Örnek bir Matlab GUI arayüzü

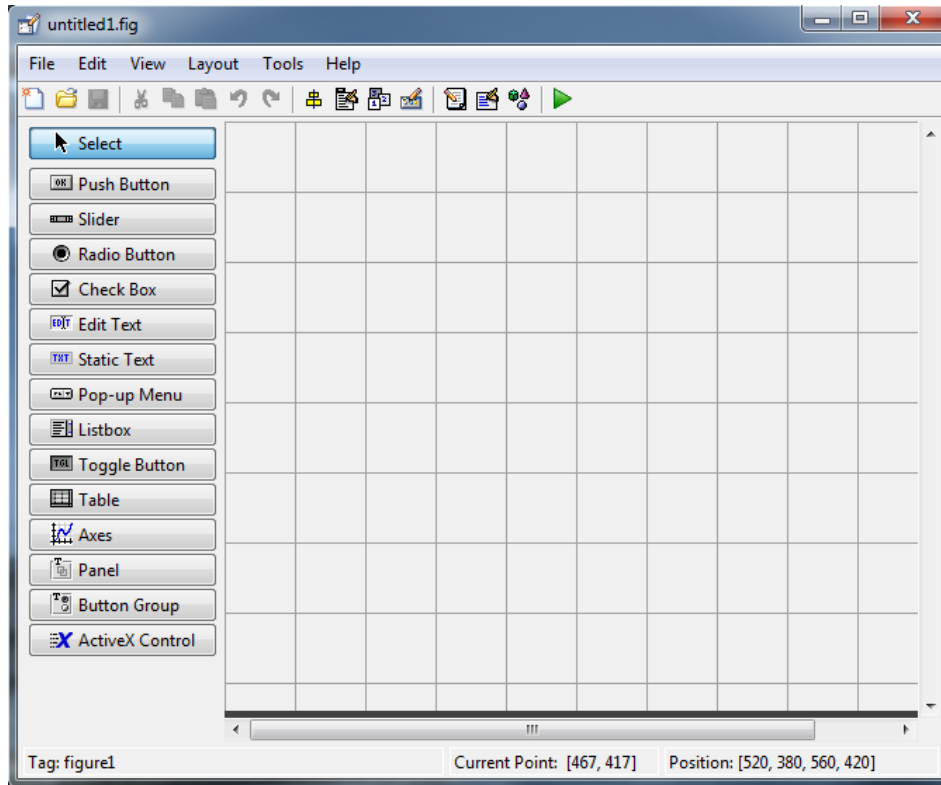
Matlab GUI tasarımları yapabilmek için iki yöntem izlenir:

- Matlab GUIDE aracı kullanılarak arayüz oluşturulması
- M-File programlama yöntemi ile arayüze altyapı oluşturulması

Matlab GUIDE aracında GUI obeleri kolay bir şekilde sürükleyip bırakılarak GUI yüzeyinde yerleştirilir. M-File programlaması yapılırken ise tüm GUI objeleri programlama kodları kullanılarak m-file dosyası üzerine yazılır. Program yazarının bu uygulamaları yapabilmesi için teknik bir programlama bilgisine ihtiyacı vardır.

3.1 GUI Aracı Kullanılarak Arayüz Oluşturulması

GUI, Matlab'ın tasarımcılarına sunduğu bir çok açıdan kolaylık sağlayan bir grafiksel tasarım ortamıdır. GUIDE tasarım ekranında sürük ve bırak yöntemiyle GUI arayüzüne butonlar, yazı kutuları, kaydırıcılar gibi objeler kolaylıkla eklenebilmektedir. Buna ek olarak eklenen nesnelerin ve arayüz görünümünün tasarımı da istenen şekilde yapılabilmektedir. Şekil 3.2' de GUIDE tasarım ekranı gösterilmektedir.



Şekil 3.2 GUIDE tasarım ekranı

Şekil 3.2' deki ekranın sol tarafında bulunan nesne butonlarından ihtiyaç olan buton sürüklenerek çalışma alanına bırakıldığında ilgili nesne arayüze eklenmiş olacaktır.

3.1.1 Push Button Uygulaması

Bir GUI uygulamasında bir işlevin yerine getirilmesi istendiği zaman fare ile üzerine tıklanarak istenilene ulaşılır. Bu çalışma için hazırlanan programda push button yalnızca sonucu yazdırmak istendiğinde tıklanması için kullanılmıştır.

Push button kullanılacağı zaman yanında muhakkak bir adet static texte ihtiyaç duyar. Çünkü tıklandığında bastırılacak sonuç text buttonda gösterilmelidir. İlerleyen konularda detaylı izah edilecektir.

Push button üzerine çift tıkladığı veya fare ile üzerine sağ tıklayıp Property Inspector seçeneği seçildiği takdirde, nesnenin özellikler penceresi açılacaktır. Bu pencerede butonun etiket ismi vardır. Programın çalışabilmesi için buradaki etiket ismi ile m-file dosyasındaki etiket isminin aynı olduğuna dikkat edilmelidir. Ayrıca butonun üzerinde işlevini tarif edecek bir yazı bulunması isteniyorsa özellikler penceresinde 'string' başlığına girilerek istenilen tanım yapılabilir.

3.1.2 Edit Text Uygulaması

Kullanıcının arayüz üzerinde programa veri girişi sağlaması için edit text uygulaması kullanılır. Her girilen veri ya karakter ya da numerik veri olmalıdır. Ancak her girilen veri program tarafından karakter olarak algılanır. Karakter olarak algılanan bir sayısal veriyi gerçekten sayısal veri olarak tanıtmak için m-file dosyasında str2num() komutu kullanılarak sayısal veri elde edilir. Tam tersi olarak da, eğer sayısal veri sonucu elde edildiyse ve statix textte yazdırılacak ise, sayısal veri num2str() komutu kullanılarak karakter verisine çevrilmelidir.

Edit text üzerine çift tıkladığı veya fare ile üzerine sağ tıklayıp Property Inspector seçeneği seçildiği takdirde, nesnenin özellikler penceresi açılacaktır. Bu pencerede uygulamanın etiket ismi vardır. Programın çalışabilmesi için buradaki etiket ismi ile m-file dosyasındaki etiket isminin aynı olduğuna dikkat edilmelidir.

3.1.3 Static Text Uygulaması

Bir GUI uygulamasının oluşturulduğu durumlarda çıkış verilerinin ekrana yazdırılmasında veya ekranda devamlı görünmesinin istendiği tasarımın bir parçası olan sabit yazıların yazılmasında kullanılır. Bu nesnede kullanıcıdan bilgi girişi alınamamaktadır, sadece bilgi göstermek amaçlı kullanılır.

Static text üzerine çift tıkladığı veya fare ile üzerine sağ tıklayıp Property Inspector seçeneği seçildiği takdirde, nesnenin özellikler penceresi açılacaktır. Bu pencerede uygulamanın etiket ismi vardır. Programın çalışabilmesi için buradaki etiket ismi ile m-file dosyasındaki etiket isminin aynı olduğuna dikkat edilmelidir. Ayrıca tasarımın bir parçası olacak şekilde bir tanım veya adlandırma yapılmak isteniyorsa özellikler penceresinde 'string' başlığına girilerek istenilen tanım yapılabilir.

3.1.4 Pop-up Menu Uygulaması

Kullanıcıya listedeki birden çok seçenektan birini seçmesini sağlayan ve o seçeneğe göre işlemleri yürüten nesnedir. Pop-up menü üzerine çift tıkladığı zaman özellikler penceresi açılacaktır. Bu pencerede pop-up menünün etiket ismi ile m-file dosyasındaki ismi örtüşmelidir.

Pop-up menü nesnelinde seçilen ögenin hangisi olduğunu anlamak için 'value' özelliğinden yararlanır. Yani; pop-up menüsünün özellikler penceresine girildiğinde 'string' olarak adlandırılan bir başlık vardır. Bu başlığa girilerek birden fazla seçenektan hangisinin seçileneceğini kullanıcıya sunmak için menü listesi içerisinde seçenekler tek tek yazılır. İlk sıradaki seçenek program tarafından 'value 1' olarak algılanır. Altındaki seçenek 'value 2' olarak algılanır ve bu sistem böyle gider. Daha detaylı bir örnekli gösterim hazırlanan programın anlatımında verilecektir.

3.2 M-File Programlama İle GUI Tasarımı Oluşturma

GUI arayüzünde nesnelere kullanılarak hazırlanan ortamın alt yapısı ve işlevselliği m-file dosyasında hazırlanan kodlarla sağlanır. Yazılan kodlar m-file dosyası olarak kaydedilir. Hem kod satırları hem de arayüzdeki nesnelere komutları aynı dosya içerisinde kaydedilir. Böyle bir tasarımda başarılı olabilmek için detaylıca bir taslak hazırlanmalıdır. Program kodlarının yazımına başladıktan sonra hazırlanan arayüze mümkün olduğunca geri dönmek gerekmektedir. Çünkü arayüzde yapılan bir etiket değişikliği bile direkt olarak m-file dosyasındaki etiketini değiştirmekte ve işlemleri bir karmaşaya sürükleyebilmektedir.

3.3 Aydınlatma İçin İhtiyaç Duyulan Enerjiyi Hesaplama Programının Arayüzü

Bölüm 2' deki formül algoritmaları incelenirse, hazırlanacak programın kullanıcıya bol opsiyon ve birden çok seçenek sunan bir yapıda olacağı anlaşılabilir. İlgili

bölümde izah edildiği üzere öncelikle programda mekanın bir çatı katı mı yoksa normal kat mı olduğu seçilmelidir. Eğer çatı katı seçilirse ona uygun bir gidişat, eğer normal kat seçilirse o yapıya uygun bir gidişat ve formül sırası izlenecektir. Her iki durum içinde kendi içinde gene farklı seçeneklerden seçilmesi istenen koşullar (cam tipi gibi) olacaktır.

3.1' de izah edilen sürükle bırak yöntemi ile objelerin GUI yüzeyine eklenmiş hali Şekil 3.3' de gösterilmiştir. Şekildeki görüntü program çalıştırılmadan önceki son halidir. Program arayüzünde 26 adet pop-up menu, 23 adet edit text, 84 adet static text, 1 adet de push button kullanılmıştır. Yazılım kısmında girilen kodlar sayesinde program çalıştırıldığında görüntü Şekil 3.4' deki gibi olacaktır. Yazılan kodlar ile ilgili daha detaylı bir anlatım 3.4 numaralı başlık altında verilmiştir.

Program çalıştırıldıktan sonra bina durumunun yeni bina mı yoksa eskiden yapılmış mevcut bir bina mı olduğu seçilir. Eğer bina durumu mevcut bina olarak seçilirse, program kullanıcıdan binadaki armatür gücünü de girmesini ister. Şekil 3.5' de bu görüntü gösterilmiştir. Çünkü eğer bina yeni bir bina ise tüm tasarım programın çıktıklarına göre yapılacağından ötürü armatür gücünü program kendisi hesaplar, ancak yapı eskiden mevcut bir bina ise program kurulu gücü bilmeye mecburdur.

Şekil 3.4' de görülebilmektedir ki mekan derinliği, genişliği gibi program tarafından istenen veriler ilk olarak sisteme girilir. Mekanın çatı pencereci bir mekan mı yoksa çatı penceresine sahip olmayan bir mekan mı olduğu seçilir. Şekil 3.6 ve Şekil 3.7' de çatı penceresi olup olmaması durumlarındaki programın görüntüsü gösterilmektedir. Söz konusu ilgili mekana en uygun mekan cinsi Bölüm 2' deki çizelge 2.4' den saptanarak sistemden seçilir. Cephe yönü olarak da kuzey, güney, doğu ve batı seçeneklerinden biri seçilir. Mekanda kullanılacak veya kullanılması düşünülen armatür tipi, lamba tipi ve lamba tipinin cinsine göre görülüp kaybolan seçeneklerden balast tipinin cinsleri seçilir. Son olarak da varlık sensörünün varlığı veya yokluğu ile, kontrol tipi ve buna bağlı olarak kontrol tipi dimmer ise dimmer tipi seçilmelidir.

CTL

Bina durumunu seçiniz Mekanın derinliğini giriniz: Armatür tipini seçiniz Gün ışığı alanının derinliğini giriniz: Kontrol tipini seçiniz

Çatı penceresi Mekanın genişliğini giriniz: Lamba tipini seçiniz Gün ışığı alanının genişliğini giriniz: Varlık Sensörü

Mekanin cinsini seçiniz Armatürün yerden yüksekliğini giriniz:

Cephe yönünü seçiniz

Enerji Hesabı

PJ

DRb

Günlüğü sınıfı

CTL_Vers

CTL_kon

	FTL	Q	kWh
JAN	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
FEB	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
MAR	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
APR	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
MAY	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
JUN	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
JULY	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
AUG	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SEP	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
OCT	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
NOV	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
DEC	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Toplam	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Şekil 3.4 Program arayüzünün çalıştırıldıktan sonraki ilk hali

CTL

Mevcut bina

Çatı penceresi

Mekanin cinsini seçiniz

Cephe yönünü seçiniz

Mekanın derinliğini giriniz:

Mekanın genişliğini giriniz:

Armatürün yerden yüksekliğini giriniz:

Armatürlerin toplam gücünü giriniz (W):

Armatür tipini seçiniz

Lamba tipini seçiniz

Gün ışığı alanının derinliğini giriniz:

Gün ışığı alanının genişliğini giriniz:

Kontrol tipini seçiniz

Varlık Sensörü

Enerji Hesabı

PJ

DRb

Günlüğü sınıfı

CTL_Vers

CTL_kon

	FTL	Q	kWh
JAN			kWh
FEB			kWh
MAR			kWh
APR			kWh
MAY			kWh
JUN			kWh
JULY			kWh
AUG			kWh
SEP			kWh
OCT			kWh
NOV			kWh
DEC			kWh
Toplam			kWh

Şekil 3.5 Bina durumu olarak mevcut bina seçildiği takdirde mevcut armatürlerin toplam gücünün istendiğinin gösterimi

CTL

Yeni bina Mekanın derinliğini giriniz: Armatür tipini seçiniz Gün ışığı alanının derinliğini giriniz: Kontrol tipini seçiniz

Mekanın genişliğini giriniz: Lamba tipini seçiniz Gün ışığı alanının genişliğini giriniz: Varlık Sensörü

Armatürün yerden yüksekliğini giriniz:

Mekanin cinsini seçiniz

Cephe yönünü seçiniz

Çatı penceresinin cinsini seçiniz

Çatı penceresi adedi:

Çatı eğimini (w) giriniz:

Enerji Hesabı

PJ

DRb

Güneşli sınıfı

CTL_Vers

CTL_kon

	FTL	Q	kWh
JAN	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
FEB	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
MAR	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
APR	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
MAY	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
JUN	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
JULY	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
AUG	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
SEP	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
OCT	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
NOV	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
DEC	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
Toplam	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh

Şekil 3.6 Çatı penceresi olan mekanın enerji ihtiyacının hesaplanması

CTL

Yeni bina

Engel Seçimi

Cephe bileşenini seçiniz

Enerji Hesabı

PJ

DRb

Güneşli sınıfı

CTL,Vers

CTL,kon

	FTL	Q	kWh
JAN	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>
FEB	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>
MAR	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>
APR	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>
MAY	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>
JUN	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>
JULY	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>
AUG	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>
SEP	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>
OCT	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>
NOV	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>
DEC	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>
Toplam	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>

Şekil 3.7 Çatı penceresi olmayan mekanın enerji ihtiyacının hesaplanması

Hangi pop-up menü içerisinde hangi seçeneklerin olduğu ve seçilen seçeneklere göre karşılaşılabilecek olasılıklar aşağıda anlatılmıştır. Şekil 3.4' deki seçenek ve veri girişleri tüm olasılıklarda yer almaktadır, onların üzerinde durulmayacaktır.

Armatür tipi altında 3 adet seçenek vardır:

- Direkt armatür
- Hem direkt hem de endirekt armatür mevcut
- Endirekt armatür

Lamba tipi altında 8 adet seçenek vardır. Her lamba tipine göre de altında balast tipi seçeneği açılabilir.

- Akkor
- Tungsten halojen
- Tüp floresan
 - (Elektronik balast, düşük kayıplı balast, konvensiyonel balast)
- Kompakt Floresan(harici elektronik balast)
 - (Elektronik balast, düşük kayıplı balast, konvensiyonel balast)
- Kompakt Floresan(entegre EB)
- Yüksek yoğunluklu deşarj metal halide
 - (Elektronik balast, konvensiyonel balast)
- Yüksek basınçlı sodyum buharlı
- Yüksek basınçlı cıva buharlı

Kontrol tipi altında 2 adet seçenek vardır: Manuel kontrol ve dimmer. Eğer kontrol tipi olarak dimmer seçilirse program kullanıcıdan dimmer tipini de seçmesi ister. Dimmer tipi altında da 2 adet seçenek vardır: Tamamen kapatma yok ve tamamen kapatma mevcut.

Yapay aydınlatma sisteminin tamamen kapatılması söz konusu olmayan dimmer sistemlerinde tamamen kapatma yok seçeneği seçilir, detaylı anlatım Bölüm 2' de verilmiştir.

Şekil 3.6’ da çatı pencereli mekanlar için programın görüntüsü verilmiştir. Çatı pencereli mekanın hesaplanmasında öncelikle kullanıcı tarafından pencere adedi ve çatı eğimi girilmelidir. Ardından çatı penceresinin cinsi seçilmelidir. Aslında üç adet çatı penceresi cinsi vardır; kubbe, devamlı ve sundurma çatı penceresi. Ancak kubbe ve devamlı çatı pencereleri tek başlıkta toplanarak programda iki adet seçenek verilmiştir, ileriki seçeneklerde birbirinden ayrıştırmışlardır.

Şekil 3.8’ de görüldüğü üzere program kullanıcıdan çatı penceresinin genişliğinin, uzunluğunun ve pencerenin yerden yüksekliğinin verilerini istemektedir. Kubbe çatı penceresi için ayrı cam türü, devamlı çatı penceresi için ayrı cam türü seçenekleri verilmiştir.

Şekil 3.9’ da sundurma çatı pencereli mekanın hesaplanmasındaki arayüz gösterimi verilmiştir. Program kullanıcıdan pencere genişliğini, yüksekliğini, çatı yüzeyinin uzunluğunu ve zemin-çatı eğiminin derecesini istemektedir. Ayrıca cam türünde seçeneklerden seçilmesi gerekmektedir.

Şekil 3.7’ de çatı penceresi olmayan mekanlar için programın arayüz görüntüsü verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi beş adet engel çeşidi vardır. Doğrusal engel, çıkıntı engeli ve yan kanat engelleri için açi değerlerinin sisteme girilmesi gerekmektedir. Eğer bu engellerden her hangi biri yok ise ilgili seçenekten ‘engel yok’ seçilmelidir. Çift cam engeli seçeneğinde ise sadece var veya yok şıkları vardır.

Cephe bileşeni altında 4 adet seçenek vardır. Her bileşen tipine göre renk ve jaluzi seçimi seçeneği açılabilir.

- Filmlerli cam
- Stor
- (Renk seçimi : Beyaz, gri-diğer)
- Klasik jaluzi ve Güneş takip sistemli jaluzi
- (Dış cephe jaluzi (kapalı), dış cephe jaluzi (45 dereceye ayarlı), dış cephe dikey güneşlik, iç cephe klasik jaluzi (kapalı), iç cephe klasik jaluzi (45 dereceye ayarlı))
- (Renk seçimi : Beyaz, gri-diğer)

Veriler girildikten sonra ‘Enerji Hesabı’ yazan push buttona tıkladığında ilgili mekana ait hesaplama verileri aylık ve toplam bazda sistem tarafından kullanıcıya sunulur.

CTL

Yeni bina Mekanın derinliğini giriniz: Armatür tipini seçiniz Gün ışığı alanının derinliğini giriniz: Dimmer

Var Mekanın genişliğini giriniz: Yüksek basınçlı cr... Gün ışığı alanının genişliğini giriniz: Dimmer tipini seçiniz

Mekanin cinsini seçiniz Armatürün yerden yüksekliğini giriniz: Varlık Sensörü

Cephe yönünü seçiniz

Kubbe - Devamlı çatı penceresi Kubbe çatı penceresi Camın cinsini seçiniz

Çatı penceresi adedi:

Çatı eğimini (w) giriniz:

Çatı penceresinin genişliğini (bs) giriniz:

Çatı penceresinin uzunluğunu (as) giriniz:

Çatı penceresinin yerden yüksekliğini (hs) giriniz:

Enerji Hesabı

PJ

DRb

Güneşçi sınıfı

CTL,Vers

CTL,kon

	FTL	Q	kWh
JAN	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
FEB	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
MAR	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
APR	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
MAY	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
JUN	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
JULY	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
AUG	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
SEP	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
OCT	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
NOV	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
DEC	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
Toplam	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh

Şekil 3.8 Kubbe çatı pencereleli mekanın hesaplanmasında arayüz gösterimi

CTL

Yeni bina Mekanın derinliğini giriniz: Armatür tipini seçiniz Gün ışığı alanının derinliğini giriniz: Dimmer

Var Mekanın genişliğini giriniz: Yüksek basınçlı cv... Gün ışığı alanının genişliğini giriniz: Dimmer tipini seçiniz

Mekanin cinsini seçiniz Armatürün yerden yüksekliğini giriniz: Varlık Sensörü

Cephe yönünü seçiniz Sundurma (testere dişli) çatı penc... Camın cinsini seçiniz

Çatı penceresi adedi:

Çatı eğimini (w) giriniz:

Zemin ile çatı penceresi arasındaki eğimi (f) giriniz:

Çatı penceresi genişliğini (bRB) giriniz:

Çatı penceresi uzunluğunu (hg) giriniz:

Çatı yüzeyinin uzunluğunu (hw) giriniz:

Enerji Hesabı

PJ

DRb

Güneşli sınıfı

CTL,Vers

CTL,kon

	FTL	Q	kWh
JAN	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
FEB	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
MAR	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
APR	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
MAY	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
JUN	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
JULY	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
AUG	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
SEP	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
OCT	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
NOV	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
DEC	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh
Toplam	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh

Şekil 3.9 Sundurma çatı pencereleli mekanın hesaplanmasında arayüz gösterimi

3.4 Programın M-File Editör Dosyası

Önceden tasarlanan GUI arayüz uygulaması ile ilgili komutları görebilmek ve üzerinde değişiklik yaparak amaca ulaşabilmek için bu editör kullanılır. GUI aracı kullanılarak programın arayüzü taslak olarak hazırlandıktan sonra kaydet butonuna basıldığı takdirde kaydedilen arayüzün aynı isminde bir m-file editör dosyası türetilir. Matlab tarafından objelerin etiket isimlerine göre m-file editör dosyasında da aynı etiket isimleri ile 'callback' ve 'createfcn' işlevsel fonksiyonları oluşturulur.

Bu çalışma için hazırlanan editör dosyası ile ilgili bazı anlatımlar yapılacaktır. Arayüze eklenen tüm objelerin hepsinin program koşturulduğunda hemen ekranda gösterilmesi istenmemektedir. 3.3 numaralı konudan da görülebileceği üzere program bir çok varyasyon ve opsiyon sunmaktadır. Dolayısıyla istenilen objelerin görünmesi ve istenmeyenlerinin görünmemesi aşağıdaki kodlar ile sağlanmaktadır.

Örneğin; objenin görünmemesi istendiğinde

```
set(handles.popupmenu11,'visible','off')
```

kodu yazılır.

Objenin görünür olması istendiğinde

```
set(handles.popupmenu11,'visible','on')
```

kodu yazılır.

Push butona tıklandığında sonuç yazdırılacağından ötürü tüm programın hesaplamaları ve formül gidişatları push butonun etiket isminin bulunduğu callback fonksiyonun altına yazılır. Öncelikle 'findobj' kodunun kullanılarak nesneyi buldurma sağlanmalıdır. Nesnenin etiket ismine gönderme yapılarak nesne bulunur. Push butonun callback fonksiyonu altında kod yazımına başlanması ve findobj kodunun kullanımı aşağıda verilmiştir.

```
% --- Executes on button press in pushbutton1.
```

```
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

```
catipenceresi=findobj(gcf,'TAG','popupmenu1');
```

```
penuz=findobj(gcf,'TAG','edit34');
```

```
penyuk=findobj(gcf,'TAG','edit35');
```

Popupmenu1 etiketli obje çağrılarak 'catipenceresi' olarak isimlendirilmiştir. Popupmenu1 etiketli obje arayüzdeki mekanda çatı penceresinin olup olmadığını soran objedir. Tüm objeler aynı kodlarla buldurulduktan sonra 'get' kodu kullanılarak ilgili değişkene atama yapılır.

```
secim1=get(catipenceresi,'value'); % catipenceresi value değerini secim1 değişkenine ata
```

```
as=get(penuz,'string');
```

```
hs=get(penyuk,'string');
```

Daha sonra findobj kodu ile çağrılarak get kodu ile değişkene atanan edit text nesneleri string olarak tanındıkları için sayısal veriye dönüştürülmelidir. Bu işlem aşağıdaki kodlar ile sağlanır.

```
bs=str2num(bs);
```

```
as=str2num(as);
```

```
hs=str2num(hs);
```

Ardından Bölüm 2' de anlatıldığı şekilde formüller kodlar yardımıyla editör dosyasına yazılır. Kod yazımında çizelgeleri sisteme okutabilmek için switch ve if komutları kullanılmıştır.

Formüller ve çizelgeler editöre yazıldıktan sonra aşağıdaki kodlar kullanılarak yazdırma işlemi tamamlanmıştır. Sayısal veri olarak hesaplanan Q değeri string veriye dönüştürülerek static text nesnesinde bu şekilde bastırılabilir.

```
Q=num2str(Q);
```

```
set(output_Q,'string',Q);
```

DUYARLILIK ANALİZİ

Duyarlılık analizi, bir doğrusal problemde belirlenen parametrelerin değişmesi durumunda net sonucu ne oranda etkilediğinin incelenmesidir. Problemdeki parametrelerin kalıcı olmadığı ve ileri de değişime uğrayabileceği ve hangi parametrenin sonucu nasıl etkileyeceği araştırılır.

Bu bölümde, Matlab GUI tabanında hazırlanan yazılımda hangi parametrelerin net enerji ihtiyacını ne oranda etkilediği tablolar ile desteklenerek izah edilmiştir.

Duyarlılık analizi incelenirken üç olasılık üzerinde durulacaktır. Birinci olasılıkta çatı penceresinin mevcut olmadığı bir mekan, ikinci olasılıkta kubbe veya devamlı çatı penceresinin olduğu bir mekan, üçüncü olasılıkta ise sundurma yapıda çatıya sahip bir mekan incelenecektir. Tüm olasılıklarda bina tipinin ‘yeni bina’ olduğu kabul edilmiştir.

4.1 Çatı Penceresi Olmayan Mekan

Sağlıklı ve anlaşılabilir bir duyarlılık analizi yapabilmek için öncelikle bir referans değer alınmalıdır. Her bir parametre için bir referans değer seçilerek, daha sonra bu referans değerler tek tek değiştirilerek net sonuçtaki oluşan değişiklikler gözlemlenecektir. Çizelge 4.1’ de çatı penceresi olmayan mekanlar için yapılacak duyarlılık analizinde referans olarak kabul edilecek değerler verilmiştir. İlgili çizelgedeki referans değerler kullanılarak programdan alınan enerji ihtiyacı çıktısı yıllık 1143,0207 kwh olarak hesaplanmıştır. Her bir referans değer, diğer değerler sabit tutulmak koşuluyla tek tek değiştirilmiş ve çıkan sonuçlar yazılmıştır. Hangi değer ne oranda net sonucu etkilediği ileriki sayfalarda tek tek incelenecektir.

Çizelge 4.1 Çatı penceresi olmayan mekanlar için duyarlılık analizi çalışmasında alınacak referans değerler

	Referans Değerler
Mekanın Derinliği	11,30 m
Mekanın Genişliği	11,58 m
Mekanın Yüksekliği	3,00 m
Mekanın Cinsi	2-6 kişilik bölünmüş ofis
Cephe Yönü	Kuzey
Güneşli Derinliği	11,30 m
Güneşli Genişliği	11,58 m
Engel	Yok
Karkas Açıklığı	83,925m ²
Lentunun Yüksekliği	3,00 m
Cam Tipi	Çift Cam
Armatür Tipi	Direkt
Lamba Tipi	Tüp Floresan
Balast Tipi	Elektronik
Kontrol Tipi	Dimmer
Dimmer Tipi	Tamamen kapatma yok
Varlık Sensörü	Var
Cephe Bileşeni Türü	Klasik Jaluzi
Cephe Bileşeni Rengi	Beyaz
Jaluzi Tipi	Dış Cephe Jaluzi (Kapalı)

Çizelge 4.1’ de verilen referans değerler kullanıldığında programdan yıllık 1143,0207 kwh’lik enerji ihtiyacı olduğu çıktısı alınmıştır. Güneşliğin ‘güçlü’ sınıfında olduğu, elektriksel değerlendirme gücünün (p_j) ise 11,4663 W/m² olarak hesaplandığı görülmektedir.

Mekanın derinlik, genişlik, yükseklik ve güneşli alanları ile ilgili değerler iskelet değerler olduğundan dolayı bu değerlerin değiştirilmesi net sonucu oldukça etkilemektedir, bu noktada duyarlılık analizini başarıya ulaştırmak mümkün gözükmemektedir.

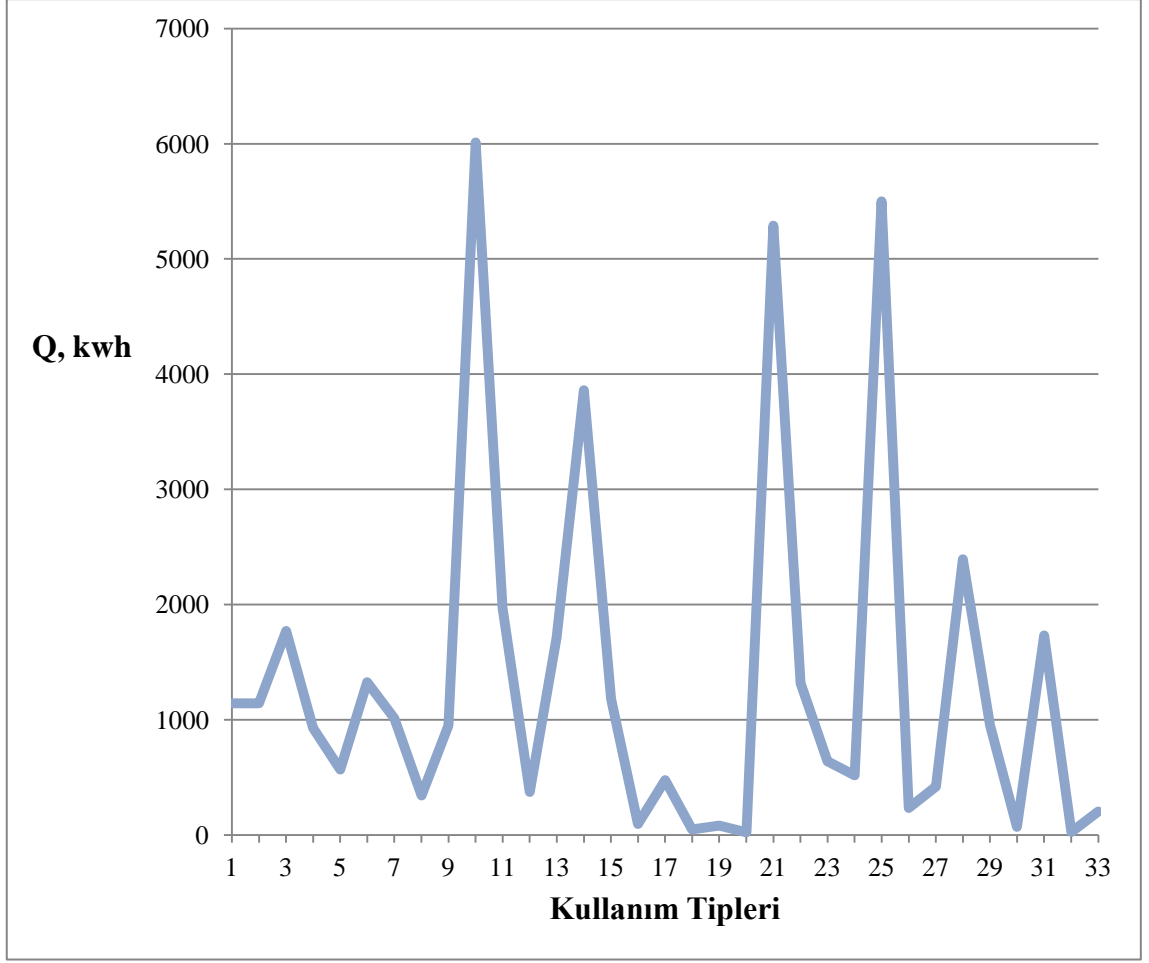
İlk olarak mekanın cinsi değiştirilerek analize başlanacaktır. Aşağıdaki Çizelge 4.2’ de mekana göre elde edilen sonuçlar verilmektedir. Çizelgeden de görülebildiği gibi, mekanın cinsi net sonucu artı veya eksi yönde oldukça etkilemektedir. Dolayısıyla bir mekandaki aydınlatma için ihtiyaç duyulan enerjiyi etkileyen en önemli faktörlerden

biri mekanın cinsidir denilebilir. Mekanın cinsine göre oluşan bu değişkenli tabloda ana etkenlerden ikisi kullanım süreleri ve mekan için istenen aydınlık düzeyleridir.

Çizelge 4.2 Referans değerlerinden mekanın cinsi değiştirildiği takdirde elde edilen net sonuçlar

No	Kullanım Tipi	Net Enerji İhtiyacı (kwh)	No	Kullanım Tipi	Net Enerji İhtiyacı (kwh)
1	Tek kişilik kişisel ofis	1143,021	18	Yardımcı alanlar(Yaşam alanı olmayan)	47,1421
2	2-6 kişilik çalışma ofisi	1143,021	19	Sirkülasyon alanları	81,4848
3	7 ve daha fazla kişilik bölünmüş ofis	1769,912	20	Arşiv ve teknik cihazlar odası	22,4331
4	Toplantı, konferans ve seminer salonu	929,2039	21	Sunucu ve bilgisayar odası	5288,329
5	Bilet gişesi	565,7053	22	Atölye, montaj ve üretim	1316,028
6	Perakende mağazası	1325,297	23	İzleyici alanları(Tiyatro vb..)	637,8991
7	Perakende market	1010,539	24	Fuaye(Tiyatro vb..)	517,882
8	Sınıf	341,8458	25	Sahne(Tiyatro vb..)	5499,353
9	Ders salonu veya oditoryum	951,2402	26	Fuar-Kongre Binası	234,2596
10	Hastane odası veya yurt	6010,364	27	Sergi ve müze	420,8576
11	Otel odası	1969,077	28	Kütüphane-Okuma odaları	2391,443
12	Kantin	373,6019	29	Kütüphane-Kitaplıklar	950,0338
13	Restorant	1713,923	30	Kütüphane-Dergi ve Magazin	68,8774
14	Konut olmayan binadaki mutfak	3859,814	31	Kamusal alan dışındaki spor salonları	1731,551
15	Kiler	1180,917	32	Garaj-Ofis veya şahsi kullanım	24,8274
16	Tuvaletler ve konut olmayan binalardaki sağlık tesisleri	94,2842	33	Otopark	203,7449
17	Diğer yaşam alanları	476,2165			

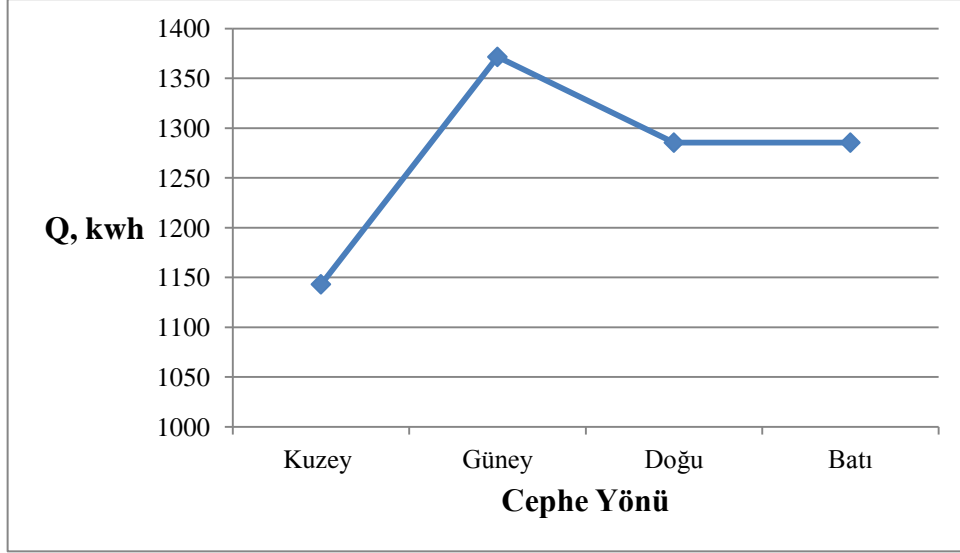
Şekil 4.1' de kullanım tiplerine göre oluşan Q değerleri grafik şeklinde verilmiştir. Çizelge 4.2' deki kullanım tiplerinin numaraları grafikte de kullanılmıştır.



Şekil 4.1 Referans değerler baz alınarak kullanım tiplerine göre 'Q' enerji ihtiyacını gösteren grafik

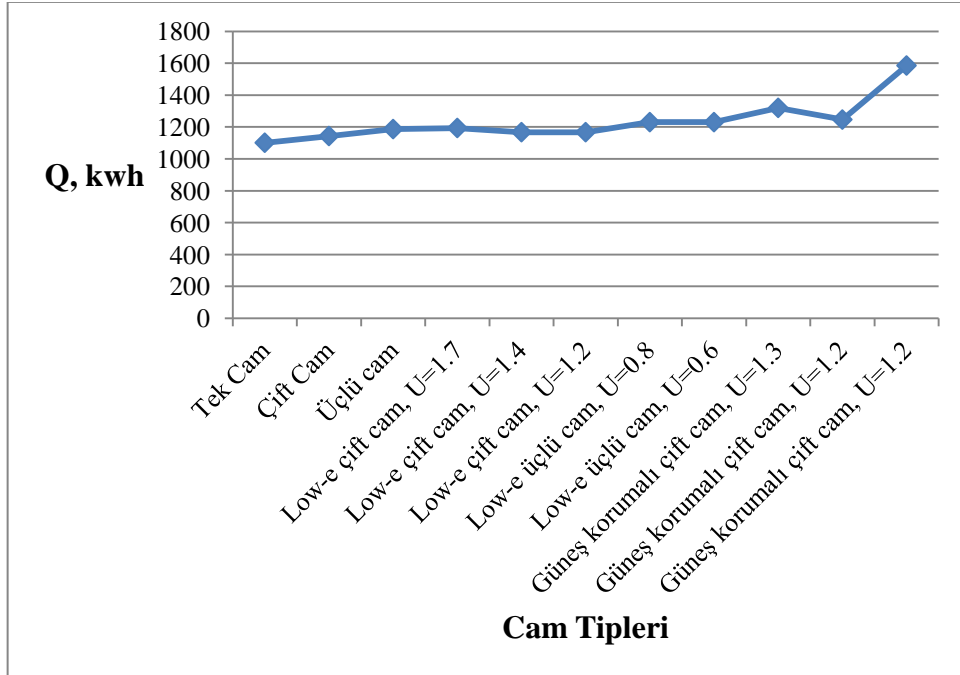
Grafiktende görülebildiği gibi yardımcı alanlar (yaşam alanı olmayan), arşiv ve teknik cihazlar odası, kütüphane-dergi ve magazin, garaj-ofis veya şahsi kullanım olarak adlandırılan değerlendirme alanlarının enerji ihtiyaçları çok düşük çıkmıştır. Bundaki en önemli etken istenen aydınlık düzeyinin diğer mekanlara göre daha düşük olmasıdır.

Mekanın cephe yönü referans olarak kuzey seçilmiştir. Eğer cephe yönü değiştirilerek güney yapılırsa elde edilen net enerji ihtiyacı sonucu 1371,4508 kwh'dir. Eğer cephe yönü doğu veya batı olarak seçilirse net enerji ihtiyacı 1285,3548 kwh olarak bulunur. Referans değer olarak seçilen kuzey yönünde enerji ihtiyacı 1143,0207 olarak bulunmuştu. Bu durum 'Q' değerinin cephe yönüne göre % 12 ile % 17 arasında değişiklik gösterdiği olarak yorumlanabilir. Ancak detaylı analizlerde görülmektedir ki, bu oranlar derinlik, genişlik ve günışığı alanlarına göre çok değişiklik göstermektedir. Bu gözlemlere dayanarak cephe yönünün 'Q' değerini en fazla % 22 etkilediği söylenebilir. Şekil 4.2' de yönlere göre oluşan 'Q' değerleri grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.2 Referans değerler baz alınarak cephe yönlerine göre 'Q' enerji ihtiyacını gösteren grafik

Cam tipleri de güneşlenmeyi etkileyen faktörlerden birisidir. Cam tipinde referans değerler olarak çift cam seçilmiştir. Bu durumda net enerji ihtiyacı 1143,0207 kwh olarak bulunmuştur. Şekil 4.3' de cam tiplerine göre Q değerinin değişimi gösterilmektedir. Güneş korumalı çift cam ($U=12$) dışında diğer cam türlerinde yakın değerler sağlanarak en fazla % 10' a kadar bir değişim olduğu gözlemlenmiştir. Güneş korumalı çift camda ($U=12$) ise net enerji ihtiyacı 1585,13 kwh olarak bulunmuştur. Bu değer % 39'luk bir değişim demektir.



Şekil 4.3 Cam tiplerine göre 'Q' enerji ihtiyacı değişimini gösteren grafik

Güneşlenmeyi etkileyecek en önemli etkenlerden birisi engellerdir. Referans değer olarak engel olmadığı düşünülmüştür ve net enerji ihtiyacı 1143,0207 kwh olarak bulunmuştur. Burada engellerin ne oranda sonucu etkilediği incelenecektir. Altı adet engel türü vardır, aşağıda tek tek incelenecektir.

Doğrusal engel:

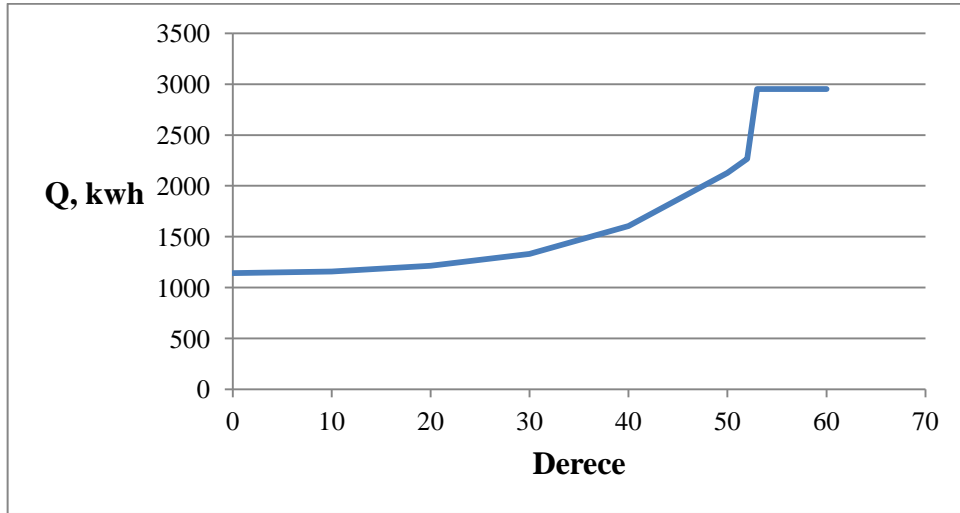
Açı= 10° olarak seçildiğinde; Q= 1159,5744 kwh olarak hesaplanmıştır.

Bu açı değeri için 'Q' değeri % 2 artmıştır.

Açı= 52° olarak seçildiğinde; Q= 2266,7391 kwh olarak hesaplanmıştır.

Bu açı değeri %98'e kadar 'Q' değerinin artmasına sebep olmuştur.

Buradan çıkarılacak sonuç; doğrusal engel açısının çok geniş bir yelpazede net sonuca etki edebildiğidir. Doğrusal engel olması durumunda engel açısına göre elde edilen sonuçlar Şekil 4.4' de gösterilmiştir.



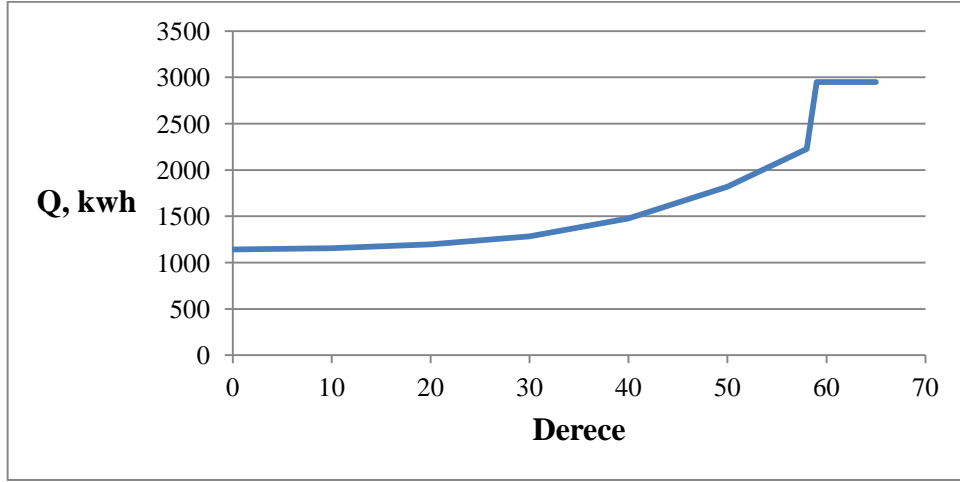
Şekil 4.4 Doğrusal engel olduğunda açısına göre 'Q' enerji ihtiyacını gösteren grafik

Çıkıntı engeli:

Açı= 10° olarak seçildiğinde; Q= 1155,9634 kwh olarak hesaplanmıştır. Bu açı değeri için 'Q' değeri % 2 artmıştır.

Açı= 52° olarak seçildiğinde; Q= 2225,3278 kwh olarak hesaplanmıştır. Bu açı değeri %94'e kadar 'Q' değerinin artmasına sebep olmuştur.

Buradan çıkarılacak sonuç; çıkıntı engel açısının çok geniş bir yelpazede net sonuca etki edebildiğidir. Çıkıntı engeli olması durumunda engel açısına göre elde edilen sonuçlar Şekil 4.5’ de gösterilmiştir.



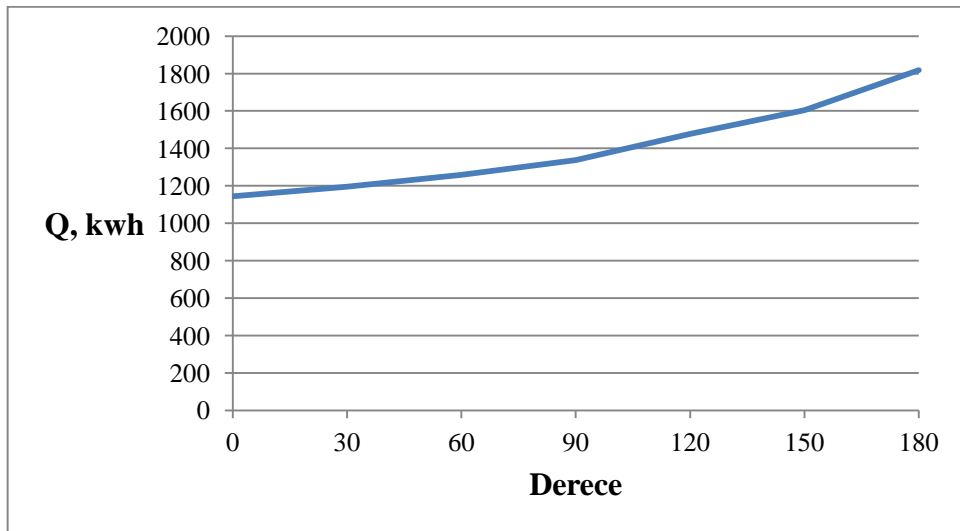
Şekil 4.5 Çıkıntı engeli olduğunda açısına göre ‘Q’ enerji ihtiyacını gösteren grafik

Yan kanat engeli:

Açı= 30° olarak seçildiğinde; Q= 1194,77 kwh olarak hesaplanmıştır. Bu açı değeri için ‘Q’ değeri % 2 artmıştır.

Açı= 180° olarak seçildiğinde; Q= 1818,40 kwh olarak hesaplanmıştır. Bu açı değeri %64’e kadar ‘Q’ değerinin artmasına sebep olmuştur.

Yan kanat engeli olması durumunda engel açısına göre elde edilen sonuçlar Şekil 4.6’ da gösterilmiştir.



Şekil 4.6 Yan kanat engeli olduğunda açısına göre ‘Q’ enerji ihtiyacını gösteren grafik

Avlu ve atriyum engelleri için duyarlılık analizi yapılmamıştır. Çünkü avlu veya atriyumun derinlik ve genişlik gibi spesifik değerlere sahip olacağı için sağlıklı bir çalışma yapmak mümkün olmamıştır.

Çift cam engeli:

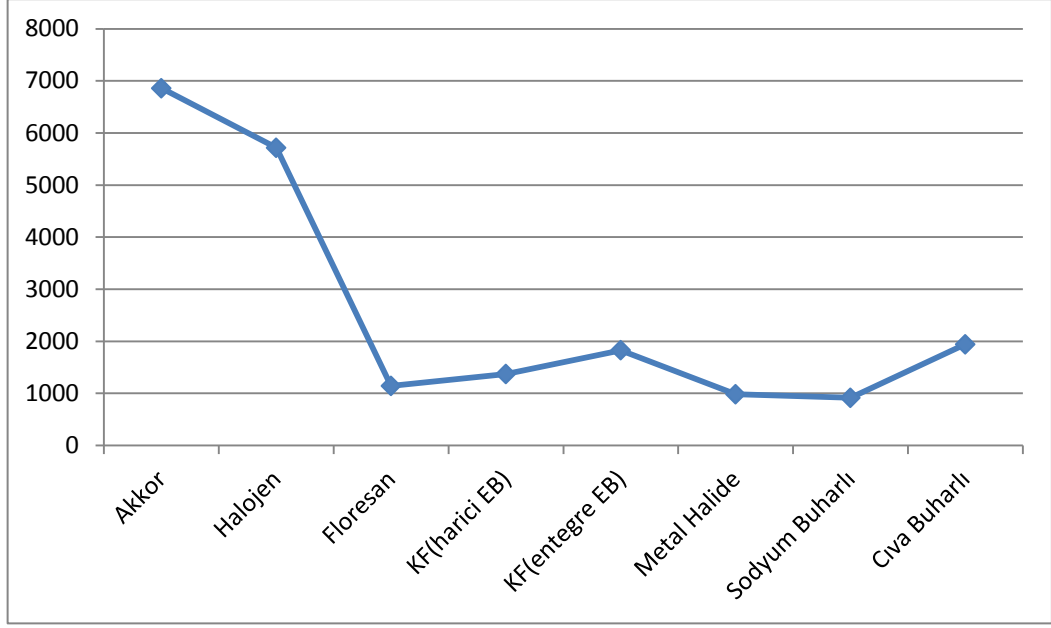
Referans değerlerde mekanda çift cam engeli olmadığı kabul edilmiştir. Sonuç 1143,0207 kwh olarak bulunmuştur. Eğer çift cam engelinin var olduğu kabul edilirse 1699,415 kwh'lik enerji ihtiyacı hesaplanmış olur. Bu da yaklaşık %48' lik bir değişim demektir.

Programda üç tip armatür seçeneği verilmiştir: Direkt armatür, endirekt armatür ve direkt / endirekt armatür. Referans olarak alınan çalışmada direkt armatür seçilmiştir. Sonuç 1143,0207 kwh olarak bulunmuştur. Eğer armatür tipi endirekt armatür olarak seçilirse sonuç 1942,7589 olacaktır. Bu da yaklaşık % 70 'lik bir artış demektir. Eğer armatür tipi direkt / endirekt armatür olarak seçilirse sonuç 1446,9867 olacaktır. Bu da yaklaşık % 27 'lik bir artış demektir.

Programda sekiz adet lamba tipi seçeneği sunulmuştur. Referans olarak alınan çalışmada lamba tipi olarak 'tüp floresan' seçilmiştir. Çizelge 4.3' de lamba tipi değiştirildiği takdirde elde edilen net enerji sonuçları verilmiştir. Şekil 4.7' de lamba tiplerine göre Q değerinin değişimi gösterilmektedir. En çok enerji tüketiminin akkor ve tungsten halojen lambalarda olduğu görülmektedir. En verimli lambalarında yüksek yoğunluklu deşarj metal halide ve yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar olduğu görülmektedir.

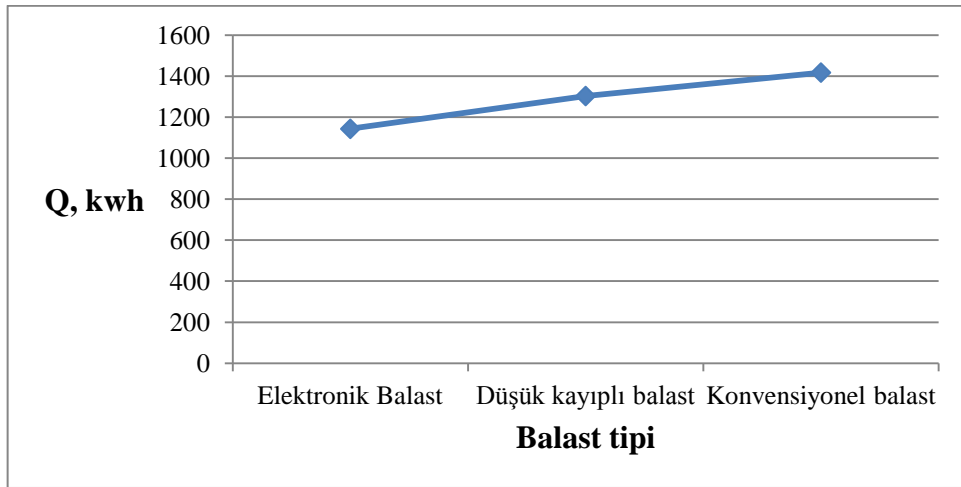
Çizelge 4.3 Referans değerlerinden lamba tipi değiştirildiği takdirde elde edilen net sonuçlar

Lamba Tipi	Net Enerji İhtiyacı (kwh)
Akkor	6858,12
Tungsten halojen	5715,1
Tüp floresan	1143,02
Kompakt Floresan(harici elektronik balast)	1371,62
Kompakt Floresan(entegre EB)	1828,83
Yüksek yoğunluklu deşarj metal halide	982,99
Yüksek basınçlı sodyum buharlı	914,41
Yüksek basınçlı cıva buharlı	1941,13



Şekil 4.7 Lamba tiplerine göre 'Q' enerji ihtiyacı değişimini gösteren grafik

Her lamba tipinde farklı balast tipleri vardır. Tüm balast tipleri üç kısımda toplanabilir: Elektronik balast, düşük kayıplı balast ve konvensiyonel balast. Referans olarak alınan çalışmada lamba tipi olarak tıp floresan ve balast tipi olarak da elektronik balast seçilmiştir. Çıkan sonuç önceki anlatımlarda verilmiştir. Lamba olarak gene floresan lamba seçilerek balast tipi düşük kayıplı balast olarak ayarlanırsa elde edilen net enerji ihtiyacı sonucu 1303,04 kwh'dir. Bu değer yaklaşık % 13'lük bir değişim olduğunu göstermektedir. Eğer aynı şartlarda balast tipi konvensiyonel balast olarak seçilirse sonuç 1417,34 kwh olarak bulunur. Bu sonuçta yaklaşık % 24'lük bir artış olduğunu göstermektedir. Şekil 5.8' de balast tiplerine göre Q değerinin değişimi gösterilmektedir.



Şekil 4.8 Balast tiplerine göre 'Q' enerji ihtiyacı değişimini gösteren grafik

Programda, güneşten korunmayı sağlamak için cephe bileşenleri ile ilgili dört adet seçenek verilmiştir. Bunlar; filmli cam, stor, klasik jaluzi ve güneş takip sistemli jaluzidir. Duyarlılık analizinde sonuca varmak adına referans olarak seçilen çalışmada cephe bileşeni olarak beyaz renkte dış cephede kapalı pozisyonda klasik jaluzi seçilmiştir. Cephe yönü de kuzey olarak seçilmişti. Ancak cephe bileşeninin duyarlılık analizini yapabilmek için cephe yönünü değiştirmek gerekmektedir. Çünkü kuzeye bakan cephelerde cephe bileşenlerinin bir etkisi yoktur[6]. Cephe yönü sadece bu bölüm için güney olarak seçilmiştir. Bu şartlarda elde edilen sonuç 1371,4508 kwh olmuştur. Aşağıda cephe bileşeni türlerine göre elde edilen 'Q' değerleri verilmektedir. Değişimler Şekil 4.9' dan da görülebilir.

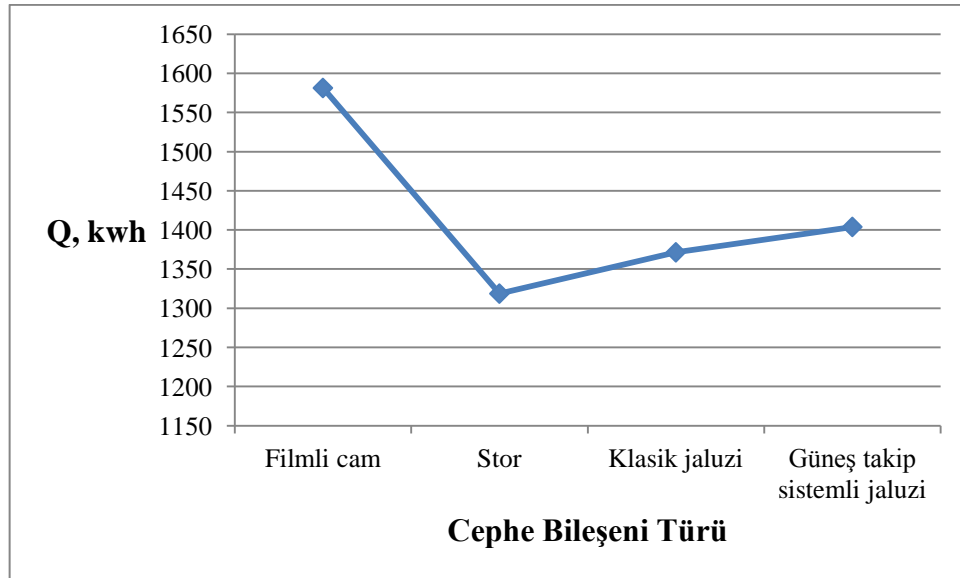
Filmli cam = 1581,315 kwh

Stor = 1318,7294 kwh

Klasik jaluzi = 1371,4508 kwh

Güneş takip sistemli jaluzi = 1403,874 kwh

Cephe bileşeninin Q değerini en fazla % 20 etkilediği görülmektedir. Filmli cam kullanıldığında enerji ihtiyacı artmakla beraber diğer bileşenler kendi aralarında en fazla yaklaşık % 7 değişmektedir.



Şekil 4.9 Cephe bileşeni türlerine göre 'Q' enerji ihtiyacı değişimini gösteren grafik

Analiz çalışmasında cephe bileşeninin rengi referans olarak klasik jaluzi için beyaz olarak seçilmiştir. Cephe yönünün güney olarak seçildiği durumda enerji ihtiyacı 1371,4508

kwh olarak bulunmuştur. Aynı şartlarda jaluzi rengi gri veya başka tonda bir renk olarak seçilirse ‘Q’ değeri 1611,91 kwh olarak hesaplanır. Bu değer %17’ lik bir artış demektir.

Cephe bileşeni türlerinden jaluzili tiplerde beş adet çeşit vardır. Seçime göre her birisi ‘Q’ değerini ayrı etkilemektedir. Referans değerler sabit tutularak sadece jaluzi tipleri değiştirildiğinde elde edilen ‘Q’ değerleri aşağıda verilmektedir.

Dış cephe jaluzi (kapalı) = 1371,45 kwh

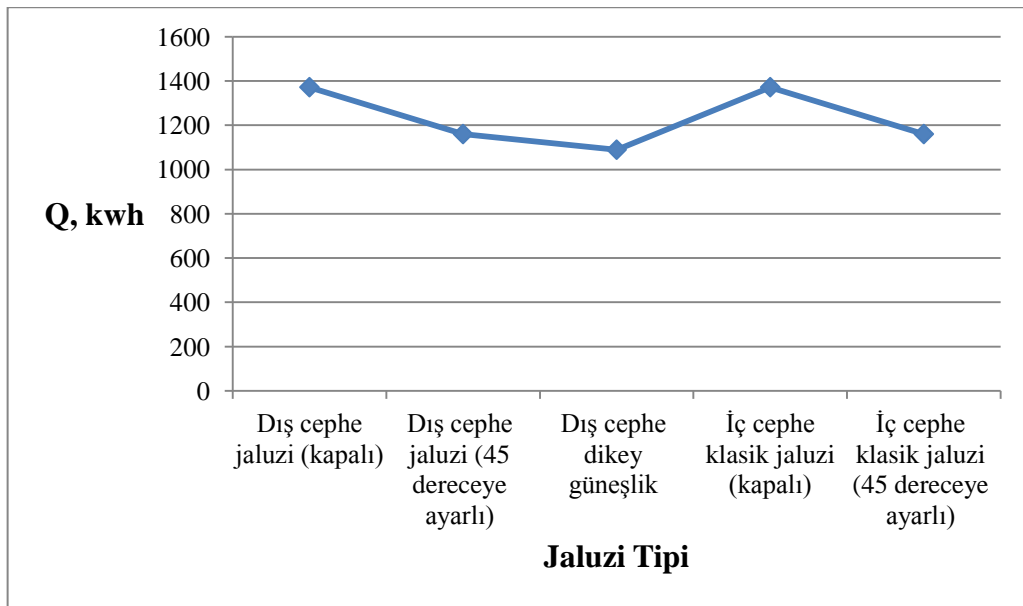
Dış cephe jaluzi (45 dereceye ayarlı) = 1159,66 kwh

Dış cephe dikey güneşlik = 1089 kwh

İç cephe klasik jaluzi (kapalı) = 1371,45 kwh

İç cephe klasik jaluzi (45 dereceye ayarlı) = 1159,66 kwh

Jaluzi tipinin Q değerini en fazla % 27 etkilediği görülmektedir. Jaluzi kapalı kullanıldığında enerji ihtiyacı artmakla beraber diğer durumlarda enerji ihtiyacı en fazla % 7 – 10 oranında artmaktadır. Değişimler Şekil 4.10’ dan da görülebilir.



Şekil 4.10 Jaluzi tiplerine göre ‘Q’ enerji ihtiyacı değişimini gösteren grafik

Aydınlatma kontrol tipi olarak Çizelge 4.2’ de görüldüğü gibi dimmer referans değer olarak seçilmiştir. Eğer kontrol tipi manuel olarak seçilerek değiştirilirse enerji ihtiyacı 1576,74 kwh olarak program tarafından hesaplanır. Bu değer yaklaşık % 38’ lik bir artış demektir.

Dimmer tipi olarak da ‘tamamen kapatma yok’ seçeneği referans olarak seçilmiştir. Eğer bu seçenek ‘tamamen kapatma mevcut’ olarak değiştirilirse ‘Q’ enerji ihtiyacı 998,44 kwh olarak hesaplanır. Bu değer yaklaşık % 15’ lik bir tasarruf demektir.

Referans olarak varlık sensörünün var olduğu seçilmiştir. Eğer varlık algılayıcı sensör yoktur seçilirse, sonuç 1358,83 kwh olarak bulunur. Ele alınan örnek yapı için varlık algılama sensörünün varlığı yaklaşık %19’luk bir tasarruf sağlamaktadır denilebilir.

4.2 Kubbe veya Devamlı Çatı Penceresine Sahip Mekan

4.1 numaralı konuda da işlendiği gibi duyarlılık analizinde sonuç elde edebilmek adına öncelikle bir referans çalışma yapılmalıdır. Bu bölümde çatı penceresine sahip mekanlar için duyarlılık analizi yapılacağından dolayı bu şartları taşıyan bir yapı referans olarak alınacaktır. Çizelge 4.4’ de çatı penceresine sahip bir mekan için yapılacak duyarlılık analizinde referans olarak kabul edilecek değerler verilmiştir.

Çizelge 4.4 Kubbe veya devamlı çatı penceresine sahip mekanlar için duyarlılık analizi çalışmasında alınacak referans değerler

	Referans Değerler
Mekanın Derinliği	12,79 m
Mekanın Genişliği	12 m
Mekanın Yüksekliği	3,00 m
Mekanın Cinsi	7 veya daha fazla kişilik bölünmüş ofis
Cephe Yönü	Kuzey
Güneşiği Derinliği	8,376
Güneşiği Genişliği	9,84 m
Engel	Yok
Armatür Tipi	Direkt
Lamba Tipi	Tüp Floresan
Balast Tipi	Elektronik
Kontrol Tipi	Dimmer
Dimmer Tipi	Tamamen kapatma yok
Varlık Sensörü	Var
Cam Tipi	PMMA solid levha, tek kabuklu - şeffaf cam
Çatı Penceresi Adedi	7
Çatı Eğimi	24,22°
Pencere Genişliği	0,8 m
Pencere Uzunluğu	1,2 m
Pencerenin Yerden Yüksekliği	2,2 m

Referans değerler arasında cam tipine yer verilmemiştir. Kubbe ve devamlı çatı pencerelerinin cam turleri farklıdır. Öncelikle kubbe çatı penceresinin analizi yapılacaktır. Kubbe çatı penceresinin cam tipi olarak 'PMMA solid levha, tek kabuklu - şeffaf cam' referans alınmıştır. İlgili çizelgedeki referans değerler ve cam tipi kullanılarak kubbe çatı pencereli mekan için program yardımıyla enerji ihtiyacı yıllık 4454,2913 kwh olarak hesaplanmıştır. Aynı şartlarda diğer cam turleri kullanılarak kubbe çatı pencereli mekan için elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

PMMA solid levha, tek kabuklu - şeffaf cam = 4454,2913 kwh

PMMA solid levha, tek kabuklu - opal cam = 4454,2913 kwh (Günişiği miktarı şeffaf cama göre azalmıştır ancak günişiği sınıfı değişmediği için sonucu etkilememiştir. Farklı referans değerler alınarak program çalıştırıldığında şeffaf türüne göre sonuca % 5' lik etki ettiği görölmüştür.)

PMMA solid levha, çift kabuklu - şeffaf/şeffaf cam = 4833,01 kwh

PMMA solid levha, çift kabuklu - opal/şeffaf cam = 4833,01 kwh (Günişiği miktarı şeffaf cama göre bir miktar azalmıştır ancak günişiği sınıfı değişmediği için sonucu etkilememiştir. Farklı referans değerler alınarak program çalıştırıldığında şeffaf türüne göre sonuca % 4' lük etki ettiği görölmüştür.)

PMMA solid levha, çift kabuklu - opal/opal cam = 4833,01 kwh (Günişiği miktarı şeffaf cama göre bir miktar azalmıştır ancak günişiği sınıfı değişmediği için sonucu etkilememiştir. Farklı referans değerler alınarak program çalıştırıldığında şeffaf türüne göre sonuca % 6' lık etki ettiği görölmüştür.)

PMMA solid levha, çift kabuklu - şeffaf, kızılötesi yansımali = 4833,01 kwh (Günişiği miktarı azalmıştır.)

PMMA solid levha, üç kabuklu - opal/opal/şeffaf cam = 4833,01 kwh (Günişiği miktarı çift kabuklu cinsine göre artmakla beraber referans cam tipine göre azalmıştır.)

PC/PETG solid levha, tek kabuklu - şeffaf cam = 4454,2913 kwh

Göröldüğü gibi cam tipini değişmesi günişiği miktarını bir miktar etkilemektedir. Günişiği hangi sınıf içerisine girerse camın etkisi ancak bu koşulda görölebilmektedir. Bu sebepten dolayı aynı durum geçerli olacağından devamlı çatı penceresi camlarının duyarlılık analizi yapılmamıştır. Güneşlenme sınıfı 'güçlü' seviyesine ulaştığı zaman, çatı penceresi adedinin sonuca herhangi bir etkisi olmamaktadır.

Referans değer olarak çatı eğimi 24,22° olarak seğilmiştir. Aşağıda değişik çatı eğimlerine göre elde edilen sonuçlar verilmiştir. Çatı eğimine göre enerji ihtiyaının değişimini gösteren grafik Şekil 4.11’ de verilmiştir.

10° = 4833,01 kwh (Günişiği arpanı = % 2,66)

20° = 4833,01 kwh (Günişiği arpanı = % 3,00)

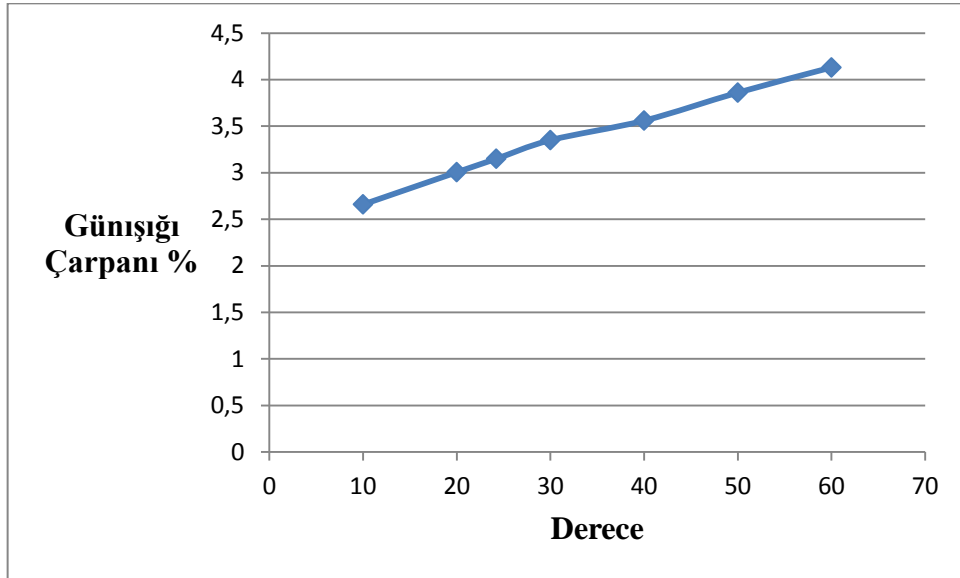
24,22° = 4833,01 kwh (Günişiği arpanı = % 3,15)

30° = 4411,29 (Günişiği arpanı = % 3,34)

40° = 4411,29 kwh (Günişiği arpanı = % 3,56)

50° = 4142,93 kwh (Günişiği arpanı = % 3,86)

60° = 3574,71 kwh (Günişiği arpanı = % 4,13)



Şekil 4.11 Çatı eğim açılarına göre günişiği çarpanının değişimini gösteren grafik

4.3 Sundurma Çatı Penceresine Sahip Mekan

Sundurma çatı penceresinde cam tipi olarak ‘ift katmanlı lamine güvenli cam’ referans alınmıştır. Sundurma çatılı mekanın analizi için referans değerler Çizelge 4.5’ de verilmiştir.

Çizelge 4.5 Sundurma çatı penceresine sahip mekanlar için referans değerler

	Referans Değerler
Mekanın Derinliği	12,79 m
Mekanın Genişliği	12 m
Mekanın Yüksekliği	3,00 m
Mekanın Cinsi	7 veya daha fazla kişilik bölünmüş ofis
Cephe Yönü	Kuzey
Günüşiği Derinliği	8,376
Günüşiği Genişliği	9,84 m
Engel	Yok
Armatür Tipi	Direkt
Lamba Tipi	Tüp Floresan
Balast Tipi	Elektronik
Kontrol Tipi	Dimmer
Dimmer Tipi	Tamamen kapatma yok
Varlık Sensörü	Var
Çatı Penceresi Adedi	7
Çatı Eğimi – Zemin ile Çatı Arasındaki Eğim	24,22° - 24,22°
Pencere Genişliği	0,8 m
Pencere Uzunluğu	1,2 m
Çatı Yüzeyinin Uzunluğu	7,25 m

İlgili çizelgedeki referans değerler ve cam tipi kullanılarak sundurma çatılı mekan için program yardımıyla enerji ihtiyacı yıllık 4833,0122 kwh olarak hesaplanmıştır. Aynı şartlarda çift katmanlı ısı yalıtımlı lamine güvenli cam kullanıldığında elde edilen sonuç aynı olmuştur. Sadece güneşlenme çarpanı % 0,3 azalmıştır. Buradan çıkarılacak sonuç farklı çatılarda aynı güneşlenme sınıfı elde edilirse net sonuç değişmez. Çatı penceresi genişliği ve uzunluğunun artırılması tahmin edilebileceği üzere güneşlenme miktarını arttırmaktadır.

ÖRNEK ÇALIŞMA VE SİMÜLASYON SONUÇLARI

Enerji hesabıyla ilgili bir çalışmada elle tutulabilecek bir şeyler ortaya çıkarılmak isteniyorsa örnek bir çalışma yapılarak gerçeğe yaklaşmak adına adım atılabilir. Örnek bir çalışmanın alt yapısı öncelikle enerji hesabıyla ilgili algoritmayı sindirmek, ardından bu algoritma tabanında bir yazılım inşa etmek, daha sonra da çalışmaya örnek olabilecek bir mekan veya yapıdır. En son olarak elde edilen bilgi ve girdiler hazırlanan yazılıma girilerek sonuç elde edilir. Hata payı olsa da böyle simülasyon çalışmaları gerçeğe yakın değerler elde edilmesini sağlar.

Bu çalışmada Matlab GUI ortamında hazırlanan simülasyon programı kullanılarak bir iş yerinin aydınlatma için ihtiyaç duyduğu yıllık enerji miktarı hesaplanmıştır. Simülasyon programı ile ilgili anlatımlar Simülasyon Programı başlığı altında verilmiştir.

Simülasyonun uygulandığı yapı bir iş merkezidir. İstanbul Ataşehir’de Akar İnşaat tarafından inşa edilen plazanın dış cephe görüntüsü Şekil 5.1’ de verilmiştir. Yapıda; iki bodrum kat, bir dükkan katı, üç normal kat ve çatı katı olmak üzere toplam yedi adet bağımsız bölüm vardır. Bir adet araba asansörü ile bir adet insan asansörü mevcuttur. Ancak bu çalışmada asansörler ile ilgili aydınlatmalar ve bahçe aydınlatmaları hesaba katılmamıştır.

Her bir bağımsız bölüm bir zon olarak kabul edilmiştir. Zonlar şu şekildedir:

2.Bodrum kat = B2 zonu

1.Bodrum kat = B1 zonu

Dükkan katı = ZK zonu

1.Normal kat = NK1 zonu

2.Normal kat = NK2 zonu

3.Normal kat = NK3 zonu

Çatı arası katı = Çatı zonu



Şekil 5.1 Simülasyonun uygulandığı plaza

Bundan sonra her bir kat kendi zon ismiyle çağrılacaktır. Her bir zonda kendi içinde değerlendirme alanlarına ayrılmıştır. Aşağıdaki şekillerde sırasıyla her bir zonun değerlendirme alanları verilmiştir.

5.1 Örnek Bina Bilgileri

Matlab GUI tabanındaki programı kullanarak enerji hesabının yapılabilmesi için bazı bilgilere ihtiyaç vardır. Her değerlendirme alanının kendine özgü nitelikleri vardır. Çizelge 5.2’ de değerlendirme alanlarının boyutları ve nitelikleri verilmiştir. Çatı zonunun formülü farklı olduğu için çatı zonundaki değerlendirme alanı Çizelge 5.3’ de ayrı olarak verilmiştir. Tüm bina zonlarındaki ortak bazı özellikler bu çizelgeye eklenmemiştir. Çizelge 5.1’ de gözardı edilmemesi gereken nitelikler sıralanmıştır.

Bodrum katlar otopark olarak kullanılmaktadır. Dükkan katında 1 adet dükkan alanı, 1 adet tek kişilik ofis ve 2 adet tuvalet alanı vardır. Normal katlarda ise 1 adet 2-6 kişilik bölünmüş ofis, 1 adet tek kişilik ofis ve 2 adet tuvalet vardır. Çatı katında yaklaşık 150 m², lik diğer yaşam alanı olarak adlandırılabilir bir alan vardır. Kat yükseklikleri ile ilgili bilgilerde B-B kesitini gösteren Şekil 5.2’ de verilmiştir.

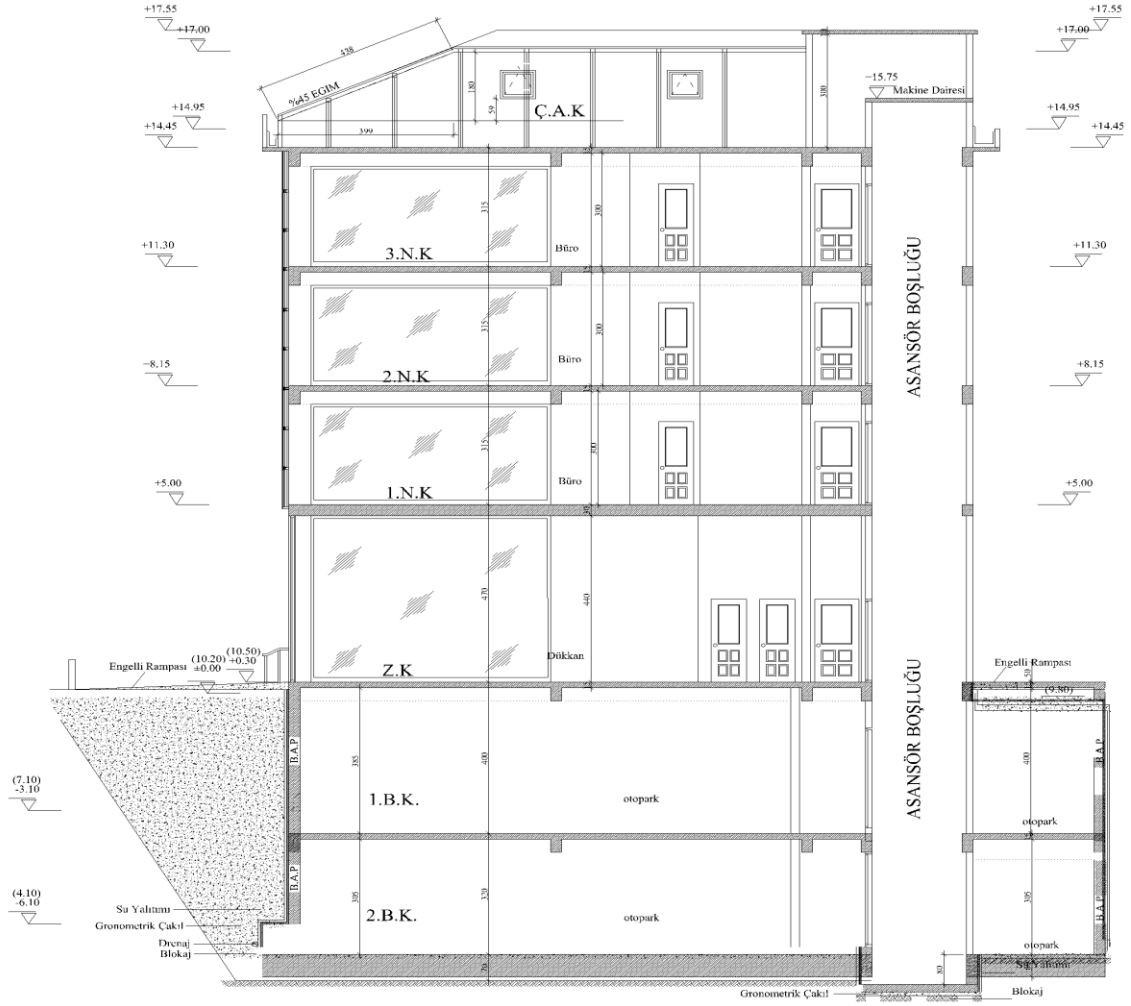
Çizelge 5.1 Zonların Nitelikleri

Bina Durumu	Yeni Bina
Armatür Tipi	Direkt
Lamba Tipi	Tüp Floresan
Balast Tipi	Elektronik
Kontrol Tipi	Dimmer
Dimmer Tipi	Tamamen kapatma mevcut
Varlık Sensörü	Var

Programa girdi olarak girilecek bilgilerden biri de günışığı derinliği ve genişliğidir. Programa girmeden önce eşitlik (5.1) ve (5.2) kullanılarak bu değerlerin hesaplanması gerekmektedir.

$$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) \quad (5.1)$$

$$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) \quad (5.2)$$



Şekil 5.2 Kat yüksekliklerinin görülebilmesi için B-B kesiti

5.1.1 Bodrum Zonlarının Alanlara Ayrıştırılması ve Günışığı Alanları

Yapıda iki adet bodrum kat vardır. Her bir bodrum kat birbirinden ayrı birer bodrum zonu olarak kabul edilmiş ve B1 ile B2 zonları olarak isimlendirilmiştir.

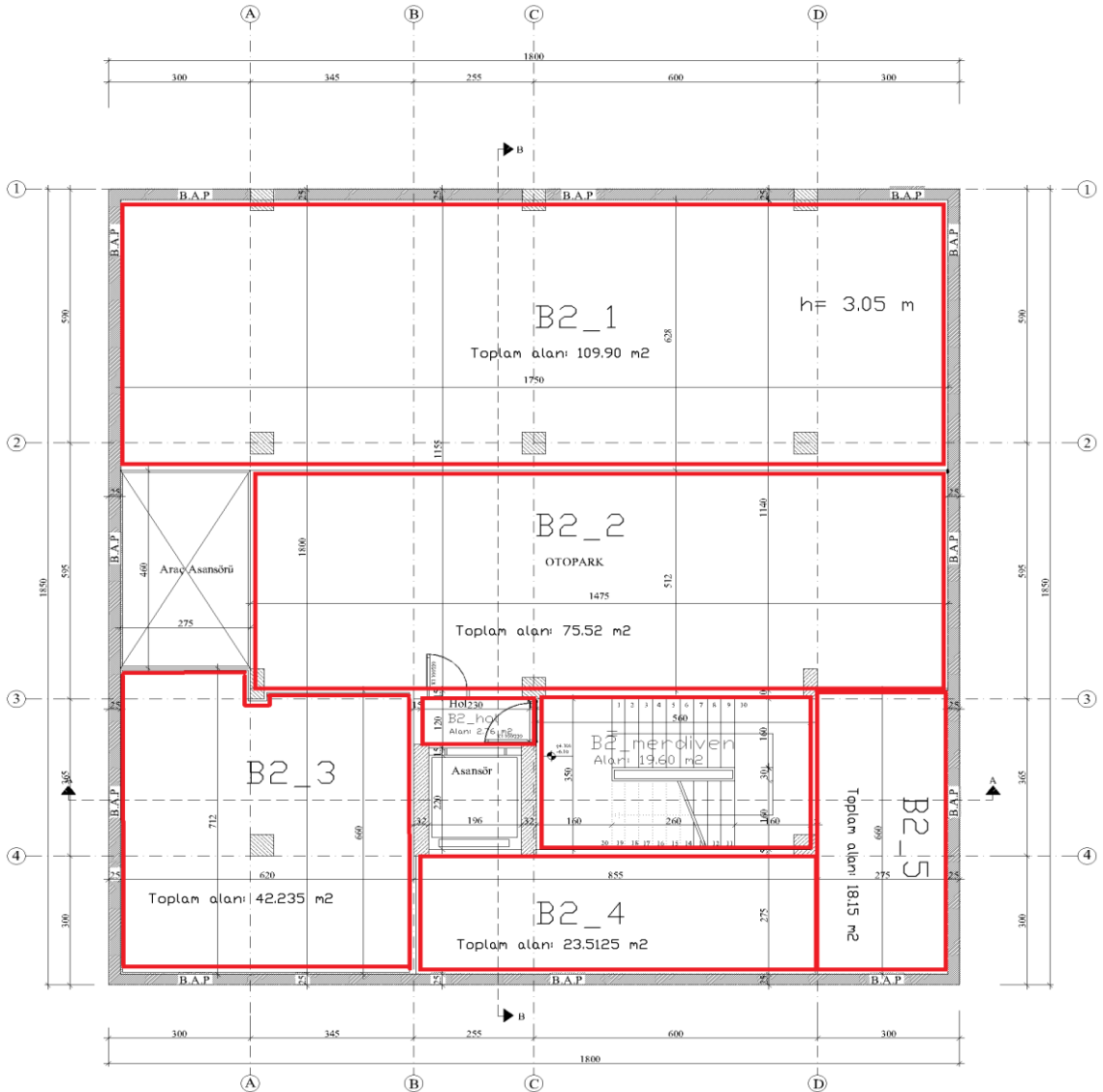
B1 ve B2 zonları kendi içinde yedi adet değerlendirme alanlarına ayrıştırılmıştır. Şekil 5.3' den B2 zonunun, Şekil 5.4' den B1 zonunun değerlendirme alanları görülebilir. Bodrum kat zonlarının her birinin toplam alanı $291,715 \text{ m}^2$ dir. Araç asansörü kısmı hesaplamalardan ve alanlardan hariç tutulmuştur. Değerlendirme alanlarının nitelikleri Çizelge 5.2'de verilmiştir.

Günışığı eski zamanlardan bugüne dek yapıların içini aydınlatmada en temel kaynak olmuştur. Gelişen teknoloji mümkün olduğu kadar maksimum günışığından faydalanmaya çalışmaktadır [8]. Işık tüpleri buna bir kanıttır. İyi tasarlanmış bir yapının

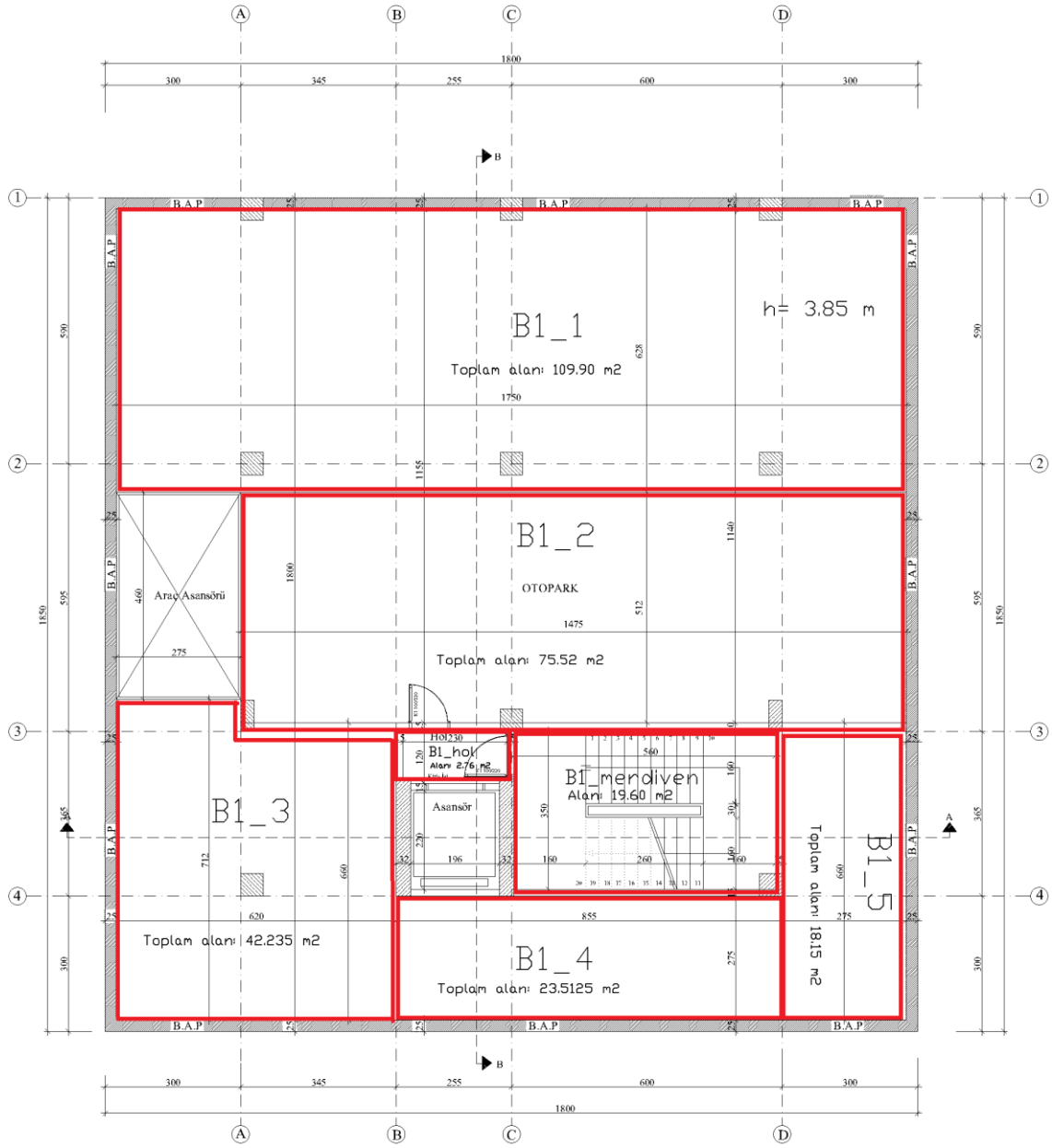
maksimum günışığından faydalanması kaçınılmazdır. Ne kadar günışığından faydalanılırsa o kadar az enerji sarfiyatı olur.

Bodrum zonları hiç bir pencere açıklığına sahip olmaması dolayısıyla her hangi bir günışığı alanına sahip değillerdir. Bütün aydınlatmaları yapay aydınlatma sistemleri ile sağlanmaktadır. Bundan dolayı bodrum kat zonlarındaki değerlendirme alanları için günışığı derinliğinin ve genişliğinin hesaplanması yapılamaz.

B2 ve B1 zonlarının değerlendirme alanlarından B2_3 ve B1_3 alanları geometrik olarak 8 köşelidir. Matlab GUI tabanındaki program yalnız dörtgen mekanların alanlarını hesaplayabildiğinden dolayı ilgili alanların toplam alanı ayrı ayrı hesaplanarak mantıklı bir yaklaşım ile dörtgen bir mekanmış gibi düşünülerek derinlik ve genişlikleri ona göre seçilmiştir, Çizelge 5.2' ye bakılabilir.



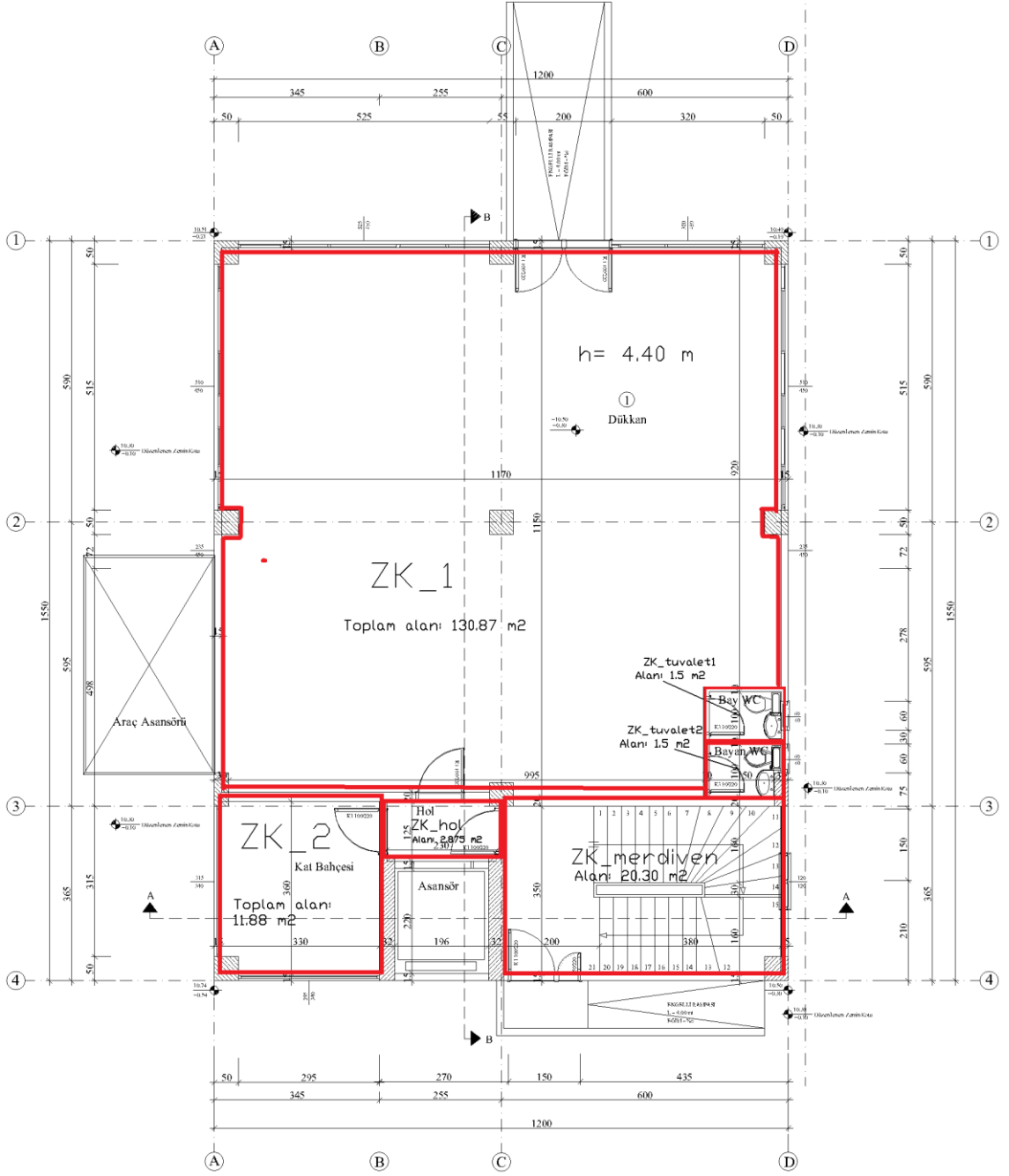
Şekil 5.3 B2 zonunun değerlendirme alanlarına ayrılmış hali



Şekil 5.4 B1 zonuun değerlendirme alanlarına ayrılmış hali

5.1.2 ZK Zonunun Alanlara Ayrıştırılması ve Güneşli Alanları

ZK zonu altı adet değerlendirme alanlarına ayrıştırılmıştır. Şekil 5.5' den görülebilir. ZK zonuun toplam alanı $168,125 \text{ m}^2$ dir. İnsan asansörü kısmı hesaplamalardan ve alanlardan hariç tutulmuştur. Değerlendirme alanlarının nitelikleri Çizelge 5.2'de verilmiştir.



Şekil 5.5 ZK zonunun değerlendirme alanlarına ayrılmış hali

ZK zonundaki değerlendirme alanlarından sadece ZK_hol alanı pencere açıklığına sahip değildir. Dolayısıyla her hangi bir günışığı alanına sahip değildir. Bütün aydınlatması yapay aydınlatma sistemleri ile sağlanmaktadır. Bundan dolayı ZK_hol değerlendirme alanı için günışığı derinliğinin ve genişliğinin hesaplanması yapılamaz. Diğer alanlar için hesaplamalar yapılarak çizimlerle beraber aşağıda verilmiştir.

ZK zonundaki değerlendirme alanlarından ZK_1 alanı geometrik olarak 6 köşelidir. Matlab GUI tabanındaki program yalnız dörtgen mekanların alanlarını

hesaplayabildiğinden dolayı ZK_1 bölgesinin alanı hesaplanarak mantıklı bir yaklaşım ile dörtgen bir mekanmış gibi düşünülerek derinlik ve genişlikleri ona göre seçilmiştir, Çizelge 5.2' ye bakılabilir.

Tüm zonlardaki değerlendirme alanlarından hesaplanan günışığı alanlarının doğruluğunu ispatlama adına Dialux 4.11 programı kullanılarak elde edilen günışığından aydınlanma sonuçları EK-A' da verilmiştir.

5.1.2.1 ZK_1 Değerlendirme Alanının Günışığı Alanları

ZK_1 değerlendirme alanının üç cephesi cam giydirmedir. Hesaplamaları sağlıklı yapabilmek adına üç cephedeki dört pencere açıklığının da ayrı ayrı hesaplanması gerekmektedir. Şekil 5.6' da üç cephenin mevkileri ve günışığı alanları görülebilir.

- ZK1_Pencere_1 açıklığı için;

Lento yüksekliği (h_{St}) = 4,40 m

Çalışma düzlemi yüksekliği (h_{Ne}) = 0,8 m

Pencere genişliği (w_{win}) = 5,15 m

Eşitlik 5.1 ve 5.2' deki formüller kullanılarak ZK1_Pencere_1 açıklığı için sonuç elde edilir.

$$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (4,40 - 0,80) = 9 \text{ m}$$

$$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 5,15 + (9/2) = 9,65 \text{ m}$$

- ZK1_Pencere_2 açıklığı için;

Lento yüksekliği (h_{St}) = 4,40 m

Çalışma düzlemi yüksekliği (h_{Ne}) = 0,8 m

Pencere genişliği (w_{win}) = 5,25 m

$$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (4,40 - 0,80) = 9 \text{ m}$$

$$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 5,25 + (9/2) = 9,75 \text{ m}$$

- ZK1_Pencere_3 açıklığı için;

Lento yüksekliği (h_{St}) = 4,40 m

Çalışma düzlemi yüksekliği (h_{Ne}) = 0,8 m

Pencere genişliği (w_{win}) = 3,20 m

$$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (4,40 - 0,80) = 9 \text{ m}$$

$$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 3,20 + (9/2) = 7,60 \text{ m}$$

- ZK1_Pencere_4 açıklığı için;

Lento yüksekliği (h_{St}) = 4,40 m

Çalışma düzlemi yüksekliği (h_{Ne}) = 0,8 m

Pencere genişliği (w_{win}) = 5,15 m

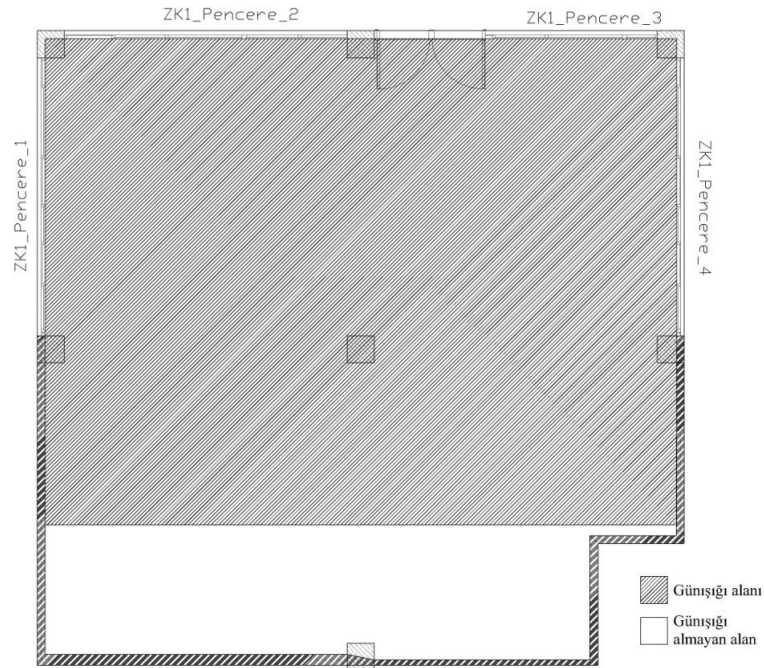
$$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (4,40 - 0,80) = 9 \text{ m}$$

$$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 5,15 + (9/2) = 9,65 \text{ m}$$

Hesaplardan çıkan sonuç;

$$a_{TL} = 9,00 \text{ m}$$

$$b_{TL} = 11,70 \text{ m' dir.}$$



Şekil 5.6 ZK_1 alanının güneşli alan ve almayan bölümleri

5.1.2.2 ZK_2 Değerlendirme Alanının Güneşli Alanları

ZK_2 değerlendirme alanının iki cepesinde oldukça geniş iki pencere vardır. Hesaplamaları sağlıklı yapabilmek adına iki cephedeki pencere açıklığının da ayrı ayrı

hesaplanması gerekmektedir. Şekil 5.7' de iki pencerenin konumları ve güneşiği alanları görülebilir.

- ZK2_Pencere_1 açıklığı için;

Lento yüksekliği (h_{St}) = 4,00 m

Çalışma düzlemi yüksekliği (h_{Ne}) = 0,8 m

Pencere genişliği (w_{win}) = 3,15 m

$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (4,00 - 0,80) = 8 \text{ m}$

$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 3,15 + (8/2) = 7,15 \text{ m}$

- ZK2_Pencere_2 açıklığı için;

Lento yüksekliği (h_{St}) = 4,00 m

Çalışma düzlemi yüksekliği (h_{Ne}) = 0,8 m

Pencere genişliği (w_{win}) = 2,95 m

$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (4,00 - 0,80) = 8 \text{ m}$

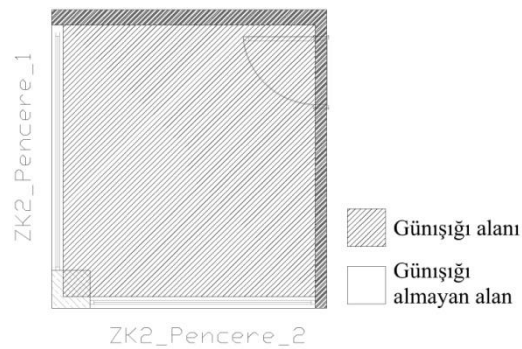
$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 2,95 + (8/2) = 6,95 \text{ m}$

$a = 3,60 \text{ m}$, $b = 3,30 \text{ m}$

Eğer $a_{TL} > a$ ise; $a_{TL} = a$ dir. Aynı şekilde; eğer $b_{TL} > b$ ise; $b_{TL} = b$ dir.

$8 \text{ m} > 3,60 \text{ m}$ dolayısıyla; $a_{TL} = 3,60 \text{ m}$

$6,95 \text{ m} > 3,30 \text{ m}$ dolayısıyla; $b_{TL} = 3,30 \text{ m}$



Şekil 5.7 ZK_2 alanının güneşiği alan ve almayan bölümleri

5.1.2.3 ZK_hol Değerlendirme Alanının Güneşli Alanları

ZK_hol değerlendirme alanında herhangi bir pencere açıklığı yoktur. Dolayısıyla herhangi bir güneşli alanına sahip değildir. Bütün aydınlatması yapay aydınlatma sistemleri ile sağlanmaktadır. Bundan dolayı ZK_hol değerlendirme alanı için güneşli derinliğinin ve genişliğinin hesaplanması yapılamaz.

5.1.2.4 ZK Zonu Tuvalet Değerlendirme Alanlarının Güneşli Alanları

Zemin kat zonunda iki adet tuvalet vardır. Bu tuvaletler iki ayrı değerlendirme alanı olarak kabul edilmiştir. ZK_tuvalet1 ve ZK_tuvalet2 olarak isimlendirilmiştir. İki değerlendirme alanı da aynı boyutlardadır. Her birinin birer adet pencere açıklığı vardır. Hesaplamalar bu pencereler üzerinden yapılmıştır. Şekil 5.8' de tuvaletlerin güneşli alanları görülebilir.

- ZK_tuvalet1_pencere veya ZK_tuvalet2_pencere açıklığı için;

Lento yüksekliği (h_{St}) = 2,20 m

Çalışma düzlemi yüksekliği (h_{Ne}) = 0,8 m

Pencere genişliği (w_{win}) = 0,60 m

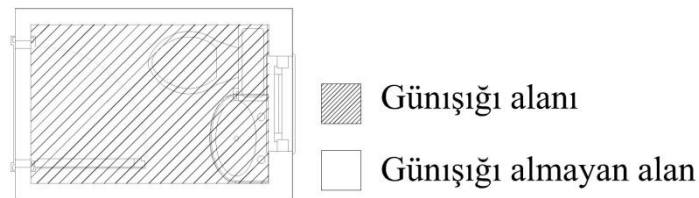
$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (2,20 - 0,80) = 3,5$ m

$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 0,60 + (3,5/2) = 2,35$ m

3,5 m > 1,50 m dolayısıyla; $a_{TL} = 1,50$ m

2,35 m > 1,0 m dolayısıyla; $b_{TL} = 1,0$ m

Tuvalet penceresinin hesaplanan güneşli genişlik ve derinliği ZK_tuvalet1 alanının hem enden hem de boydan dışına taşacak kadar fazladır. Aynı durum ZK_tuvalet2 alanı içinde geçerlidir. Dolayısıyla tüm değerlendirme alanının güneşli aldığı söylenebilir.



Şekil 5.8 ZK_tuvalet alanlarının güneşli alan ve almayan bölümleri

5.1.2.5 ZK_merdiven Değerlendirme Alanının Güneşli Alanı

ZK_merdiven değerlendirme alanında bir adet pencere vardır. Hesaplamalarda bu pencere gözönünde bulundurulmuştur. Şekil 5.9' da güneşli alanları görülebilir.

- ZK_merdiven_Pencere açıklığı için;

Lento yüksekliği (h_{St}) = 2,00 m

Çalışma düzlemi yüksekliği (h_{Ne}) = 0 m

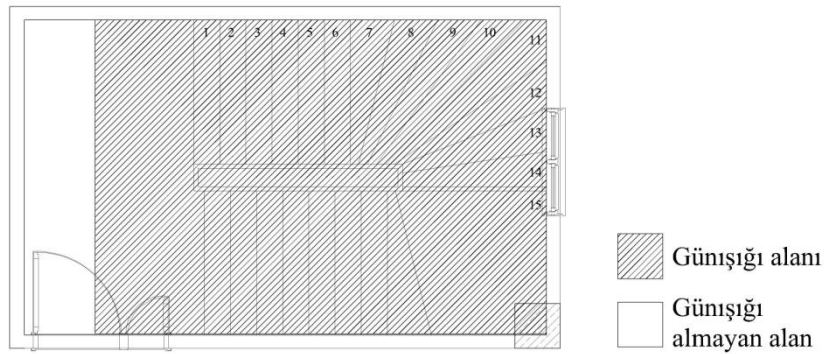
Pencere genişliği (w_{win}) = 1,20 m

$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (2,00 - 0) = 5,00$ m

$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 1,20 + (5/2) = 3,70$ m

5,00 m < 5,80 m dolayısıyla; $a_{TL} = 5,00$ m

3,70 m > 3,50 m dolayısıyla; $b_{TL} = 3,50$ m



Şekil 5.9 ZK_merdiven alanının güneşli alan ve almayan bölümleri

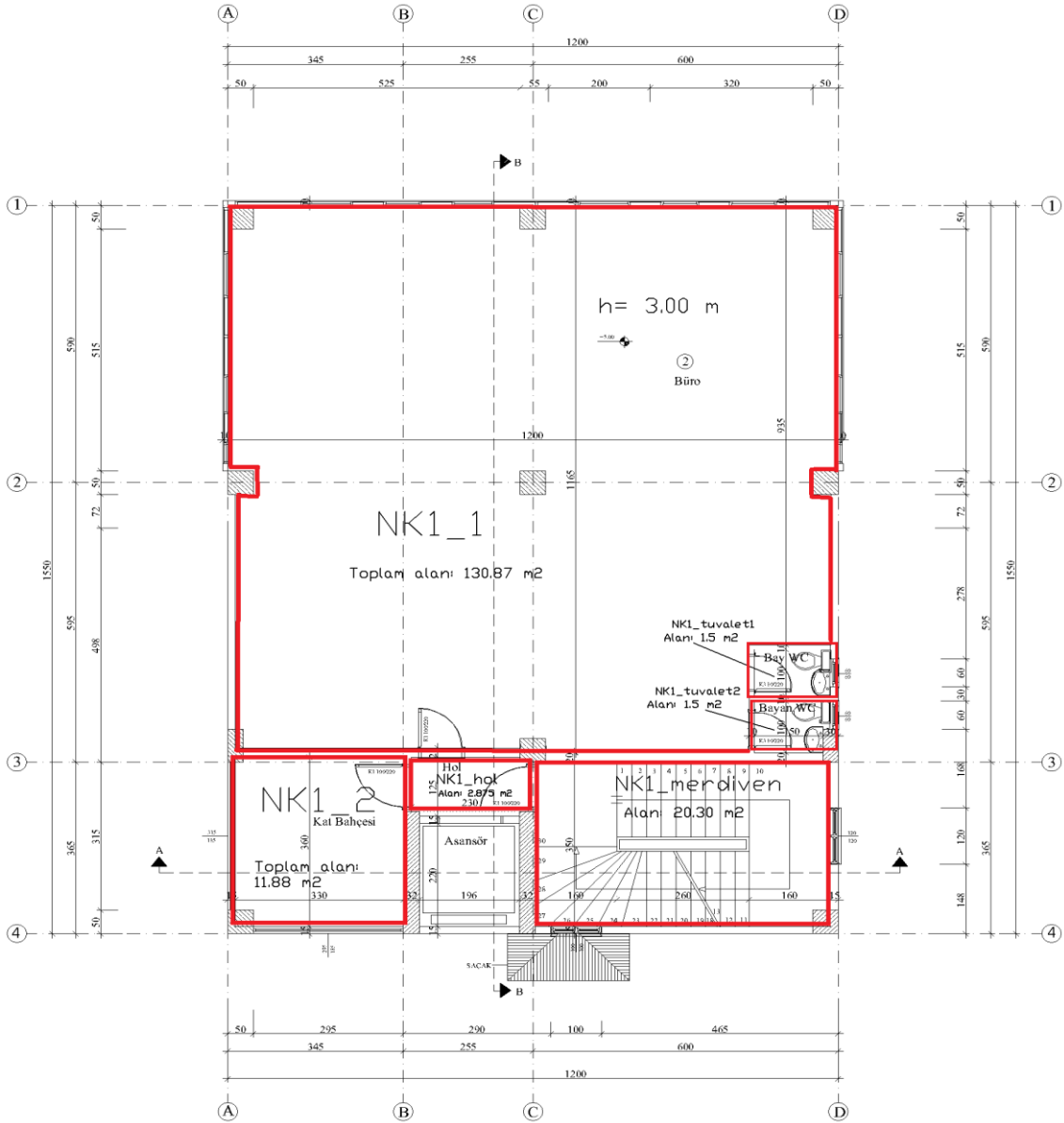
5.1.3 Normal Kat Zonlarının Alanlara Ayrıştırılması ve Güneşli Alanları

Yapıda üç adet normal kat vardır. Tüm normal katların boyutları aynıdır. Bu katlar NK1, NK2 ve NK3 zonu olarak isimlendirilerek her normal kat ayrı ayrı birer zon olarak kabul edilmiştir.

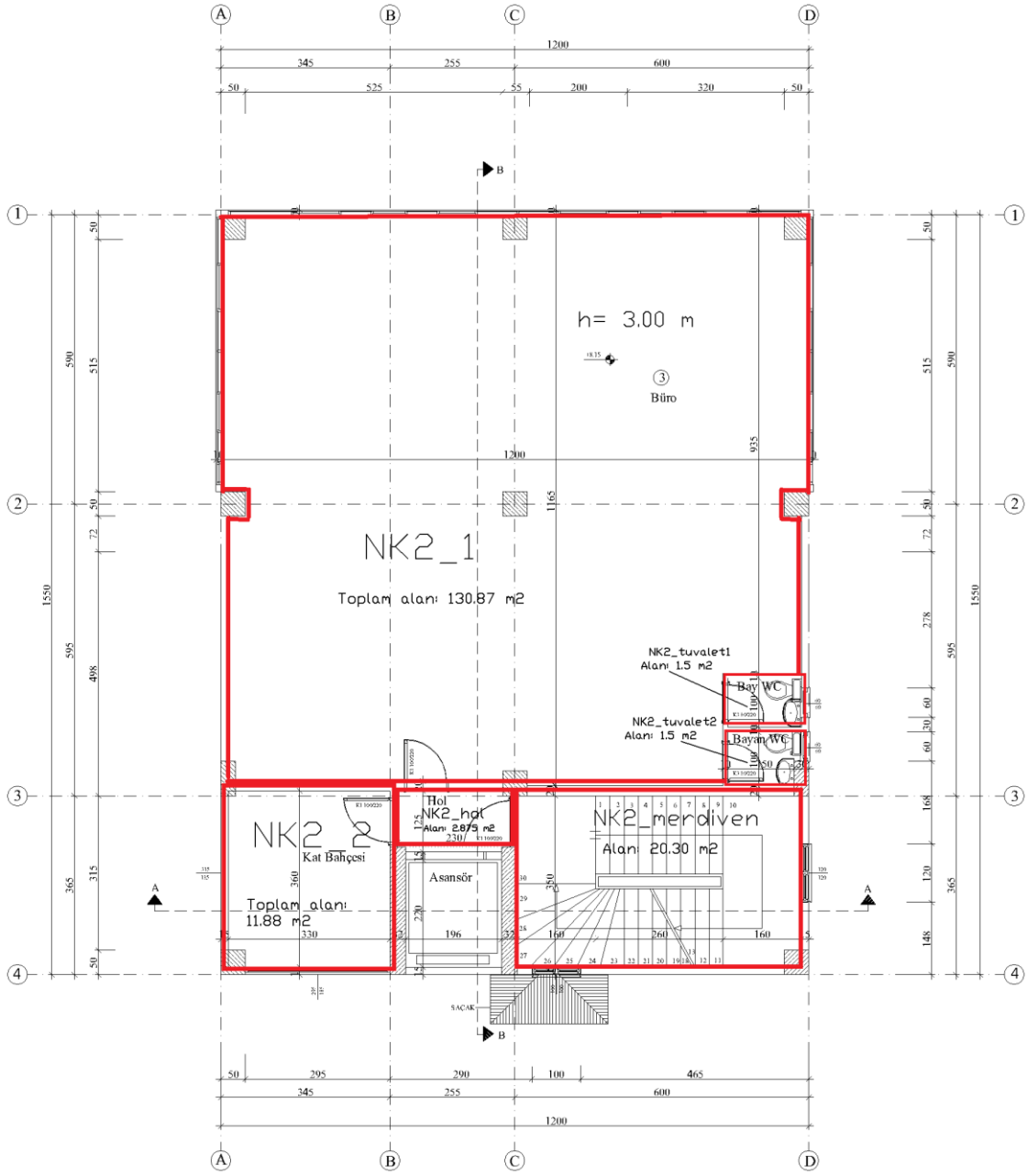
Her bir zon altı adet değerlendirme alanlarına ayrıştırılmıştır. Şekil 5.10' dan NK1 zonu, Şekil 5.11' den NK2 zonu, Şekil 5.12' den NK3 zonu değerlendirme alanlarına ayrıştırılmış hali görülebilir. Her bir zonu toplam alanı 168,125 m²' dir. İnsan asansörü kısmı hesaplamalardan ve alanlardan hariç tutulmuştur. Değerlendirme alanlarının nitelikleri Çizelge 5.2' de verilmiştir.

Normal kat zonlarındaki değerlendirme alanlarından sadece hol alanları pencere açıklığına sahip değildir. Dolayısıyla her hangi bir günışığı alanlarına sahip değildir. Bütün aydınlatmaları yapay aydınlatma sistemleri ile sağlanmaktadır. Bundan dolayı normal katlardaki hol değerlendirme alanları için günışığı derinliğinin ve genişliğinin hesaplanmaları yapılamaz.

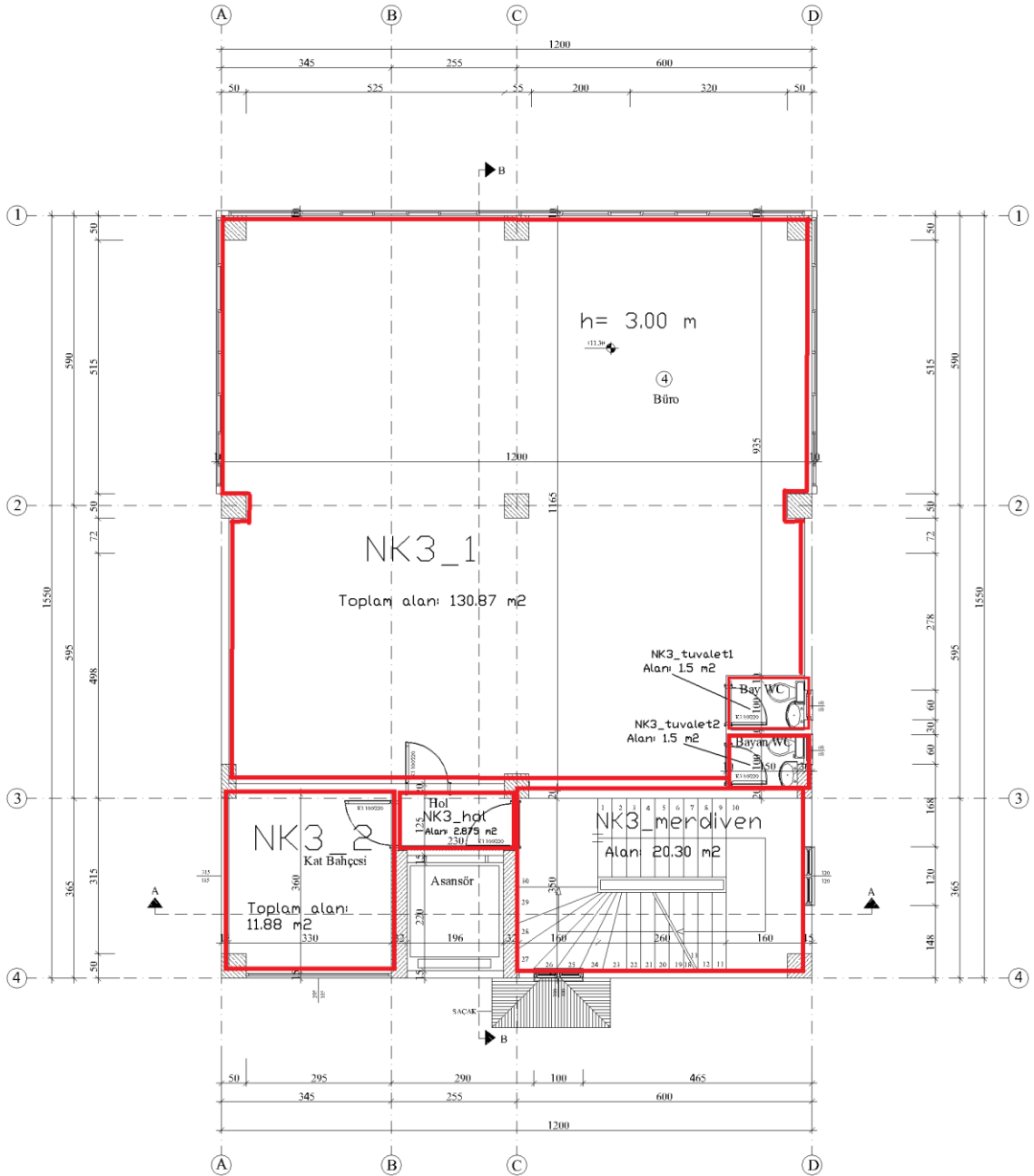
Normal kat zonlarındaki değerlendirme alanlarından NK1_1, NK2_1 ve NK3_1 alanları geometrik olarak 6 köşelidir. Matlab GUI tabanındaki program yalnız dörtgen mekanların alanlarını hesaplayabildiğinden dolayı ilgili alanların her birinin alanı ayrı ayrı hesaplanarak mantıklı bir yaklaşım ile dörtgen bir mekanmış gibi düşünülerek derinlik ve genişlikleri ona göre seçilmiştir, Çizelge 5.2' ye bakılabilir.



Şekil 5.10 NK1 zonunun değerlendirme alanlarına ayrıışmış hali



Şekil 5.11 NK2 zonunun değerlendirme alanlarına ayrılmış hali



Şekil 5.12 NK3 zonunun değerlendirme alanlarına ayrılmış hali

5.1.3.1 NK1_1, NK2_1 ve NK3_1 Değerlendirme Alanlarının Güneşli Alanları

NK1_1, NK2_1 ve NK3_1 alanlarının yapıları birebir aynıdır. Bu değerlendirme alanlarının üç cephesi cam giydirmedir. Hesaplamaları sağlıklı yapabilmek adına her bir değerlendirme alanı için üç cephedeki dört pencere açıklığının da ayrı ayrı hesaplanması gerekmektedir. Şekil 5.13' de üç cephenin mevkileri ve güneşli alanları görülebilir. Aşağıdaki işlemler NK1_1 alanı için yapılmıştır. Şekil 5.13' de NK1_1 alanı için hesaplanan güneşli alanları gösterilmektedir. NK2_1 ve NK3_1 alanları için ayrıca

hesaplama yapılmamış ve şekilsel gösterim verilmemiştir. NK1_1 alanı için bulunan değerler diğer normal katlardaki aynı bölümler için birebir aynıdır.

- NK1_1_Pencere_1 açıklığı için;

Lento yüksekliği (h_{St}) = 3,00 m , Çalışma düzlemi yüksekliği (h_{Ne}) = 0,8 m

Pencere genişliği (w_{win}) = 5,15 m

Eşitlik 5.1 ve 5.2' deki formüller kullanılarak NK1_1_Pencere_1 açıklığı için sonuç elde edilir.

$$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (3,00 - 0,80) = 5,5 \text{ m}$$

$$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 5,15 + (5,5/2) = 7,90 \text{ m}$$

- NK1_1_Pencere_2 açıklığı için;

Lento yüksekliği (h_{St}) = 3,00 m , Çalışma düzlemi yüksekliği (h_{Ne}) = 0,8 m

Pencere genişliği (w_{win}) = 5,25 m

$$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (3,00 - 0,80) = 5,5 \text{ m}$$

$$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 5,25 + (5,5/2) = 8,00 \text{ m}$$

- NK1_1_Pencere_3 açıklığı için;

Lento yüksekliği (h_{St}) = 3,00 m , Çalışma düzlemi yüksekliği (h_{Ne}) = 0,8 m

Pencere genişliği (w_{win}) = 3,20 m

$$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (3,00 - 0,80) = 5,5 \text{ m}$$

$$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 3,20 + (5,5/2) = 5,95 \text{ m}$$

- NK1_1_Pencere_4 açıklığı için;

Lento yüksekliği (h_{St}) = 3,00 m , Çalışma düzlemi yüksekliği (h_{Ne}) = 0,8 m

Pencere genişliği (w_{win}) = 5,15 m

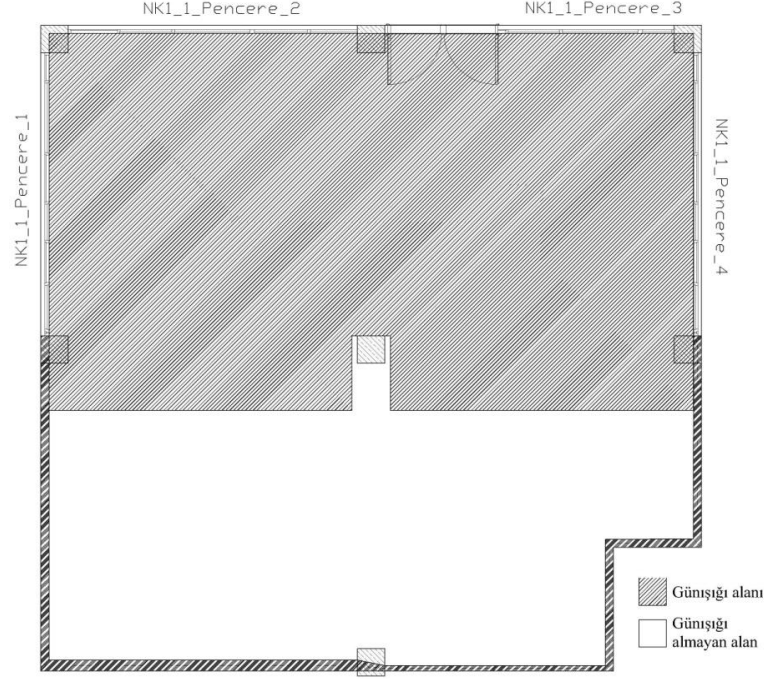
$$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (3,00 - 0,80) = 5,5 \text{ m}$$

$$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 5,15 + (5,5/2) = 7,90 \text{ m}$$

Şekil 5.13'de NK1_1 alanı için günışığı alanları gösterilmektedir. Toplam günışığı derinliği 6,855 m, toplam günışığı genişliği 11,7 m' dir. Kolon arkasında kalan aydınlanmayan ufak kısım 0,81 m² lik bir alandır. Toplam günışığı alanı (A_{TL})

79,3935 m²' dir. Güneşli alanı tam bir dörtgen olmadığı için hesaplama programına girebilmesi adına güneşli derinlik ve genişliği A_{TL} değişmeyecek şekilde aşağıdaki gibi revize edildi.

$$a_{TL} = 6,785 \text{ m} , \quad b_{TL} = 11,70 \text{ m}$$



Şekil 5.13 NK1_1 alanının güneşli alanı

5.1.3.2 NK1_2, NK2_2 ve NK3_2 Değerlendirme Alanlarının Güneşli Alanları

NK1_2, NK2_2 ve NK3_2 alanlarının yapıları birebir aynıdır. Bu değerlendirme alanlarının iki cephesinde oldukça geniş iki pencere vardır. Hesaplamaları sağlıklı yapabilmek adına her bir değerlendirme alanı için iki cephedeki pencere açıklığının da ayrı ayrı hesaplanması gerekmektedir. Şekil 5.14' de iki pencerenin konumları ve güneşli alanları görülebilir. Aşağıdaki işlemler NK1_2 alanı için yapılmıştır. Şekil 5.14' de NK1_2 alanı için hesaplanan güneşli alanları gösterilmektedir. NK2_2 ve NK3_2 alanları için ayrıca hesaplama yapılmamış ve şekilsel gösterim verilmemiştir. NK1_2 alanı için bulunan değerler diğer normal katlardaki aynı bölümler için birebir aynıdır.

- NK1_2_Pencere_1 açıklığı için;

$$\text{Lento yüksekliği } (h_{St}) = 2,65 \text{ m}$$

$$\text{Çalışma düzlemi yüksekliği } (h_{Ne}) = 0,8 \text{ m}$$

Pencere genişliği (w_{win}) = 3,15 m

$$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (2,65 - 0,80) = 4,625 \text{ m}$$

$$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 3,15 + (4,625/2) = 5,4625 \text{ m}$$

- NK1_2_Pencere_2 açıklığı için;

Lento yüksekliği (h_{St}) = 2,65 m

Çalışma düzlemi yüksekliği (h_{Ne}) = 0,8 m

Pencere genişliği (w_{win}) = 2,95 m

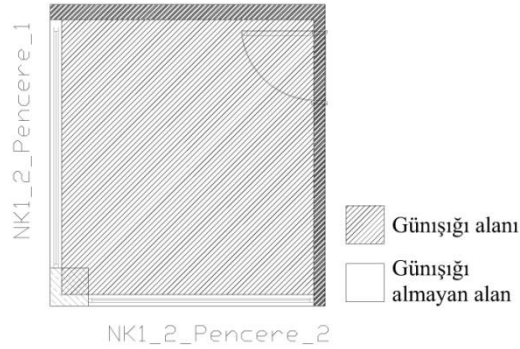
$$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (2,65 - 0,80) = 4,625 \text{ m}$$

$$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 2,95 + (4,625/2) = 5,2625 \text{ m}$$

a = 3,60 m , b = 3,30 m

4,625 m > 3,60 m dolayısıyla; $a_{TL} = 3,60 \text{ m}$

5,2625 m > 3,30 m dolayısıyla; $b_{TL} = 3,30 \text{ m}$



Şekil 5.14 NK1_2 alanının güneşli alan ve almayan bölümleri

NK1_2 değerlendirme alanının hesaplanan güneşli genişlik ve derinliği mekanın dışına taşacak kadar fazladır. Dolayısıyla tüm değerlendirme alanının güneşli aldığı söylenebilir.

5.1.3.3 Normal Katlardaki Hol Değerlendirme Alanlarının Güneşli Alanları

Normal katlardaki hol değerlendirme alanlarında herhangi bir pencere açıklığı yoktur. Dolayısıyla her hangi bir güneşli alanına sahip değildir. Bütün aydınlatmaları yapay aydınlatma sistemleri ile sağlanmaktadır. Bundan dolayı normal katların hol değerlendirme alanları için güneşli derinliğinin ve genişliğinin hesaplanmaları yapılamaz.

5.1.3.4 Normal Katlardaki Tuvalet Değerlendirme Alanlarının Güneşli Alanları

Her katta iki adet tuvalet vardır. Her normal katın boyutları ve nitelikleri birebir aynıdır. Her kattaki tuvalet değerlendirme alanlarının boyutları da aynıdır. Her birinin birer adet pencere açıklığı vardır. Hesaplamalar bu pencereler üzerinden yapılmıştır.

Aşağıdaki işlemler NK1_tuvalet1 alanı için yapılmıştır. Şekil 5.15’ de NK1_tuvalet1 alanı için hesaplanan güneşli alanları gösterilmektedir. NK1_tuvalet2 ve diğer normal katlardaki tuvalet alanları için ayrıca hesaplama yapılmamış ve şekilsel gösterim verilmemiştir. NK1_tuvalet1 alanı için bulunan değerler diğer normal katlardaki her tuvalet bölümü için birebir aynıdır.

- NK1_tuvalet1_pencere açıklığı için;

Lento yüksekliği (h_{St}) = 2,00 m

Çalışma düzlemi yüksekliği (h_{Ne}) = 0,8 m

Pencere genişliği (w_{win}) = 0,60 m

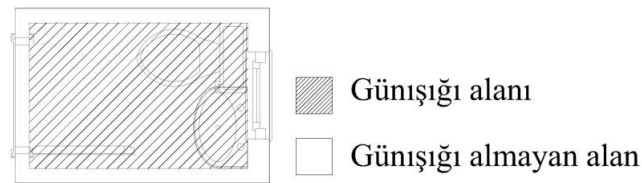
$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (2,00 - 0,80) = 3,00$ m

$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 0,60 + (3/2) = 2,10$ m

$a = 1,50$ m , $b = 1,00$ m

$3,00$ m > $1,50$ m dolayısıyla; $a_{TL} = 1,50$ m

$2,10$ m > $1,00$ m dolayısıyla; $b_{TL} = 1,00$ m



Şekil 5.15 NK1_tuvalet alanının güneşli alan ve almayan bölümleri

Tuvalet penceresinin hesaplanan güneşli genişlik ve derinliği NK1_tuvalet1 alanının hem enden hem de boydan dışına taşacak kadar fazladır. Dolayısıyla tüm değerlendirme alanının güneşli aldığı söylenebilir.

5.1.3.5 Normal Katlardaki Merdiven Değerlendirme Alanlarının Güneşli Alanı

Normal katlardaki merdiven alanlarının yapıları birebir aynıdır. Bu değerlendirme alanlarında iki adet pencere vardır. Hesaplamalarda bu pencereler gözönünde

bulundurulmuştur. Şekil 5.16' da iki pencerenin konumları ve günışığı alanları verilmiştir. Aşağıdaki işlemler NK1_merdiven alanı için yapılmıştır. Şekil 5.16' da da NK1_merdiven alanı için hesaplanan günışığı alanı gösterilmektedir. Diğer normal katlardaki merdiven alanları için ayrıca hesaplama yapılmamış ve şekilsel gösterim verilmemiştir. NK1_merdiven alanı için bulunan değerler diğer normal katlardaki merdivenler için birebir aynıdır.

- NK1_merdiven_Pencere_1 açıklığı için;

Lento yüksekliği (h_{St}) = 2,00 m

Çalışma düzlemi yüksekliği (h_{Ne}) = 0 m

Pencere genişliği (w_{win}) = 1,20 m

$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (2,00 - 0) = 5,00$ m

$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 1,20 + (5/2) = 3,70$ m

- NK1_merdiven_Pencere_2 açıklığı için;

Lento yüksekliği (h_{St}) = 2,00 m

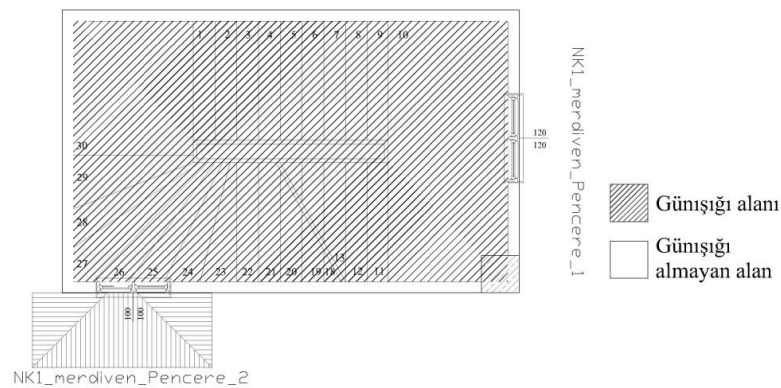
Çalışma düzlemi yüksekliği (h_{Ne}) = 0 m

Pencere genişliği (w_{win}) = 1,00 m

$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (2,00 - 0) = 5,00$ m

$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 1,00 + (5/2) = 3,50$ m

NK1_merdiven değerlendirme alanının hesaplanan günışığı genişlik ve derinliği mekanın dışına taşacak kadar fazladır. Dolayısıyla tüm değerlendirme alanının günışığı aldığı söylenebilir.

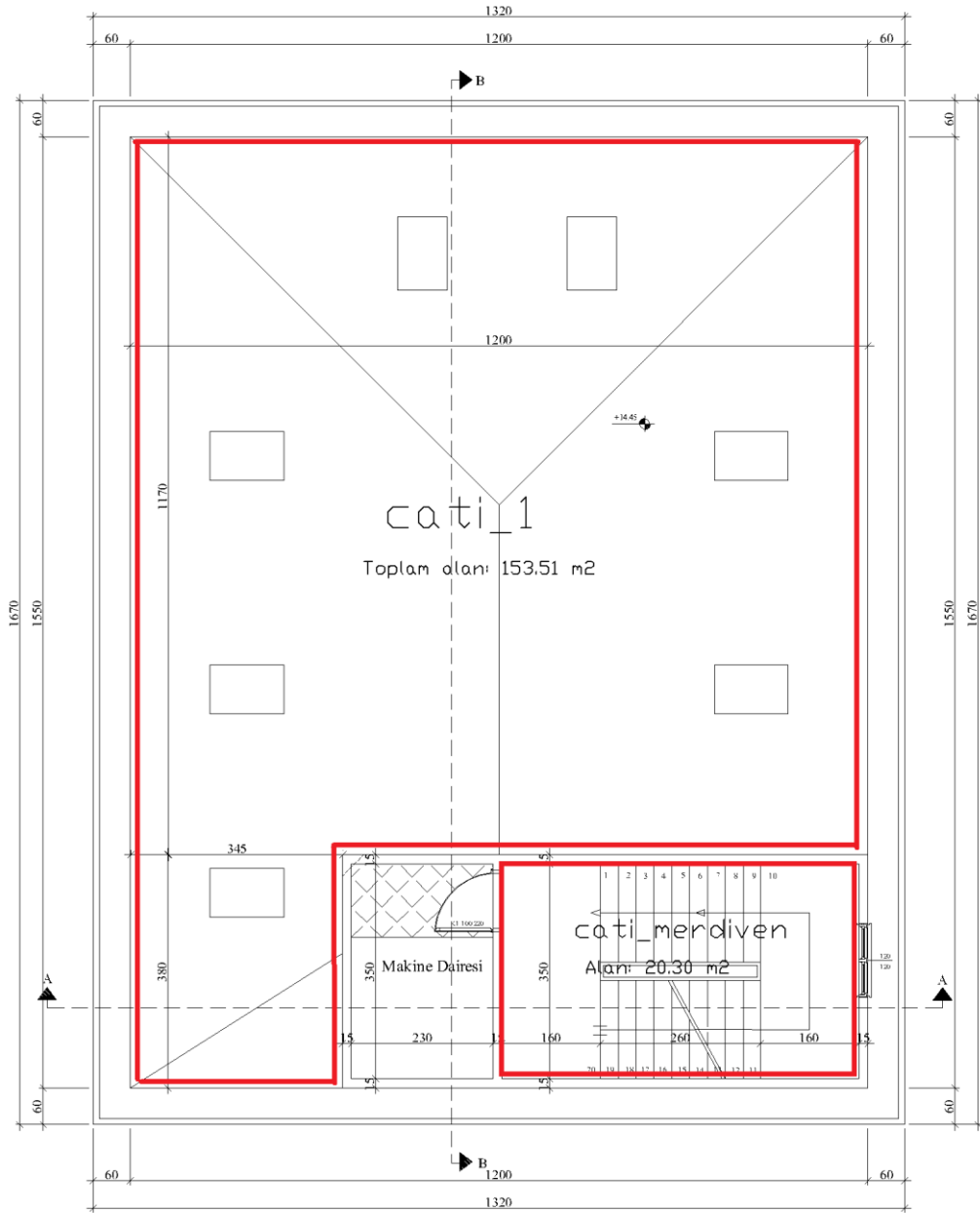


Şekil 5.16 NK1_merdiven alanının günışığı alan ve almayan bölümleri

5.1.4 Çatı Zonunun Alanlara Ayrıştırılması ve Güneşli Alanları

Çatı zonu iki adet değerlendirme alanlarına ayrıştırılmıştır. Şekil 5.17' den görülebilir. Çatı zonunun toplam alanı 173,81 m²' dir. Asansör dairesi kısmı hesaplamalardan ve alanlardan hariç tutulmuştur. Değerlendirme alanlarının nitelikleri Çizelge 5.2 ve 5.3'de gösterilmiştir.

Çatı zonundaki değerlendirme alanlarından cati_1 alanı geometrik olarak 6 köşelidir. Matlab GUI tabanındaki program yalnız dörtgen mekanların alanlarını hesaplayabildiğinden dolayı cati_1 bölgesinin alanı hesaplanarak mantıklı bir yaklaşım ile dörtgen bir mekanmış gibi düşünülerek derinlik ve genişlikleri ona göre seçilmiştir, Çizelge 5.3' e bakılabilir.



Şekil 5.17 Çatı zonunun değerlendirme alanlarına ayrılmış hali

5.1.4.1 Cati_1 Değerlendirme Alanının Güneşli Alanı

Bina çatısında % 45' lik bir eğim vardır. Bu da yaklaşık $24,22^{\circ}$ lik bir eğime denk gelmektedir. Cati_1 değerlendirme alanında yedi adet çatı penceresi vardır. Hesaplamalarda bu pencereler gözönünde bulundurulmuştur.

- cati_1_Pencere_1 açıklığı için;

Lento yüksekliği (h_{St}) = 2,25 m

Çalışma düzlemi yüksekliği (h_{Ne}) = 0,8 m

Pencere genişliği (w_{win}) = 0,80 m

$$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (2,25 - 0,8) = 3,625 \text{ m}$$

$$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 0,80 + (3,625/2) = 2,6125 \text{ m}$$

- cati_1_Pencere_2 açıklığı için;

Lento yüksekliği (h_{St}) = 2,25 m

Çalışma düzlemi yüksekliği (h_{Ne}) = 0,8 m

Pencere genişliği (w_{win}) = 0,80 m

$$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (2,25 - 0,8) = 3,625 \text{ m}$$

$$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 0,80 + (3,625/2) = 2,6125 \text{ m}$$

- cati_1_Pencere_3 açıklığı için;

Lento yüksekliği (h_{St}) = 2,25 m

Çalışma düzlemi yüksekliği (h_{Ne}) = 0,8 m

Pencere genişliği (w_{win}) = 0,80 m

$$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (2,25 - 0,8) = 3,625 \text{ m}$$

$$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 0,80 + (3,625/2) = 2,6125 \text{ m}$$

- cati_1_Pencere_4 açıklığı için;

Lento yüksekliği (h_{St}) = 2,25 m

Çalışma düzlemi yüksekliği (h_{Ne}) = 0,8 m

Pencere genişliği (w_{win}) = 0,80 m

$$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (2,25 - 0,8) = 3,625 \text{ m}$$

$$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 0,80 + (3,625/2) = 2,6125 \text{ m}$$

- cati_1_Pencere_5 açıklığı için;

Lento yüksekliği (h_{St}) = 2,25 m

Çalışma düzlemi yüksekliği (h_{Ne}) = 0,8 m

Pencere genişliği (w_{win}) = 0,80 m

$$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (2,25 - 0,8) = 3,625 \text{ m}$$

$$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 0,80 + (3,625/2) = 2,6125 \text{ m}$$

- cati_1_Pencere_6 açıklığı için;

$$\text{Lento yüksekliği } (h_{St}) = 2,25 \text{ m}$$

$$\text{Çalışma düzlemi yüksekliği } (h_{Ne}) = 0,8 \text{ m}$$

$$\text{Pencere genişliği } (w_{win}) = 0,80 \text{ m}$$

$$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (2,25 - 0,8) = 3,625 \text{ m}$$

$$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 0,80 + (3,625/2) = 2,6125 \text{ m}$$

- cati_1_Pencere_7 açıklığı için;

$$\text{Lento yüksekliği } (h_{St}) = 2,25 \text{ m}$$

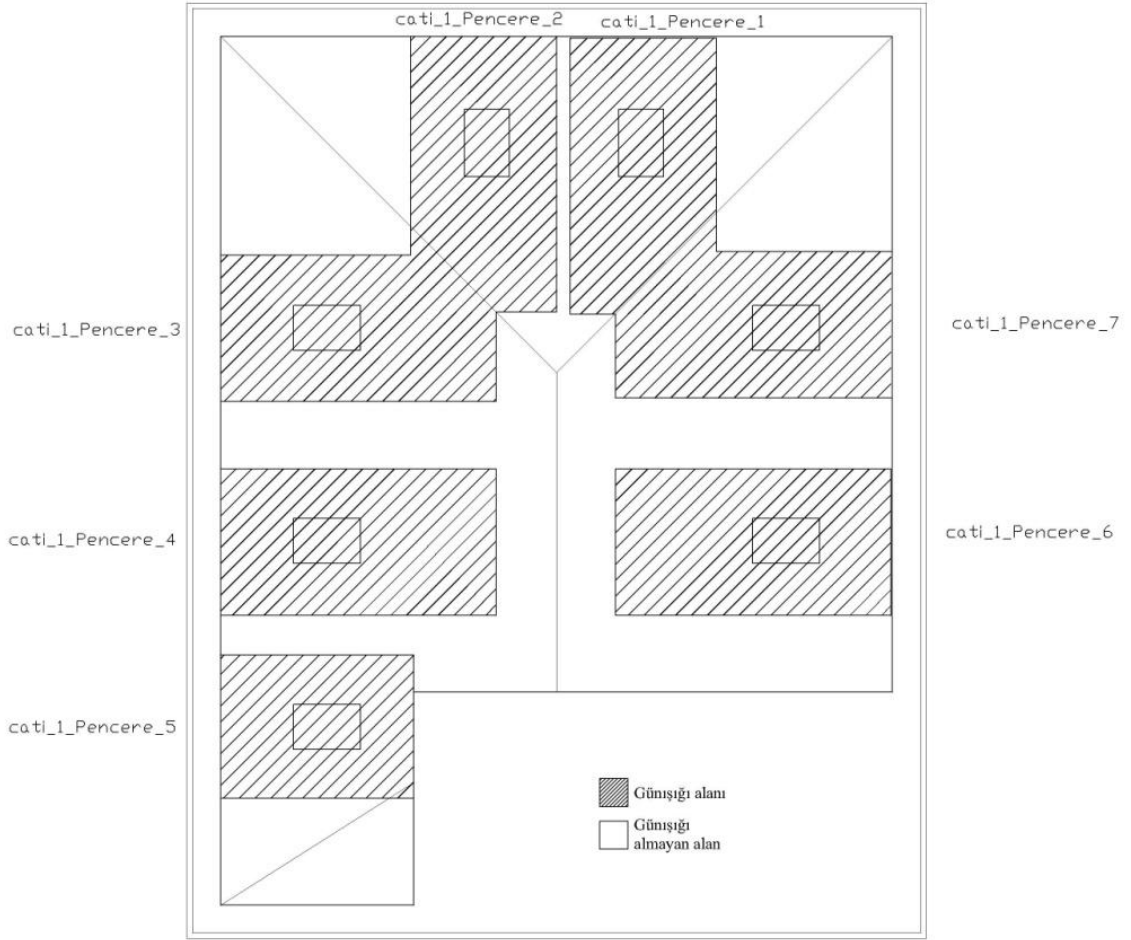
$$\text{Çalışma düzlemi yüksekliği } (h_{Ne}) = 0,8 \text{ m}$$

$$\text{Pencere genişliği } (w_{win}) = 0,80 \text{ m}$$

$$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (2,25 - 0,8) = 3,625 \text{ m}$$

$$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 0,80 + (3,625/2) = 2,6125 \text{ m}$$

Yedi adet çatı penceresinden giren günışığının çatı katını ne kadar aydınlattığını gösteren çizim Şekil 5.18' de verilmiştir. Catı_1 değerlendirme alanının toplam alanı 153,51 m² dir. Şekil 5.18' de gösterilen günışığı alan bölgenin alanı ise 82,42 m² dir. Çatı zonundaki değerlendirme alanlarından catı_1 alanı geometrik olarak 6 köşeli olduğundan, günışığı alanı karmaşık bir geometrik yapıya sahip olduğundan ve Matlab GUI tabanındaki program yalnız dörtgen mekanların alanlarını hesaplayabildiğinden dolayı catı_1 bölgesinin günışığı alanı olarak hesaplananan 82,42 m² mantıklı bir yaklaşım ile dörtgen bir mekanmış gibi düşünülerek derinlik ve genişlikleri ona göre seçilmiştir, Çizelge 5.3' e bakılabilir.



Şekil 5.18 cati_1 alanının günüşiği alan ve almayan bölümleri

5.1.4.2 Cati_merdiven Değerlendirme Alanının Günüşiği Alanı

Cati_merdiven değerlendirme alanında bir adet pencere vardır. Hesaplamalarda bu pencere gözönünde bulundurulmuştur.

- cati_merdiven_Pencere açıklığı için;

Lento yüksekliği (h_{St}) = 2,00 m

Çalışma düzlemi yüksekliği (h_{Ne}) = 0 m

Pencere genişliği (w_{win}) = 1,20 m

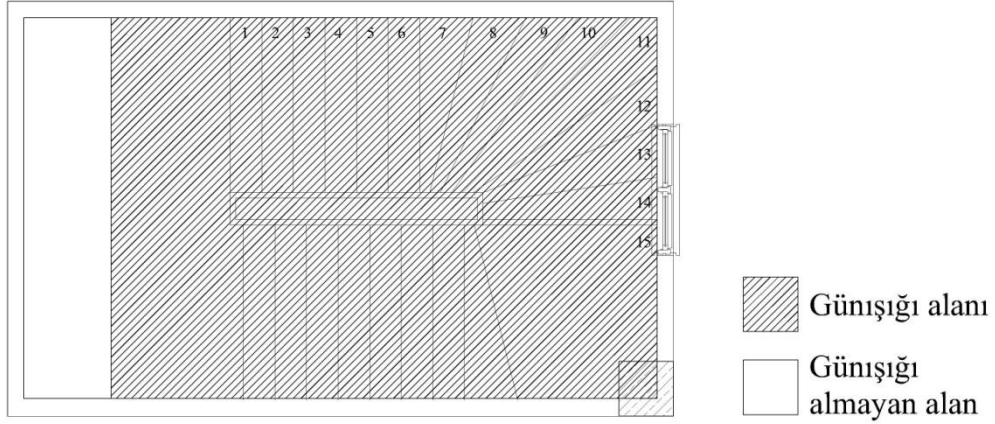
$a_{TL} = 2,5 \times (h_{St} - h_{Ne}) = 2,5 \times (2,00 - 0) = 5,00$ m

$b_{TL} = w_{win} + (a_{TL}/2) = 1,20 + (5/2) = 3,70$ m

$a = 5,80$ m , $b = 3,50$ m

5,00 m < 5,80 m dolayısıyla; $a_{TL} = 5,00$ m

3,70 m > 3,50 m dolayısıyla; $b_{TL} = 3,50$ m



Şekil 5.19 çatı_merdiven alanının güneşli alan ve almayan bölümleri

Çatı_merdiven değerlendirme alanının hesaplanan güneşli genişlik ve derinliğinin mekanı tamamen kaplayamadığı Şekil 5.19’ da görülmektedir. Dolayısıyla hesaplamalarda bu durum gözönüne alınacaktır.

Her bir değerlendirme alanının boyutları, kullanım tipleri, güneşli alanları gibi kendine özgü nitelikleri Çizelge 5.2’ de verilmiştir. Çatı katının hesabı farklı olduğu için ona özgü olacak şekilde bir tablo hazırlanarak Çizelge 5.3’ de verilmiştir. Her değerlendirme alanı için merdivenlerin kullanım alanları “sirkülasyon alanı” olarak tanımlanmıştır. İnsan asansörünün önünde kalan hol kısmının kullanım alanları ise “yardımcı alan” olarak tanımlanmıştır. Her bir alanın bina yapısına göre baktığı yönler Çizelge 5.2’ de verilmiştir. Binanın çatı yapısının kırma çatı olmasından dolayı çatı pencerelerinin yönü tek bir cepheye bakmamaktadır. Duyarlılık analizi konusunda cephe yönlerinin toplam net enerji ihtiyacını en çok % 22 etkilediği anlatılmıştı. Bu çatı penceresi hesabında ise cephe yönünün sonucu % 8 etkilediği görülmüştür. Bu analiz referans alınarak bu çalışmada tüm pencerelerin kuzey yönüne baktığı kabul edilmiştir. Bu kabul toplam sonuçta çok düşük bir hata payına sebep olacaktır.

Çizelge 5.2 Aydınlatma için gerekli enerji miktarının hesaplanmasında kullanılmak üzere değerlendirme alanlarının nitelikleri

Zonlar	Alanlar	Mekanın Derinliği	Mekanın Genişliği	Mekanın Yüksekliği	Cinsi	Cephe Yönü	Güneşliği Derinliği	Güneşliği Genişliği	Engel	Karkas Açıklığı	Lentonun Yüksekliği	Cam Tipi	Cephe Bileşeni Türü
B2	B2_1	6,28 m	17,5 m	3,05 m	Otopark	*	0	0	Yok	0	*	Yok	*
	B2_2	5,12 m	14,75 m	3,05 m	Otopark	*	0	0	Yok	0	*	Yok	*
	B2_3	6,812 m	6,2 m	3,05 m	Otopark	*	0	0	Yok	0	*	Yok	*
	B2_4	2,75 m	8,55 m	3,05 m	Otopark	*	0	0	Yok	0	*	Yok	*
	B2_5	6,60 m	2,75 m	3,05 m	Otopark	*	0	0	Yok	0	*	Yok	*
	B2_hol	1,20 m	2,30 m	3,05 m	Yardımcı Alan	*	0	0	Yok	0	*	Yok	*
	B2_mer	5,80 m	3,50 m	3,05 m	Sirkülasyon Alanı	*	0	0	Yok	0	*	Yok	*
B1	B1_1	6,28 m	17,5 m	3,85 m	Otopark	*	0	0	Yok	0	*	Yok	*
	B1_2	5,12 m	14,75 m	3,85 m	Otopark	*	0	0	Yok	0	*	Yok	*
	B1_3	6,812 m	6,2 m	3,85 m	Otopark	*	0	0	Yok	0	*	Yok	*
	B1_4	2,75 m	8,55 m	3,85 m	Otopark	*	0	0	Yok	0	*	Yok	*
	B1_5	6,60 m	2,75 m	3,85 m	Otopark	*	0	0	Yok	0	*	Yok	*
	B1_hol	1,20 m	2,30 m	3,85 m	Yardımcı Alan	*	0	0	Yok	0	*	Yok	*
	B1_mer	5,80 m	3,50 m	3,85 m	Sirkülasyon Alanı	*	0	0	Yok	0	*	Yok	*
ZK	ZK_1	11,184 m	11,70 m	4,40 m	Perakende Market	Kuzey	9,00 m	11,70 m	Çift Cam	83,925m ²	4,40 m	Çift Cam	Filmlili Cam
	ZK_2	3,60 m	3,30 m	4,40 m	Tek kişilik kişisel ofis	Batı	3,60	3,30 m	Çift Cam	20,74 m ²	4,00 m	Çift Cam	Filmlili Cam

*Güneşliği ile aydınlanma olmadığı için cam tipi, cephe bileşeni, karkas açıklığı, lento yüksekliği, güneşliği alanı programda her hangi bir değer atanmıştır, çünkü sonuca hiç bir etkileri yoktur.

Çizelge 5.2 (devam)

Zonlar	Alanlar	Mekanın Derinliği	Mekanın Genişliği	Mekanın Yüksekliği	Cinsi	Cephe Yönü	Güneşliği Derinliği	Güneşliği Genişliği	Engel	Karkas Açıklığı	Lentonun Yüksekliği	Cam Tipi	Cephe Bileşeni Türü
ZK	ZK_tuv1	1,5 m	1,0 m	3,00 m	Tuvaletler	Doğu	1,5 m	1,0 m	Çift Cam	0,36 m2	2,20 m	Çift Cam	Filmlî Cam
	ZK_tuv2	1,5 m	1,0 m	3,00 m	Tuvaletler	Doğu	1,5 m	1,0 m	Çift Cam	0,36 m2	2,20 m	Çift Cam	Filmlî Cam
	ZK_hol	1,25 m	2,30 m	4,40 m	Yardımcı Alan	*	0	0	Yok	0	*	*	*
	ZK_mer	5,80 m	3,50 m	4,40 m	Sirkülasyon Alanı	Doğu	5,00 m	3,50 m	Çift Cam	1,44 m2	2,00 m	Çift Cam	Filmlî Cam
NK1	NK1_1	11,184 m	11,70 m	3,00 m	2-6 kişilik bölünmüş ofis	Kuzey	6,785 m	11,70 m	Çift Cam	83,925m2	3,00 m	Çift Cam	Filmlî Cam
	NK1_2	3,60 m	3,30 m	3,00 m	Tek kişilik kişisel ofis	Batı	3,60 m	3,30 m	Çift Cam	20,74 m2	2,65 m	Çift Cam	Filmlî Cam
	NK1_tuv1	1,5 m	1,0 m	3,00 m	Tuvaletler	Doğu	1,5 m	1,0 m	Çift Cam	0,36 m2	2,00 m	Çift Cam	Filmlî Cam
	NK1_tuv2	1,5 m	1,0 m	3,00 m	Tuvaletler	Doğu	1,5 m	1,0 m	Çift Cam	0,36 m2	2,00 m	Çift Cam	Filmlî Cam
	NK1_hol	1,25 m	2,30 m	3,00 m	Yardımcı Alan	*	0	0	Yok	0	*	*	*
	NK1_mer	5,80 m	3,50 m	3,00 m	Sirkülasyon Alanı	Doğu	5,80 m	3,50 m	Çift Cam	2,44 m2	2,00 m	Çift Cam	Filmlî Cam
*Güneşliği ile aydınlanma olmadığı için cam tipi, cephe bileşeni, karkas açıklığı, lento yüksekliği, güneşliği alanı programda her hangi bir değer atanmıştır, çünkü sonuca hiç bir etkileri yoktur.													

Çizelge 5.2 (devam)

Zonlar	Alanlar	Mekanın Derinliği	Mekanın Genişliği	Mekanın Yüksekliği	Cinsi	Cephe Yönü	Güneşliği Derinliği	Güneşliği Genişliği	Engel	Karkas Açıklığı	Lentonun Yüksekliği	Cam Tipi	Cephe Bileşeni Türü
NK2	NK2_1	11,184 m	11,70 m	3,00 m	2-6 kişilik bölünmüş ofis	Kuzey	6,785 m	11,70 m	Çift Cam	83,925m2	3,00 m	Çift Cam	Filmlî Cam
	NK2_2	3,60 m	3,30 m	3,00 m	Tek kişilik kişisel ofis	Batı	3,60 m	3,30 m	Çift Cam	20,74 m2	2,65 m	Çift Cam	Filmlî Cam
	NK2_tuv1	1,5 m	1,0 m	3,00 m	Tuvaletler	Doğu	1,5 m	1,0 m	Çift Cam	0,36 m2	2,00 m	Çift Cam	Filmlî Cam
	NK2_tuv2	1,5 m	1,0 m	3,00 m	Tuvaletler	Doğu	1,5 m	1,0 m	Çift Cam	0,36 m2	2,00 m	Çift Cam	Filmlî Cam
	NK2_hol	1,25 m	2,30 m	3,00 m	Yardımcı Alan	*	0	0	Yok	0	*	*	*
	NK2_mer	5,80 m	3,50 m	3,00 m	Sirkülasyon Alanı	Doğu	5,80 m	3,50 m	Çift Cam	2,44 m2	2,00 m	Çift Cam	Filmlî Cam
NK3	NK3_1	11,184 m	11,70 m	3,00 m	2-6 kişilik bölünmüş ofis	Kuzey	6,785 m	11,70 m	Çift Cam	83,925m2	3,00 m	Çift Cam	Filmlî Cam
	NK3_2	3,60 m	3,30 m	3,00 m	Tek kişilik kişisel ofis	Batı	3,60 m	3,30 m	Çift Cam	20,74 m2	2,65 m	Çift Cam	Filmlî Cam
	NK3_tuv1	1,5 m	1,0 m	3,00 m	Tuvaletler	Doğu	1,5 m	1,0 m	Çift Cam	0,36 m2	2,00 m	Çift Cam	Filmlî Cam
	NK3_tuv2	1,5 m	1,0 m	3,00 m	Tuvaletler	Doğu	1,5 m	1,0 m	Çift Cam	0,36 m2	2,00 m	Çift Cam	Filmlî Cam

*Güneşliği ile aydınlanma olmadığı için cam tipi, cephe bileşeni, karkas açıklığı, lento yüksekliği, güneşliği alanı programda her hangi bir değer atanmıştır, çünkü sonuca hiç bir etkileri yoktur.

Çizelge 5.2 (devam)

Zonlar	Alanlar	Mekanın Derinliği	Mekanın Genişliği	Mekanın Yüksekliği	Cinsi	Cephe Yönü	Günişığı Derinliği	Günişığı Genişliği	Engel	Karkas Açıklığı	Lentonun Yüksekliği	Cam Tipi	Cephe Bileşeni Türü
NK3	NK3_hol	1,25 m	2,30 m	3,00 m	Yardımcı Alan	*	0	0	Yok	0	*	*	*
	NK3_mer	5,80 m	3,50 m	3,00 m	Sirkülasyon Alanı	Doğu	5,80 m	3,50 m	Çift Cam	2,44 m ²	2,00 m	Çift Cam	Filmlî Cam
Çatı	cati_mer	5,80 m	3,50 m	3,00 m	Sirkülasyon Alanı	Doğu	5,00 m	3,50 m	Çift Cam	1,44 m ²	2,00 m	Çift Cam	Filmlî Cam

*Günişığı ile aydınlanma olmadığı için cam tipi, cephe bileşeni, karkas açıklığı, lento yüksekliği, günişığı alanı programda her hangi bir değer atanmıştır, çünkü sonuca hiç bir etkileri yoktur.

85

Çizelge 5.3 Çatı zonu aydınlatması için gerekli enerji miktarının hesaplanmasında kullanılmak üzere cati_1 değerlendirme alanının nitelikleri

Zon	Alan	Mekanın Derinliği	Mekanın Genişliği	Mekanın Yüksekliği	Cinsi	Günişığı Derinliği	Günişığı Genişliği	Çatı Penceresi Tipi	Pencere Adedi	Çatı Eğimi Açısı	Pencere Genişliği (b _{RB})	Pencere Uzunluğu (h _g)	Çatı Yüzeyinin Uzunluğu (h _w)	Cam Tipi
Çatı	cati_1	12,79 m	12,00 m	3,00 m	Diğer Yaşam Alanları	8,376 m	9,84 m	Sundurma Çatı Penceresi	7	24.22°	0,80 m	1,20 m	7,25 m	Çift Katmanlı Lamine Güvenli Cam

**Çatı katının 3 cephe yönü var: Kuzey, Doğu, Batı. Cephe yönü, sonucu pek etkilemediği için (% 6-8 etkiliyor) cephe yönü "kuzey" olarak seçildi.

5.2 Simülasyon Sonuçları

Üzerine çalışılan algoritmanın, hazırlanan hesaplama programının meyvesini verdiği bölümdür bu bölüm. DIN V 18599-4 standardı baz alınarak Matlab GUI tabanında hazırlanan program, 5.1 konulu bölümde özellikleri izah edilen binanın nitelikleri kullanılarak çalıştırılmıştır. Her bir değerlendirme alanı için ayrı ayrı çalıştırılan program neticesinde ilgili değerlendirme alanlarının aylık ve sonucunda da yıllık enerji ihtiyaçları hesaplanmıştır. Bütün değerlendirme alanları ile ilgili program çıktıları aşağıdaki çizelgeler de bulunabilir. Tüm binanın aydınlatma için ihtiyaç duyduğu net enerji miktarı da Çizelge 5.11’ de verilmiştir. Ayrıca Matlab GUI tabanındaki yazılımın arayüzü her bir değerlendirme alanına özgü şekilde EK-B’ de verilmiştir.

5.2.1 B2 Zonunun Simülasyon Sonuçları

B2 zonunun aydınlatma için ihtiyaç duyduğu enerjiyi gösteren çizelge aşağıda verilmiştir. Bodrum katlarda günışığı alabilecek pencere açıklıkları bulunmadığı için tüm alanlar yapay aydınlatma sistemleri ile aydınlatılabilmektedir, hesaplarda buna göre çıkmıştır.

Çizelge 5.4 B2 zonu için aylık ve yıllık aydınlatma enerji ihtiyaçları

B2 Zonu								
Alanlar								
	B2_1	B2_2	B2_3	B2_4	B2_5	B2_hol	B2_mer	Q, Aylık (kWh)
Gün Işığı Sınıfı	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	
Q, Ocak	28,362	21,130	12,953	9,554	7,750	0,495	5,345	57,228
Q, Şubat	28,362	21,130	12,953	9,554	7,750	0,495	5,345	57,228
Q, Mart	28,362	21,130	12,953	9,554	7,750	0,495	5,345	57,228
Q, Nisan	28,362	21,130	12,953	9,554	7,750	0,495	5,345	57,228
Q, Mayıs	28,362	21,130	12,953	9,554	7,750	0,495	5,345	57,228
Q, Haziran	28,362	21,130	12,953	9,554	7,750	0,495	5,345	57,228
Q, Temmuz	28,362	21,130	12,953	9,554	7,750	0,495	5,345	57,228
Q, Ağustos	28,362	21,130	12,953	9,554	7,750	0,495	5,345	57,228
Q, Eylül	28,362	21,130	12,953	9,554	7,750	0,495	5,345	57,228
Q, Ekim	28,362	21,130	12,953	9,554	7,750	0,495	5,345	57,228
Q, Kasım	28,362	21,130	12,953	9,554	7,750	0,495	5,345	57,228
Q, Aralık	28,362	21,130	12,953	9,554	7,750	0,495	5,345	57,228
Q, Toplam	340,339	253,562	155,435	114,649	93,002	5,943	64,140	686,732

5.2.2 B1 Zonunun Simülasyon Sonuçları

B1 zonunun aydınlatma için ihtiyaç duyduğu enerjiyi gösteren çizelge aşağıda verilmiştir. B2 zonu g'ibi bu zonda günışığından faydalanamayan bir bölgedir.

Çizelge 5.5 B1 zonu için aylık ve yıllık aydınlatma enerji ihtiyaçları

B1 Zonu								
Alanlar								
	B1_1	B1_2	B1_3	B1_4	B1_5	B1_hol	B1_mer	Q, Aylık (kWh)
Gün Işığı Sınıfı	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	
Q, Ocak	31,493	24,077	14,912	10,427	8,049	0,495	6,029	63,989
Q, Şubat	31,493	24,077	14,912	10,427	8,049	0,495	6,029	63,989
Q, Mart	31,493	24,077	14,912	10,427	8,049	0,495	6,029	63,989
Q, Nisan	31,493	24,077	14,912	10,427	8,049	0,495	6,029	63,989
Q, Mayıs	31,493	24,077	14,912	10,427	8,049	0,495	6,029	63,989
Q, Haziran	31,493	24,077	14,912	10,427	8,049	0,495	6,029	63,989
Q, Temmuz	31,493	24,077	14,912	10,427	8,049	0,495	6,029	63,989
Q, Ağustos	31,493	24,077	14,912	10,427	8,049	0,495	6,029	63,989
Q, Eylül	31,493	24,077	14,912	10,427	8,049	0,495	6,029	63,989
Q, Ekim	31,493	24,077	14,912	10,427	8,049	0,495	6,029	63,989
Q, Kasım	31,493	24,077	14,912	10,427	8,049	0,495	6,029	63,989
Q, Aralık	31,493	24,077	14,912	10,427	8,049	0,495	6,029	63,989
Q, Toplam	377,912	288,918	178,944	125,126	96,589	5,943	72,349	767,870

5.2.3 ZK Zonunun Simülasyon Sonuçları

ZK zonunun aydınlatma için gereksinilen enerjiyi gösteren çizelge aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.6 ZK zonu için aylık ve yıllık aydınlatma enerji ihtiyaçları

ZK Zonu							
Alanlar							
	ZK_1	ZK_2	ZK_tuv1	ZK_tuv2	ZK_hol	ZK_mer	Q, Aylık (kWh)
Gün Işığı Sınıfı	Güçlü	Güçlü	Zayıf	Zayıf	Etkisiz	Etkisiz	
Q, Ocak	141,854	23,721	0,390	0,390	0,516	6,029	172,899
Q, Şubat	125,263	18,751	0,354	0,354	0,516	6,029	151,266
Q, Mart	112,819	14,887	0,326	0,326	0,516	6,029	134,902
Q, Nisan	104,524	12,126	0,305	0,305	0,516	6,029	123,806
Q, Mayıs	98,993	10,470	0,293	0,293	0,516	6,029	116,595
Q, Haziran	97,611	9,918	0,289	0,289	0,516	6,029	114,652
Q, Temmuz	100,376	10,470	0,293	0,293	0,516	6,029	117,978
Q, Ağustos	105,906	12,126	0,305	0,305	0,516	6,029	125,188
Q, Eylül	115,584	14,887	0,326	0,326	0,516	6,029	137,667
Q, Ekim	129,410	18,475	0,352	0,352	0,516	6,029	155,134
Q, Kasım	147,384	23,444	0,388	0,388	0,516	6,029	178,149
Q, Aralık	168,123	29,242	0,430	0,430	0,516	6,029	204,769
Q, Toplam	1447,846	198,516	4,051	4,051	6,191	72,349	1733,005

5.2.4 NK1, NK2 ve NK3 Zonlarının Simülasyon Sonuçları

Üç zonun da odasal boyutları ve nitelikleri aynı olduğu için üçü bir başlıkta ele alınacaktır. Aşağıdaki çizelgelerde her bir zon için net enerji ihtiyacı verilmiştir.

Çizelge 5.7 NK1 zonu için aylık ve yıllık aydınlatma enerji ihtiyaçları

NK1 Zonu							
Alanlar							
	NK1_1	NK1_2	NK1_tuv1	NK1_tuv2	NK1_hol	NK1_mer	Q, Aylık (kWh)
Gün Işığı Sınıfı	Güçlü	Güçlü	Zayıf	Zayıf	Etkisiz	Etkisiz	
Q, Ocak	163,932	19,934	0,393	0,393	0,516	5,292	190,459
Q, Şubat	152,366	15,794	0,358	0,358	0,516	5,292	174,683
Q, Mart	143,692	12,575	0,330	0,330	0,516	5,292	162,735
Q, Nisan	137,909	10,276	0,310	0,310	0,516	5,292	154,613
Q, Mayıs	134,054	8,896	0,299	0,299	0,516	5,292	149,355
Q, Haz	133,090	8,436	0,295	0,295	0,516	5,292	147,923
Q, Tem	135,018	8,896	0,299	0,299	0,516	5,292	150,319
Q, Ağu	138,873	10,276	0,310	0,310	0,516	5,292	155,577
Q, Eylül	145,620	12,575	0,330	0,330	0,516	5,292	164,662
Q, Ekim	155,258	15,565	0,356	0,356	0,516	5,292	177,341
Q, Kasım	167,787	19,704	0,391	0,391	0,516	5,292	194,080
Q, Aralık	182,244	24,533	0,432	0,432	0,516	5,292	213,449
Q, Toplam	1789,843	167,457	4,102	4,102	6,191	63,502	2035,195

Çizelge 5.8 NK2 zonu için aylık ve yıllık aydınlatma enerji ihtiyaçları

NK2 Zonu							
Alanlar							
	NK2_1	NK2_2	NK2_tuv1	NK2_tuv2	NK2_hol	NK2_mer	Q, Aylık (kWh)
Gün Işığ ^ı Sınıfı	Güçlü	Güçlü	Zayıf	Zayıf	Etkisiz	Etkisiz	
Q, Ocak	163,932	19,934	0,393	0,393	0,516	5,292	190,459
Q, Şubat	152,366	15,794	0,358	0,358	0,516	5,292	174,683
Q, Mart	143,692	12,575	0,330	0,330	0,516	5,292	162,735
Q, Nisan	137,909	10,276	0,310	0,310	0,516	5,292	154,613
Q, Mayıs	134,054	8,896	0,299	0,299	0,516	5,292	149,355
Q, Haz	133,090	8,436	0,295	0,295	0,516	5,292	147,923
Q, Tem	135,018	8,896	0,299	0,299	0,516	5,292	150,319
Q, Ağu	138,873	10,276	0,310	0,310	0,516	5,292	155,577
Q, Eylül	145,620	12,575	0,330	0,330	0,516	5,292	164,662
Q, Ekim	155,258	15,565	0,356	0,356	0,516	5,292	177,341
Q, Kasım	167,787	19,704	0,391	0,391	0,516	5,292	194,080
Q, Aralık	182,244	24,533	0,432	0,432	0,516	5,292	213,449
Q, Toplam	1789,843	167,457	4,102	4,102	6,191	63,502	2035,195

Çizelge 5.9 NK3 zonu için aylık ve yıllık aydınlatma enerji ihtiyaçları

NK3 Zonu							
Alanlar							
	NK3_1	NK3_2	NK3_tuv1	NK3_tuv2	NK3_hol	NK3_mer	Q, Aylık (kWh)
Gün Işığ ^ı Sınıfı	Güçlü	Güçlü	Zayıf	Zayıf	Etkisiz	Etkisiz	
Q, Ocak	163,932	19,934	0,393	0,393	0,516	5,292	190,459
Q, Şubat	152,366	15,794	0,358	0,358	0,516	5,292	174,683
Q, Mart	143,692	12,575	0,330	0,330	0,516	5,292	162,735
Q, Nisan	137,909	10,276	0,310	0,310	0,516	5,292	154,613
Q, Mayıs	134,054	8,896	0,299	0,299	0,516	5,292	149,355
Q, Haz	133,090	8,436	0,295	0,295	0,516	5,292	147,923
Q, Tem	135,018	8,896	0,299	0,299	0,516	5,292	150,319
Q, Ağu	138,873	10,276	0,310	0,310	0,516	5,292	155,577
Q, Eylül	145,620	12,575	0,330	0,330	0,516	5,292	164,662
Q, Ekim	155,258	15,565	0,356	0,356	0,516	5,292	177,341
Q, Kasım	167,787	19,704	0,391	0,391	0,516	5,292	194,080
Q, Aralık	182,244	24,533	0,432	0,432	0,516	5,292	213,449
Q, Toplam	1789,843	167,457	4,102	4,102	6,191	63,502	2035,195

5.2.5 Çatı Zonunun Simülasyon Sonuçları

Çizelge 5.10 Çatı zonu için aylık ve yıllık aydınlatma enerji ihtiyaçları

Çatı Zonu			
Alanlar			
	cati_1	cati_mer	Q, Aylık (kWh)
Gün Işığı Sınıfı	Zayıf	Etkisiz	
Q, Ocak	124,088	5,292	129,380
Q, Şubat	120,597	5,292	125,889
Q, Mart	117,882	5,292	123,174
Q, Nisan	115,943	5,292	121,234
Q, Mayıs	114,779	5,292	120,071
Q, Haziran	114,391	5,292	119,683
Q, Temmuz	114,779	5,292	120,071
Q, Ağustos	115,943	5,292	121,234
Q, Eylül	117,882	5,292	123,174
Q, Ekim	120,403	5,292	125,695
Q, Kasım	123,894	5,292	129,186
Q, Aralık	127,967	5,292	133,259
Q, Toplam	1428,548	63,502	1492,049

Çizelge 5.11' de görüldüğü üzere tüm binanın aydınlatma için ihtiyaç duyduğu yıllık enerji miktarı 10.785,242 kwh'dir. En düşük tüketiminin yaz aylarında, bilhassa 799,320 kwh ile haziran ayında, en yüksek tüketimin de kış aylarında, bilhassa 1099,591 kwh ile aralık ayında olduğu görülmektedir. Bu durum şüphesizki yaz aylarındaki güneşlenme miktarının kış aylarındakinden daha fazla olduğunu gösterir.

Çizelge 5.11 Tüm zonlar için toplam aylık ve yıllık aydınlatma enerji ihtiyaçları

Aylar	Zonlar							Q, Aylık Toplam
	B2	B1	ZK	NK1	NK2	NK3	Çatı	
Q, Ocak	57,228	63,989	172,899	190,459	190,459	190,459	129,380	994,873
Q, Şubat	57,228	63,989	151,266	174,683	174,683	174,683	125,889	922,422
Q, Mart	57,228	63,989	134,902	162,735	162,735	162,735	123,174	867,497
Q, Nisan	57,228	63,989	123,806	154,613	154,613	154,613	121,234	830,096
Q, Mayıs	57,228	63,989	116,595	149,355	149,355	149,355	120,071	805,946
Q, Haziran	57,228	63,989	114,652	147,923	147,923	147,923	119,683	799,320
Q, Temmuz	57,228	63,989	117,978	150,319	150,319	150,319	120,071	810,221
Q, Ağustos	57,228	63,989	125,188	155,577	155,577	155,577	121,234	834,370
Q, Eylül	57,228	63,989	137,667	164,662	164,662	164,662	123,174	876,045
Q, Ekim	57,228	63,989	155,134	177,341	177,341	177,341	125,695	934,069
Q, Kasım	57,228	63,989	178,149	194,080	194,080	194,080	129,186	1010,792
Q, Aralık	57,228	63,989	204,769	213,449	213,449	213,449	133,259	1099,591
Q, Yıllık Toplam	686,732	767,870	1733,005	2035,195	2035,195	2035,195	1492,049	10785,242

FOTOVOLTAİK TASARIMI

Güneşin merkezinde meydana gelen hidrojen gazının helyuma dönüşmesi şeklindeki füzyon süreci ile ortaya çıkan ışınım enerjisi yer küreye kadar ulaşır. Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir kısmı bile, tüketilen enerjiden kat kat daha fazladır. Durum böyle olunca bedava bir enerji kaynağı olan güneşten yararlanmayı düşünmek kadar doğal bir düşünce olamaz. 1970’li yıllardan sonra güneş enerjisi sistemleri üzerine yapılan çalışmalar hız kazanmıştır. Sistemler teknolojik olarak ilerlemiş ve buna ters orantı olarak maliyetlerde azalma eğilimine girmiştir. Elli beş yıllık bir süreçte güneş pillerinin maliyetlerindeki değişim aşağıda verilmiştir.

1958: ~\$ 1.000 / Watt

1970’ler: ~\$ 100 / Watt

1980’ler: ~\$ 10 / Watt

1990’lar: ~\$ 3 - 6 / Watt

2000-2004: ~\$ 1,8 – 2,5 / Watt

~\$ 3,50 – 4,75 / Watt

2005 – 2013: \$ 1,50 - 0,85 / Watt

Diğer enerji kaynaklarına nazaran muhakkak ki en dikkat çekici yanı temiz bir enerji kaynağı olmasıdır. Güneş enerjisinden faydalanılarak bir çok uygulama yapılmaktadır. Bu bölümde fotovoltaik sistemler hakkında kısa bir bilgi verildikten sonra, 5.bölümdeki örnek plaza çalışmasında elde edilen veriler kullanılarak bir fotovoltaik sistem tasarımı ve maliyet analizi yapılacaktır.

6.1 Fotovoltaik Sistem Tasarımı ve Şebekeye Bağlantısı

Solar PV sistemler; şebekeden ayrık (off-grid) ve şebekeye bağlı (on-grid) sistemler olarak ikiye ayrılır. Şebekeden ayrık sistemler de kendi arasında ikiye ayrılır: aküsüz ve akü yedeklemeli sistemler. Şebekeye bağlı (on-grid) sistemler de aynı şekilde aküsüz ve akü yedeklemeli sistemler olarak ikiye ayrılır.

Bir solar sistem kurulumunda seçimine dikkat edilmesi gereken kriterler şunlardır:

- Sistem ve bileşenlerinin boyutlandırılması
- Taşıyıcı yapılar (sabit, tek ve çift eksenli izleyiciler, çelik konstrüksiyon)
- PV teknolojisinde solar panel türünü seçerken yer sorunu varsa mono / poli kristal PV, eğer yer sorunu yoksa ince film PV seçimi temel kriter olarak kabul edilebilir.

6.1.1 Sistem Tasarımında İzlenecek Yol

- Kullanıcının yıllık ihtiyacının belirlenmesi (varsa tüketimi azaltıcı önlemlerin önerilmesi)
- Uygulama bölgesi için güneş ışınımının belirlenmesi
- Fotovoltaik modüllerin seçimi
- DC-AC invertörün seçimi
- Inverterin maksimum DC gerilim ve akımının fotovoltaik pillerle uyumu
- Modül grubunun Voc ve Isc değerlerinin invertörün değerleriyle uyumunun kontrolü
- Akü olacaksa, otonomi süresi ve akü şarj-deşarj verimleri göz önüne alınarak kapasitenin belirlenmesi
- Akü olması durumunda şarj kontrol cihazının belirlenmesi

6.1.2 Solar Sistemlerin Boyutlandırılması

1) Uygulamanın yapılacağı bölgedeki yıllık güneş ışınımı yoğunluğu değeri bulunur. Aşağıdaki kaynaklar kullanılabilir:

- GEPA (Elektrik İşleri Etüt İdaresi, (www.eie.gov.tr))
- Meteoroloji istasyonu verisi (www.meteor.gov.tr)

- <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>
- Pyronometer ile yerinde yıllık ölçüm

2) Bileşenlerin karakteristiklerinden ve çevresel meteorolojik etkilerden kaynaklanan bir takım sistem kayıpları mevcuttur [9]. Bu kayıplar ortalama aralıklar ile aşağıda verilmiştir.

Gölgelenme = 0,0 – 5,0 %

Modül kirlenmesi = 1,0 – 5,0 %

Yansıma = 2,5 – 5,0 %

AM 1,5 tayfindan sapma = 1,0 – 2,0 %

Uyumsuzluk ve üretici verilerinden sapma = 0,5 – 2,5 %

STC' de sapma nedenli verim düşüşleri = 5,0 – 15,0 %

DC hat kayıpları = 0,5 – 1,5 %

Eviricinin dönüştürme kayıpları = 2,0 – 5,0 %

AC hat kayıpları = 0,2 – 1,5 %

Sistem boyutlandırması için AC çıkışlı sistemlerde tüketilen enerjinin üretilmesi için öncelikle kaç kw'lık invertere ihtiyaç duyulduğu saptanmalıdır.

$$P_i = \frac{\text{Günlük enerji ihtiyacı} \times \dot{I}_K}{H_d} \quad (6.1)$$

P_i = İnverter gücü

\dot{I}_K = İnverter kaybı

H_d = Günlük güneşlenme süresi

Inverter hesabı yapıldıktan sonra fotovoltaik sistemin gücü hesaplanır.

$$P_{PV} = \frac{P_i}{Y_k} \quad (6.2)$$

P_{PV} = gerekli PV sistem kurulu gücü

Y_k = Yüzde kayıp

3) Kullanılacak güneş panelinin watt değeri tespit edilir. Bulunan P_{PV} değeri birim panelin watt değerine bölüldüğü zaman kaç adet panel kullanılmalı bulunmuş olur.

Ancak çıkabilecek ondalı değerler yukarı yuvarlanır veya çift sayıda panel kullanılması gereken durumlarda adetlerin üste yuvarlanmasında yarar vardır. Panellerin spektlerinde belirtilen gerilim değerine göre bağlantıların seri ve paralelliğine karar verilir.

4) Şarj kontrol cihazının belirlenmesi, fotovoltaik sistemin sistem gerilimine ve akımına bağlıdır. Örneğin; 230 W'lık panellerden kurulu 2 seri x 4 paralel şeklinde 8 panellik bir sistem 48 V geriliminde ve 28 amperlik akım değerinde olsun. Bu sistem için seçilecek şarj kontrol cihazı 48 V'luk ve 30 amper değerinden yüksek bir değerde akım taşıyabilen bir cihaz olmalıdır. (Örn: Steca Tarom 440, 48V,40A)

5) Günlük enerji ihtiyacı, istenen otonomi süresi (güneşsiz geçecek gün sayısında yüklerin çalışması gereken süre) ile çarpılır. Daha sonra bulunan değere % 25 - 30 gibi bir akü kaybıda eklenir. Çıkan değer sistem gerilimine bölünürse ihtiyaç duyulan akü akım.saat (Ah) değeri elde edilir. Bu değer yukarı yuvarlanarak en uygun akü tercih edilmelidir. Solar sistemlerde genellikle yeni teknoloji jel aküler kullanılmaktadır.

6) Inverterin maksimum DC gerilim ve akımının PV' lerle uyumu ve modül grubunun Voc ve Isc değerlerinin invertörün değerleriyle uyumunun sağlanabileceği bir inverter seçimi yapılmalıdır.

6.1.3 Fotovoltaik Sistem Çeşitleri

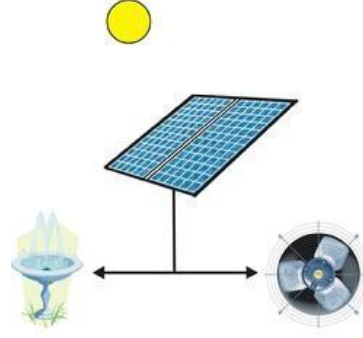
Fotovoltaik sistemler dörde ayrılır:

- Şebekeden ayrık (Off-grid) sistemler
- Şebekeden ayrık (Off-grid) akü yedeklemeli sistemler
- Şebekeye bağlı (On-grid) sistemler
- Şebekeye bağlı (On-grid) akü yedeklemeli sistemler

6.1.3.1 Şebekeden Ayrık (Off-Grid) Sistemler

Akü yedeklemesi olmayan şebekeden ayrık sistemlerin çok fazla kullanım alanı olmamasına rağmen bilhassa dalgıç pompalar yardımıyla tarım alanlarında kullanılmak üzere yer altından su çıkartılmasında kullanılmaktadır.

Bu sistemlerde panellerden gelen kablolar herhangi bir yan ekipmana bağlanmaksızın direk yüke bağlanarak, güneşin durumuna ve ışınım değerlerine bağlı olarak yüke elektrik sağlanmaktadır.

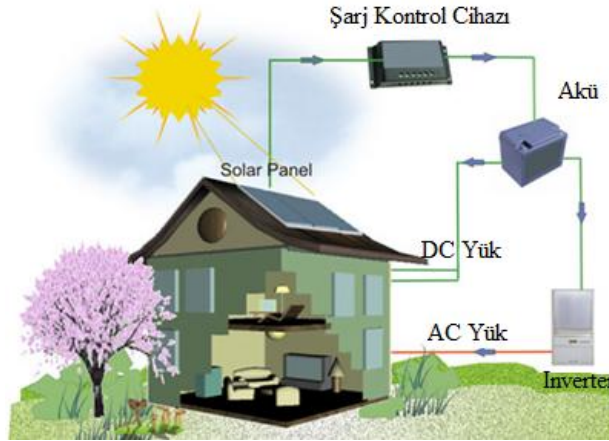


Şekil 6.1 Şebekeden ayırık sistemler

6.1.3.2 Şebekeden Ayırık (Off-Grid) Akü Yedeklemeli Sistemler

Bu sistemler günümüz Türkiye' si şartlarında en çok rağbet gören sistemlerdir. Bu sistemlere daha çok GSM istasyonlarında ve şebeke elektriği bulunmayan köy veya yayla evlerinde rastlanabilir.

Şebekeden ayırık akü yedeklemeli sistemlerde çatı üzerine veya beton zemin üzerine kurulmuş olan fotovoltaik paneller şarj kontrol cihazları vasıtasıyla akü setlerini besler. Aküler DC gerilimde çalışan yükleri direkt besleyebilmesine karşın, AC yükleri besleyebilmek için uygun bir inverter seçilmelidir.

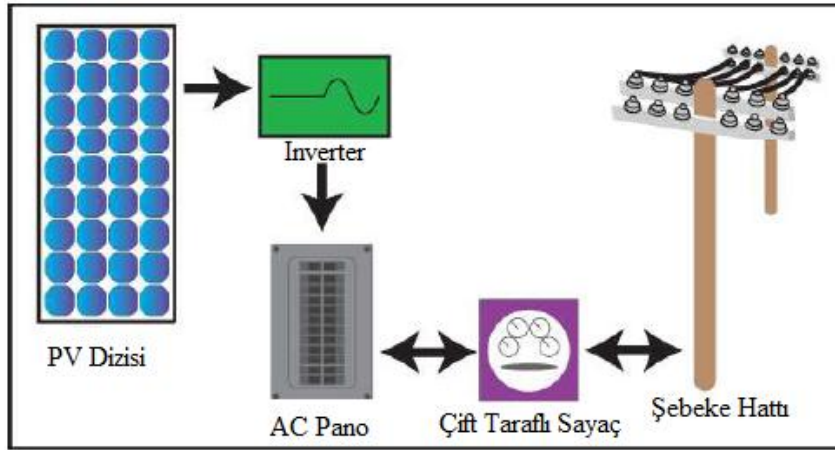


Şekil 6.2 Şebekeden ayırık akü yedeklemeli sistemler

6.1.3.3 Şebekeye Bağlı (On-Grid) Sistemler

Dünyada en popüler fotovoltaik elektrik üretimi uygulaması binaların çatılarındaki ve cephelerindeki PV panellerden elde edilen gücün elektrik şebekesine aktarılmasıdır. Bu tarz sistemlerde fotovoltaik sistemi adeta bir mini elektrik santrali gibi çalışır. Fotovoltaik panellerden üretilen elektrik ayrı bir sayaç veya çift taraflı sayaç üzerinden ve ayrı bir tarifeden şebekeye satılır.

Türkiye’ de on-grid sistemler çok yaygın değildir. Daha çok reklam amacı taşıyan veya yeşil bina sertifikasına sahip olmak isteyen yapılarda kullanılmaktadır. Devletin bu konuda attığı adımlar sayesinde son 5 yıla nazaran sektörde ciddi bir talep ve buna bağlı olarak artan satışlar göze çarpmaktadır. Ancak buna rağmen toplam kurulu güç açısından Türkiye’ nin Avrupa ve Amerika’nın çok çok gerisinde olduğu aşikardır. Bazı gelişmiş ülkelerde uygulanmakta olan güneşten üretilen elektriği yüksek fiyattan satın alma tarifeleri ve alım garantisi vermeleri şebeke bağlantılı güneş enerjisi sistemlerinin dünya pazarında hızla yaygınlaşmasını sağlamıştır. Aynı şekilde Türkiye’ de de devlet tarafından güneş elektriği satın alma tarifeleri ve satın alma garantisi yasa ile garanti altına henüz alınmıştır, buna rağmen Türk insanının yapısı gereği çok büyük bir talep ile karşılaşmıştır.

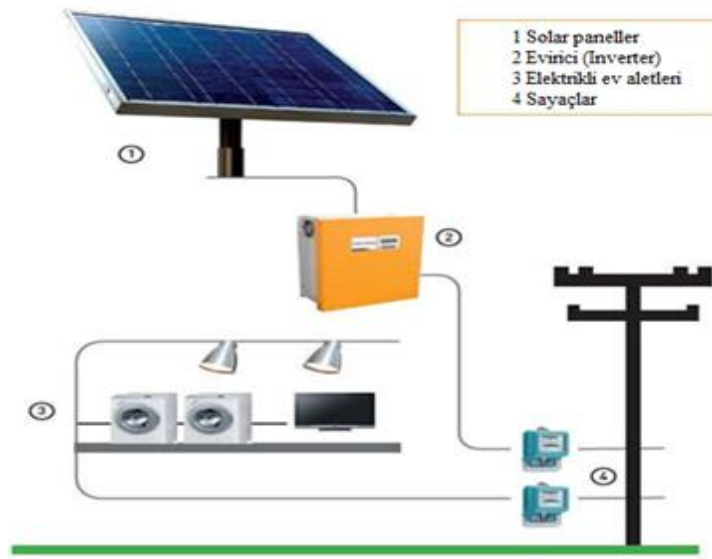


Şekil 6.3 Şebekeye bağlı sistemler

Sistemin gücü ihtiyaçla değil, PV panellerin kurulabileceği alan büyüklüğü ile ya da bu sistemin kurulması için ayrılmış bütçe ile sınırlıdır. Üretilen elektrik yüksek fiyatlı bir tarife ile satılacağı için mümkün merteye büyük bir sistem kurulmaya çalışılır.

Şekil 6.4’ de şebekeye bağlı sistemler daha farklı bir gösterimle anlatılmaya çalışılmıştır. Şekilde görüldüğü üzere fotovoltaik paneller direkt olarak invertere bağlanmış, inverterden alternatif akıma çevrilen enerji sayaç üzerinden şebekeye verilmiştir. Bu sayaç üretilip şebekeye verilen enerjiyi sayar. Diğer ikinci sayaç ise, mevcut evlerde olduğu gibi tüketilen enerjiyi sayar. Ay sonunda aradaki farka göre dağıtım şirketi ile mahsuplaşılır. Üretilen tüketilenden fazla ise belirlenen birim fiyattan fatura kesilerek elektrik satılmış olur. Eğer tüketilen enerji üretilenden fazla ise aradaki fark dağıtım şirketine ödenir. Güneş enerjisi santralinden üretilen enerjiyi ana şebeke ağına aktarabilmek için, bölge dağıtım şirketi ile anlaşma sağlanmalıdır, daha sonra

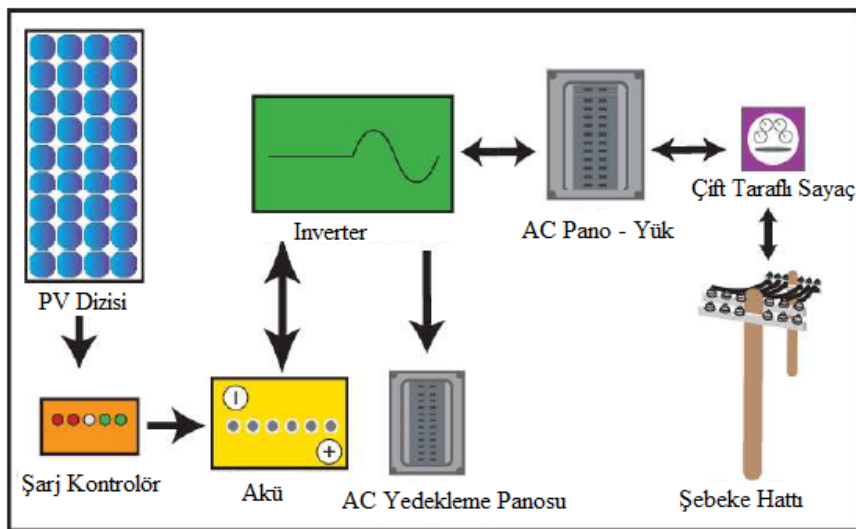
mevcut elektrik sayacına ek bir sayaç takılmalı veya sayaç değiştirilerek çift taraflı sayaç takılmalıdır.



Şekil 6.4 Şebekeye bağlı sistem tasarımı

6.1.3.4 Şebekeye Bağlı (On-grid) Akü Yedeklemeli Sistemler

Bu sistemlerin şebekeye bağlı akü yedeklemesiz sistemlerden tek farkı herhangi bir elektrik kesintisinde elektriksiz kalmamak için sisteme entegre edilen aküler ile yedekleme sağlayabilmeleridir. Solar paneller şarj regülatörüne, regülatörde akülere bağlanır. Daha sonra akülerdeki DC gerilim inverter vasıtasıyla AC'ye dönüştürülür. Bu inverterler aynı zamanda bir şarj ünitesi gibi de davranırlar. Şarj inverterleri hem çift taraflı sayaçlarla direk şebekeyi beslerken diğer yandan herhangi bir kesinti anında bir jeneratör gibi akülerde depolanan enerji vasıtasıyla yükleri beslerler.



Şekil 6.5 Şebekeye bağlı akü yedeklemeli sistemler

6.1.4 Solar Sistem Bileşenleri

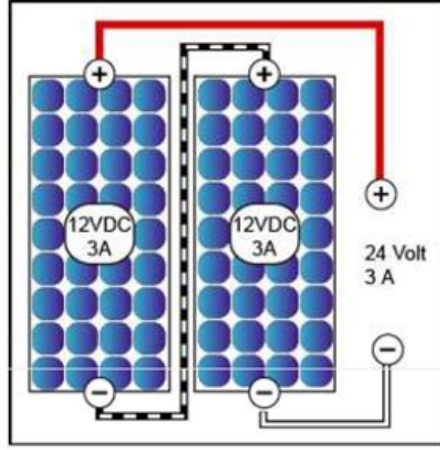
Aşağıda sekiz madde halinde solar sistem bileşenleri listelenmiştir.

- Fotovoltaik modüller (kristal ya da ince film tabanlı)
- Modül taşıyıcıları (çelik konstrüksiyonlar, sabit, tek ya da çift eksenli izleyicili)
- Şarj kontrol cihazı (şebekeden ayrık sistemlerde)
- Aküler (şebekeden ayrık sistemler ve bazı şebekeye bağlı sistemler)
- Evirici (İnvertör) (AC uygulamalarda)
- DC ve AC kesiciler ve sonlandırıcılar
- Bağlantı kutuları, kablolar
- Monitöring (izleme) sistemleri

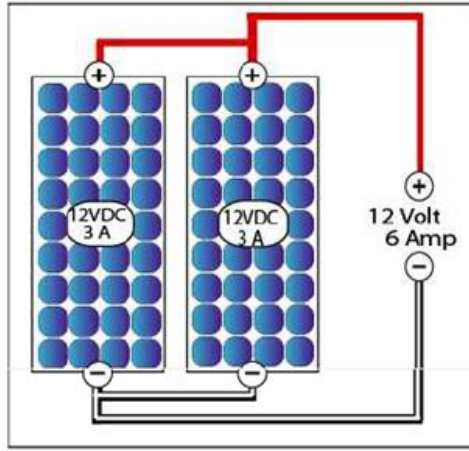
6.1.4.1 Fotovoltaik Modüller

Güneş panelleri birleştirilmiş güneş pillerinden oluşur ve güneş enerjisini direkt olarak elektriğe çevirirler. Fotovoltaik hücreler yarı iletken silikon malzemeden üretilmektedirler. Güneş panellerinin yapısında bir yarı iletken olan “silisyum” elementi bulunur. Güneş ışığı bu maddeler tarafından emildiği zaman, elektronlar buldukları atomlardan ayrılarak madde içinde serbest kalırlar. Böylece bir elektrik akımı oluşur. Işığın (fotonların) elektriğe (voltaj) dönüşümüne fotovoltaik adı verilir. Paneller, gölgeli havalarda bile önemli miktarda elektrik enerjisi üretebilmektedir. Güneş panelleri çok sayıda güneş hücresinin birbirine paralel veya seri bağlanarak bir yüzey üzerine monte edilmesiyle oluşturulur.

PV paneller seri veya paralel bağlanarak gruplanabilirler. Örneğin 12 voltluk panellerden 4 tanesi seri bağlanarak sistem gerilimi 48 volta çıkarılabilir. Paralel bağlantıda ise, gerilim artmamakla beraber, üretilebilecek akım değeri bağlanan paralel grup sayısında katlanarak artar.

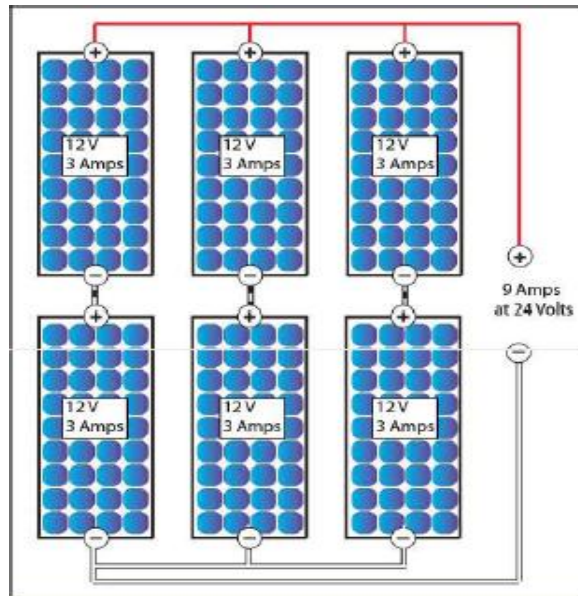


Şekil 6.6 Seri bağlantı gösterimi



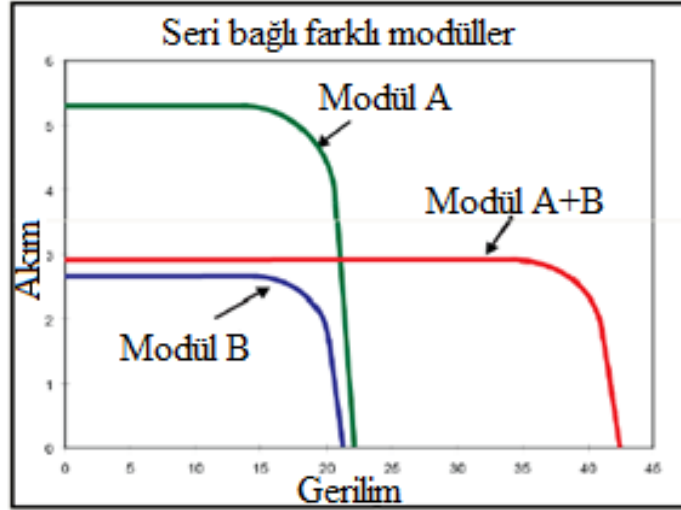
Şekil 6.7 Paralel bağlantı gösterimi

Aşağıdaki şekilde de ikili şekilde seri bağlanan üç grup panelin (2 seri x 3 paralel) paralellenmesi sonucu ortaya çıkan 24 voltluk sistem gösterilmektedir.

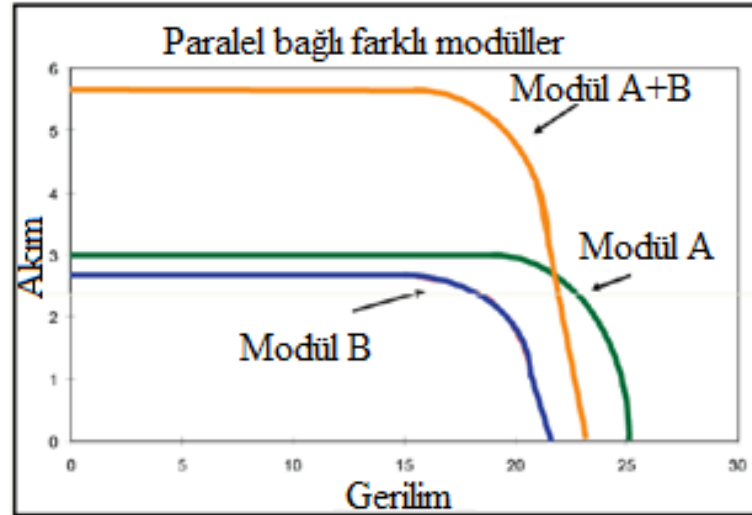


Şekil 6.8 Seri ve paralel bağlantının birlikte yapılması

Bir PV sisteminde aynı modüller kullanılmalıdır. Aksi durumlarda ciddi güç düşümleri yaşanabilir. Örneğin A markası bir modül ile B markası bir modülün beraber kullanımında nominal gerilimleri arasındaki farktan dolayı güç düşümleri meydana gelir. Ya da farklı bir örnekle; 24 V'luk bir A modülüne 12 V'luk B modülünden 2 adetini seri bağlanarak 24 V'a çıkarılması, ve A modülüyle aynı sistemde kullanılması da aynı şekilde ciddi güç kayıplarına neden olur. Aşağıda resimlerde de bu güç düşümleri izah edilmeye çalışılmıştır.



Şekil 6.9 Seri bağlı farklı modüllerdeki güç düşümü



Şekil 6.10 Paralel bağlı farklı modüllerdeki güç düşümü

6.1.4.2 Taşıyıcı Yapılar

Taşıyıcı yapılar genellikle galvanize çelik konstrüksiyonlardan meydana gelir. Fotovoltaik paneller bu yapıların üzerine monte edilir. Bu yapıların bir kaç türü vardır.

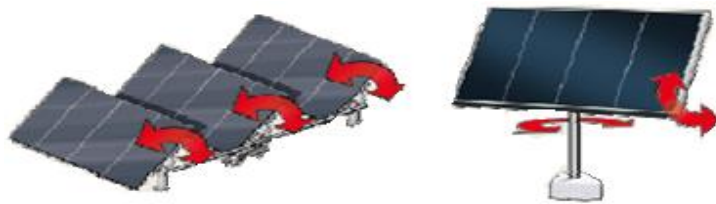
En sık rastlanabilecek olanı, maliyeti daha az olduğundan dolayı sabit betona monte konstrüksiyonlardır. Şekil 6.11’ de örnek bir resim verilmiştir.



Şekil 6.11 Sabit eksenli taşıyıcı yapılar

Taşıyıcı yapıların diğer bir türü de tek eksenli izleyici yapılardır. Yani tek bir eksenle hareket ederek güneşi takip eden sistemlerdir. Tek eksenli izleyiciler de yatay ve düşey izleyiciler olmak üzere ikiye ayrılır. Düşey eksen Türkiye’de denenmemesine rağmen, yatay eksenli izleyicili konstrüksiyonlar yıllık enerjide %25 iyileşme sağlamakta, aynı zamanda da daha az yer kaplamaktadırlar.

Son olarak da çift eksenli izleyici konstrüksiyondan bahsedilebilir. Bu yapılar hem yatay hem de düşey olarak güneşin pozisyonuna göre hareket edebilmektedir. Çift eksenli izleyiciler Türkiye için yıllık enerjide %30 iyileşme sağlayabilmekte ve daha az yer kaplamaktadır.



Şekil 6.12 Çift eksenli izleyici konstrüksiyonlar

Taşıyıcı yapıların üzerine monte edilen panellerin yatay zemin ile yaptığı eğimin hesabı kısaca şu şekilde verilebilir. Panellerin yerleştirilirken yatay zemin ile yapacağı eğim açısı β , deklinasyon açısı δ , sistemin kurulacağı mekanın enlem açısı da ϕ olarak gösterilir.

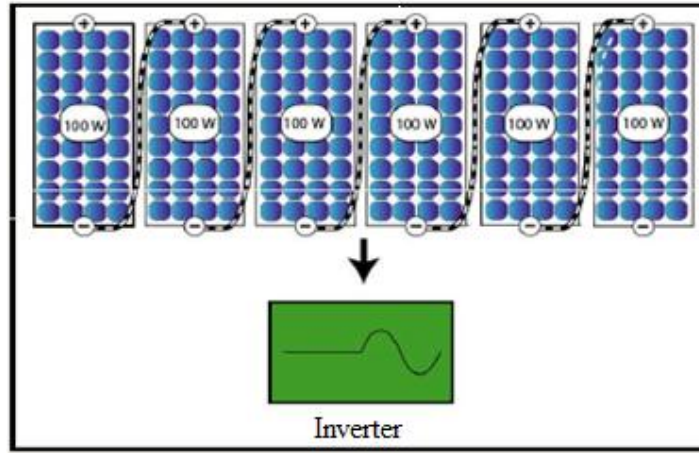
$$\beta = \phi - \delta \quad (6.3)$$

$$\delta = 23,45 \cdot \sin\left(\frac{360 \cdot (284 + n)}{365}\right)^\circ \quad (6.4)$$

Burada n, yılın gününü temsil eder ve 1 Ocak başlangıç olarak n = 1 kabul edilir.

6.1.4.3 Inverterler

Inverterler AC yüke sahip her sisteme entegre edilebilir. Aküsüz sistemlerde invertör seçerken inverterin verimi dışında gözönünde bulundurulması gereken parametreler MPPT etkinliği (yarı bulutlu havada MPPT yeteneği), yüksek sıcaklıkta çıkış gücü, ürün güvenilirliği, DC gerilim penceresi ve çalışmaya başlanma noktasıdır. Aşağıdaki şekilde 600 wattlık bir fotovoltaik panel grubunun uygun invertere bağlanarak DC'den AC'ye dönüşümü gösterilmektedir.



Şekil 6.13 Pv panel grubuna entegre edilmiş inverter

6.2 Örnek Fotovoltaik Sistem Tasarımı Ve Maliyet Analizi

Bir fotovoltaik sistem tasarımında öncelikle ihtiyaç duyulan ya da üretilmek istenen enerji miktarı saptanmalıdır. Daha sonra ihtiyaç nispetinde ışınım miktarları gözönünde bulundurularak fotovoltaik panel adedi ve inverter seçimleri yapılmalıdır. Bu bölümdeki

örnek tasarım ve maliyet analizi için 5.Bölüm’ de anlatılan örnek bir plaza üzerinde yapılmış olan çalışma esas alınacaktır.

Matlab GUI arayüzünde hazırlanan programa ilgili bina bilgileri girilerek elde edilen sonuçlar 5. Bölüm’ de verilmiştir. Tüm binanın yıllık enerji tüketimi 10.785,242 kwh olarak bulunmuştur.

Üzerine çalışma yapılan iş merkezi İstanbul Ataşehir’ de 40,993° enleminde bulunmaktadır. Işınlanma sürelerini saptamak için dünyada da kabul gören bir internet sitesi [10] kullanılmıştır.

Öncelikle panellerin montajında yatay ile yapacağı açı bulunmalıdır. 1 Eylül tarihi baz alınırsa $n = 244$ olur.

$$\delta = 23,45 \cdot \sin\left(\frac{360 \cdot (284+n)}{365}\right)^\circ = 23,45 \cdot \sin\left(\frac{360 \cdot (284+244)}{365}\right)^\circ = 7,73^\circ$$

$$\beta = \phi - \delta = 40,993^\circ - 7,73^\circ = 33,263^\circ$$

Konstrüksiyon eğimi 1 Eylül tarihi baz alınırsa 33,263° olmalıdır.

Sitenin verdiği değerlere göre 33,263 derecelik eğime göre Ataşehir bölgesinin yıllık ortalama olarak günlük ışınım süresi 4,79 saattir.

Hesaplamalar yapılırken 6.1.2’ deki solar sistemlerin boyutlandırılması konusunda anlatılan sistem kayıpları gözönünde bulundurulmalıdır. Aralık değerlerden ortalama değerler seçilerek sistem kayıpları bu şekilde düşünülmüştür.

Eviricinin dönüştürme kayıpları = 2,7 %

AC hat kayıpları = 1,0 %

Yıllık enerji ihtiyacı, 365 güne bölünerek günlük enerji ihtiyacı bulunur. Ardından eşitlik 6.1 kullanılarak inverter gücü bulunur.

Günlük enerji ihtiyacı = 10.785,242 kwh / 365 = 29,549 kwh (günlük)

$$P_i = \frac{29,549 \times 1,027}{4,79} = 6,335 \text{ kw}$$

Diğer sistem kayıpları aşağıda verilmiştir. Toplam yüzde kayıp gözönünde bulundurulacaktır.

Gölgelenme = 2,5 %

Modül kirlenmesi = 2,0 %

Yansıma = 3,5 %

AM 1,5 tayfindan sapma = 1,5 %

Uyumsuzluk ve üretici verilerinden sapma = 1,5 %

STC' de sapma nedenli verim düşüşleri = 9,0 %

DC hat kayıpları = 1,0 %

Toplam yüzde kayıp = 21 %

Eşitlik 6.2 kullanılarak ihtiyaç duyulan fotovoltaik sistem hesaplanır.

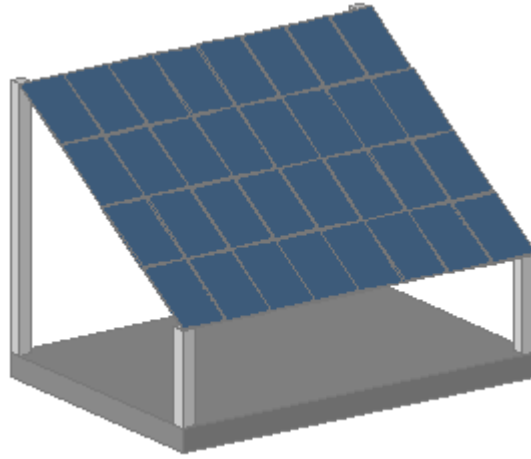
$$P_{PV} = \frac{6335}{0,79} = 8018,98 \text{ wp} \cong 8000 \text{ wp}$$

Bulunan güç değeri seçilen birim fotovoltaik gücüne bölünürse panel adedi bulunur. Sistemde kullanılacak paneller 250 W olacak şekilde seçilmiştir.

$$\text{Panel adedi} = \frac{8000 \text{ watt}}{250 \text{ watt}} = 32 \text{ adet}$$

Toplam kurulu güç = 32 x 250 = 8000 wp

Seçilen panellerin boyutları 1670 mm x 1006 mm x 40 mm' dir. Yani bir panel yaklaşık 1,68 m² alan kaplamaktadır. Panellerin nominal gücü 31,28 V, nominal güç akımı 8,01 A' dir. Panel montajında betona monte sabit konstrüksiyon kullanılacaktır. Panellerin dizilimi 4x8 şeklinde olacaktır. Yani 33,263^o lik bir eğimle 4 grup panel yukarı doğru, 8 grup panel yana doğru olacak şekilde dizilim gerçekleştirilecektir. 32 adet panel içeren konstrüksiyon montajı yaklaşık 48 m² alan kaplamaktadır. Panellerin yerleşimini gösteren örnek bir çizim Şekil 6.14' de verilmiştir.



Şekil 6.14 Panellerin yerleşimini gösteren örnek bir çizim

Referans olarak alınan plazanın aydınlatma için ihtiyaç duyduğu enerjinin fotovoltaik sistem ile sağlanması için yukarıda anlatıldığı gibi 8000 wp'lik bir kurulu güce ihtiyaç vardır. Panellerden üretilen DC gerilimin şebeke elektriğine dönüştürülerek trafoya verilmesi için invertere ihtiyaç vardır. Toplam kurulu gücün bağlanabileceği kapasitede bir inverter seçimi yapılmalıdır. Bu çalışma için Alman malı Refusol marka inverterler kullanılacaktır. Kurulu güce teknik ve maliyet olarak en uygun Refusol marka inverter modeli 8 kw'lık Refusol 008K' dir. Maksimum 9,3 kw kurulu güce kadar bağlantı yapılabilen bu modelde, paneller 370 V ile 850 V arasında olacak şekilde seri olarak bağlanabilmektedir. Maksimum bağlanabilen DC akım değeri de 23 A olmalıdır. Aşağıda paralel ve seri bağlantı yolları izah edilecektir.

Eğer paralel bağlantı yapmadan 32 adet panelin seri bağlantısı yapılarak invertere girilmek istenirse;

$$32 \text{ (seri grup)} \times 31,28 \text{ V (panel nominal gücü)} = 1000,96 \text{ V} > 850 \text{ V}$$

Dolayısıyla böyle bir tasarım mümkün değildir.

Eğer 2 paralel gruplu ve 16'lı seri gruplar olacak şekilde bağlantı yapılırsa;

$$16 \times 31,28 \text{ V} = 500,48 \text{ V} \quad 370 \text{ V} < \mathbf{500,48 \text{ V}} < 850 \text{ V}$$

Bu durumda akım değeri de kontrol edilmelidir;

$$2 \text{ (paralel grup)} \times 8,01 \text{ (nominal güç akımı)} = 16,02 \text{ A} < 23 \text{ A}$$

Görüldüğü gibi bu tasarım uygundur. Paneller 2 paralel kolda her kolda 16 adet seri bağlantı olacak şekilde gruplanacaktır. Seri bağlantının çok olması kablo sarfiyatının da önüne geçecektir. Çizelge 6.1' de üzerine çalışma yapılan iş yerinin aydınlatmasının

fotovoltaik sistem ile karşılanması durumunda ortaya çıkacak yatırım maliyeti verilmiştir.

Çizelge 6.1 Fotovoltaik sistem için yatırım maliyetini gösteren çizelge

SIRA	ÜRÜN	ADET	Birim Fiyat	TOPLAM MALİYET (EURO)
1	Güneş Paneli	32	450,00 TL	14.400,00 TL
2	DC/AC Inverter	1	6.350,00 TL	6.350,00 TL
3	Konstrüksiyon	1	4.700,00 TL	4.700,00 TL
4	Elektrik İşleri, Yardımcı Malzemeler ve Monitoring	1	940,00 TL	940,00 TL
5	Nakliye, Montaj ve Entegrasyon	1	4.700,00 TL	4.700,00 TL
6	Danışmanlık ve Proje İşleri	1	6.000,00 TL	6.000,00 TL
			TOPLAM	37.090,00 TL

*KDV dahil değildir.

Tanım ve özellikler

Güneş Paneli: 250 watt fotovoltaik panel

DC/AC Inverter: Refusol marka Refusol 008K modelinde inverter

Konstrüksiyon: Beton zemine galvanize konstrüksiyon ve konstrüksiyon üstü PV panel montaj sistemi

Elektrik İşleri, Yardımcı Malzemeler ve Monitoring: Kablolar, enerji panoları, sigortalar, kesiciler

Nakliye, Montaj ve Entegrasyon: Sistemle ilgili tüm ekipmanın nakliye, kurulum ve entegrasyonu

Danışmanlık ve Proje İşleri: Dağıtım şirketi ile mahsuplaşma yapılabilmesi için gerekli projelerin hazırlanması, başvuruların yapılarak ikili anlaşmanın sağlanması

İş merkezinin aydınlatma için toplam enerji ihtiyacı 10.785,242 kwh olarak bulunmuştu. Fotovoltaik sistem kurulmaz ise elektriğin güncel birim fiyatı 23,4 kuruş olarak kabul edilirse, bu tüketim yaklaşık vergiler dahil 3900 TL' lik bir faturaya denk gelmektedir. Yani bu iş merkezinin yıllık aydınlatmaya ödeyeceği tutar 3900 TL' dir. Bu rakam aylık olarak da 325 TL' ye eşittir. Yıllık % 10 enflasyon olduğu düşünülürse fotovoltaik

sistem kurulmadığı takdirde on yılda ödenecek fatura bedeli Çizelge 6.2’ de gösterilmiştir.

Çizelge 6.2 Fotovoltaik sistem kurulmadığı takdirde yıllık ödenecek bedeller

Solar Sistem Kurulmaz ise Yıllık Ödenecek Tahmini Fatura Bedeli	
2013 yılı	3.900,00 TL
2014 yılı	4.290,00 TL
2015 yılı	4.719,00 TL
2016 yılı	5.190,90 TL
2017 yılı	5.709,99 TL
2018 yılı	6.280,99 TL
2019 yılı	6.909,09 TL
2020 yılı	7.600,00 TL
2021 yılı	8.360,00 TL
2022 yılı	9.196,00 TL

Çizelge incelendiğinde görülmektedir ki, ilk yatırım maliyeti olan 37.090,00 TL’ lik bedel yedi sene içerisinde amorti edilmektedir. Fotovoltaik panel üreticisinin 10 yıl boyunca %100 ve 20 yıl boyunca da % 80 verim garantisi verdiği düşünüldüğünde ne kadar mantıklı bir yatırım yapıldığı ortadadır.

Çizelge 6.3 Fotovoltaik sistemin tahmini aylık ve yıllık üretimi

Sabit sistem: eğim=33°, yön=güney				
Aylar	E _g	E _a	I _g	I _a
Ocak	15,80	489,8	2,39	74,09
Şubat	20,00	560	3,03	84,84
Mart	28,10	871,1	4,33	134,23
Nisan	33,40	1.002	5,31	159,3
Mayıs	39,50	1.224,5	6,45	199,95
Haziran	40,30	1.209	6,76	202,8
Temmuz	42,30	1.311,3	7,13	221,03
Ağustos	40,10	1.243,1	6,79	210,49
Eylül	33,90	1.017	5,62	168,6
Ekim	25,40	787,4	4,07	126,17
Kasım	20,40	612	3,15	94,5
Aralık	16,20	502,2	2,45	75,95
Yıllık Ortalama	29,62	902,45	4,79	145,996
Yıllık Toplam		10.829,4		1.751,95

E_g : Kurulu sistemin tahmini günlük elektrik üretimi (kWh)

E_a : Kurulu sistemin tahmini aylık elektrik üretimi (kWh)

I_g : Kurulu sistemdeki modüllerin m^2 'ye düşen günlük aldığı ışıınım miktarı (kWh/ m^2)

I_a : Kurulu sistemdeki modüllerin m^2 'ye düşen aylık aldığı ışıınım miktarı (kWh/ m^2)

33° eğimde güney yönünde 8000 wp kurulu gücünde kurulmuş olan fotovoltaik sistemin Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi Enerji Enstitüsü internet sitesinin verilerine göre tahmini 10.829,4 kwh'lik enerji üretimi yapacağı Çizelge 6.3' de verilmiştir. Bu üretim miktarı, baz alınan tüketim miktarından 44,158 kwh daha fazladır. Dolayısıyla dağıtım şirketi ile yapılan anlaşma gereğince bu artan enerji dağıtım şirketine satılabilmektedir [11]. Devlet, güneşten elde edilen enerjinin kwh'sini taban fiyatta 13 cent/\$' den alınacağını garanti altına almıştır. Bu rakamlar ışığında dağıtım şirketine vergiler de dahil yaklaşık yılda 7 \$'lık bir fatura kesilecek demektir. Çok küçük bir rakam olmakla birlikte fikir vermesi açısından önemlidir. Dikkat edilmesi gereken bir nokta, kış aylarında elektrik üretiminin düşmesine bağlı olarak dağıtım şirketinin kestiği faturaya mukabil, yaz aylarında oluşacak üretim fazlasının dağıtım şirketine fatura edilmesiyle mahsuplaşmış olunur.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Alman Standartları Enstitüsünün enerji verimliliği ile ilgili yayınladığı DIN V 18599 standardı esas olarak alınmış ve bu standart ışığında binalarda aydınlatma için ihtiyaç duyulan enerjinin hesaplanmasının hızlı ve kolay bir şekilde yapılabilmesi amacıyla Matlab GUI ortamında bir program hazırlanmıştır. Ardından İstanbul Ataşehir’ de bulunan yeni yapılmış bir iş merkezinin aydınlatmasında ihtiyaç duyulan enerji bu program kullanılarak hesaplanmıştır. Ek olarak da elde edilen tahmini enerji ihtiyacına göre bir fotovoltaik sistem tasarımı için fizibilite çalışması yapılmıştır.

Bu çalışma neticesinde ulaşılan en önemli sonuç, aydınlatma için ihtiyaç duyulan enerjinin hesabında sonucu etkileyen, mekanın kullanım tipi, cephe yönü, çatı eğimi gibi çok fazla parametre vardır. Dikkatli ve derinlemesine bir analiz için bu parametrelerin dikkate alınması gerektiği, aksi takdirde elde edilen sonuçlarda önemli hataların oluşabileceği anlaşılmıştır. Hesaba etki eden parametreler ile ilgili çalışma 4. Bölüm’ de Duyarlılık Analizi başlığı altında verilmiştir. Elde edilen diğer bir sonuç da, binanın tüm aydınlatma enerjisi bir fotovoltaik sistemle karşılanırsa sistemin kendini 7-8 sene gibi çok uzun olmayan bir zaman diliminde amorti etmesidir.

Bu çalışma için hazırlanan Matlab GUI uygulaması daha da geliştirilerek akademik çalışmalarda ve endüstri alanında kullanıma sunulabilir. Aydınlatma hesabı için hazırlanan bu programa ek olarak diğer enerji hesaplarını da kapsayacak şekilde gelişmiş bir program hazırlanabilir. Ayrıca maksimum güneşten faydalanmayı sağlayabilmek adına bu konuda mimari çalışmalara destek olunarak eğitimler ile bilinçlendirme yapılmalıdır. Programdan elde edilen sonuçlara bakıldığı zaman güneşi almayan bodrum katlar ile güneşi alan katlar arasındaki enerji tüketimi farkı görülmektedir.

Fotovoltaik sistemler konusunda da amorti sürelerinin daha da azalabilmesi için devlet teşviklerinin iyileştirilmesi gerekmektedir. Fotovoltaik panel fiyatları son 2 yıl içerisinde yaklaşık yarı yarıya ucuzlamış ve daha da ucuzlayacağı öngörülmektedir. Bu sebepten güneş potansiyeli açısından zengin bir ülke olan Türkiye'nin bu enerjiyi kullanması kaçınılmazdır. Bu süreci daha da hızlandıracak olan ise devlet kurumlarıdır. Devlet kurumlarında da ilgili personellere yenilenebilir enerji konularında eğitimler verilmesi şarttır. Söz konusu tüm değerlendirmeler hayata geçirildiği takdirde enerji verimliliği konusunda önemli derecede yol alınmış olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Görgülü, S., Kocabey, S., Yüksek, İ. ve Dursun, B., (2010). “Enerji Verimliliği Kapsamında Yapılarda Doğal Aydınlatma Yöntemleri: Kırklareli Örneği”, Uluslararası II.Trakya Bölgesi Kalkınma-Girişimcilik Sempozyumu, 1-2 Ekim 2010, Kırklareli
- [2] Yıldırım Ünnü, S., Şener, F. ve Yener, A.K., (2011). "Binalarda Aydınlatma Enerjisi Performansının Belirlenmesinde Kontrol Sistemlerinin Rolü", 6. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, 24 - 25 Kasım 2011, İzmir
- [3] Toparlar, E., (2011). “Aydınlatma Kontrol Sistemlerine Genel Bakış”, II.Elektrik Tesisat Ulusal Kongresi, 24 - 27 Kasım 2011, İzmir
- [4] Kazanasmaz, T., Günaydın, M. ve Binol, S., (2009). “Bürolarda Günışığı Aydınlik Değerlerinin Öngörülmesi”, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 6-9 Mayıs 2009, İzmir.
- [5] T.C. Resmi Gazete, Binalarda Enerji Performansı Ulusal Hesaplama Yöntemine Dair Tebliğ. (27778 mükerrer), 07.12.2010, Ek-Aydınlatma, 22
- [6] DIN V 18599,(2011). Energy Efficiency in Buildings, DIN, Berlin
- [7] Savaş, K., (2007). Kontrol Sistemleri İçin Matlab’de GUI Uygulamaları Tasarımı, Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, İstanbul.
- [8] Yener, A.K., (2007). “Binalarda Günışığından Yararlanma Yöntemleri: Çağdaş Teknikler”, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 25-28 Ekim 2007, İzmir.
- [9] DGS, (2012). Photovoltaische Anlagen, Yayın No: 5, Berlin.
- [10] Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi Enerji Enstitüsü, Fotovoltaik Coğrafi Bilgi Sistemi, <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>, 13 Mayıs 2013
- [11] T.C Resmi Gazete, Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik. (28001), 21.07.2011, 9.

DIALUX İLE GÜNIŞIĞI ALANLARI

Matlab tabanında hazırlanan GUI uygulamasının girdilerinden olan günüşiğı derinliğı ve genişliğı değerleri her bir değerlendirme alanının kendi pencere açıklığına bağlıdır. Her bir değerlendirme alanının maksimum günüşiğı derinlik ve genişliğı eşitlik (5.1) ve (5.2) kullanılarak 5.Bölüm'de hesaplanmıştır. Ek olarak verilen bu bölümde her bir değerlendirme alanı için hesaplanan günüşiğı alanı değerlerinin ne oranda doğru olduğu Dialux programı sayesinde saptanmaya çalışılmıştır. Dialux pogramında her bir değerlendirme alanının birebir simülasyonu yapılarak elde edilen sonuçlar aşağıdaki başlıklar altında verilmiştir. Program 26 Mart 2013 saat 10:28 tarihine göre çalıştırılmış ve bu tarihe göre sonuçlar alınmıştır.

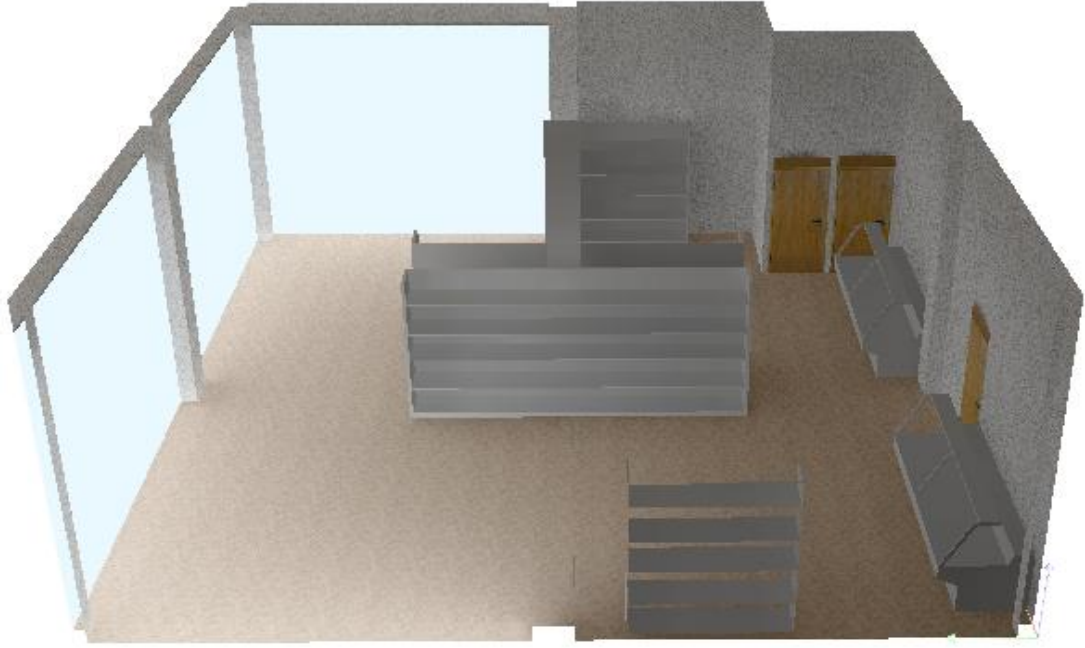
A-1 Dialux Programına Göre ZK Zonunun Günişığı Alanları

5.Bölüm'de de izah edildiği gibi ZK zonu içerisinde 6 adet değerlendirme alanı vardır. Bu alanlardan ZK_1, ZK_2, tuvalet alanları ve merdiven alanı ile ilgili Dialux ortamında çalışma yapılmıştır. Hol alanının her hangi bir pencere açıklığına sahip olmamasından dolayı bu alan ile ilgili bir çalışma yapılmamıştır.

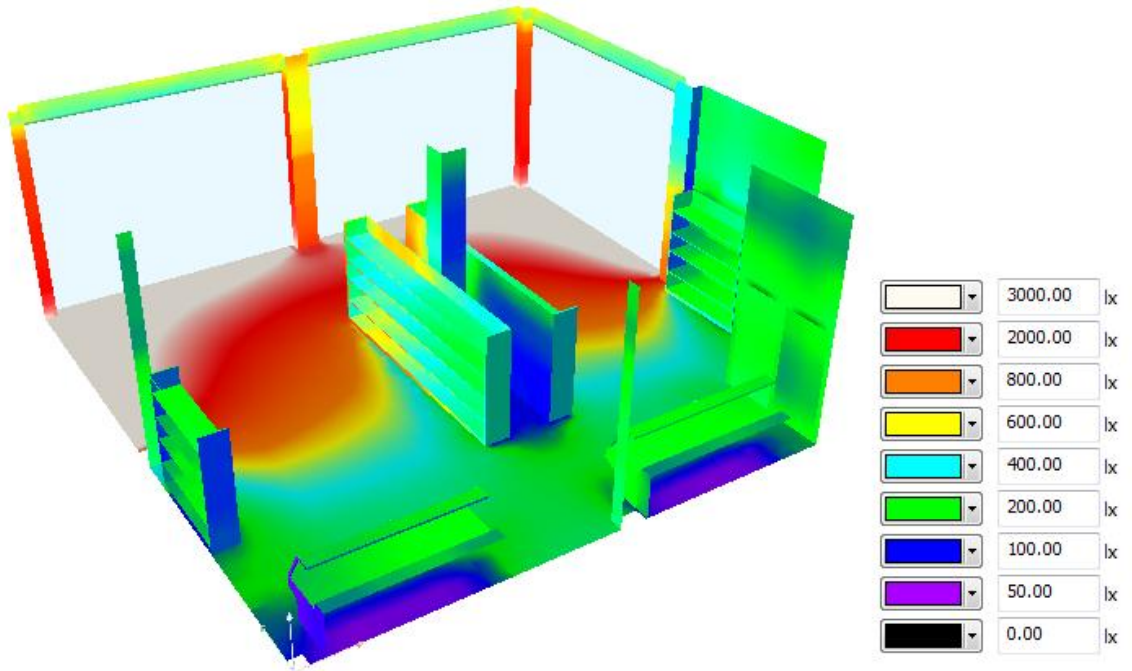
ZK_1 Değerlendirme Alanının Günişığı Alanları

Hesaplamalardan elde edilen sonucun ne oranda doğru olduğunu görebilmek adına Dialux 4.11 programında bire bir aynı niteliklere göre hazırlanan ve koşturulan program sonuçları aşağıda verilmiştir.

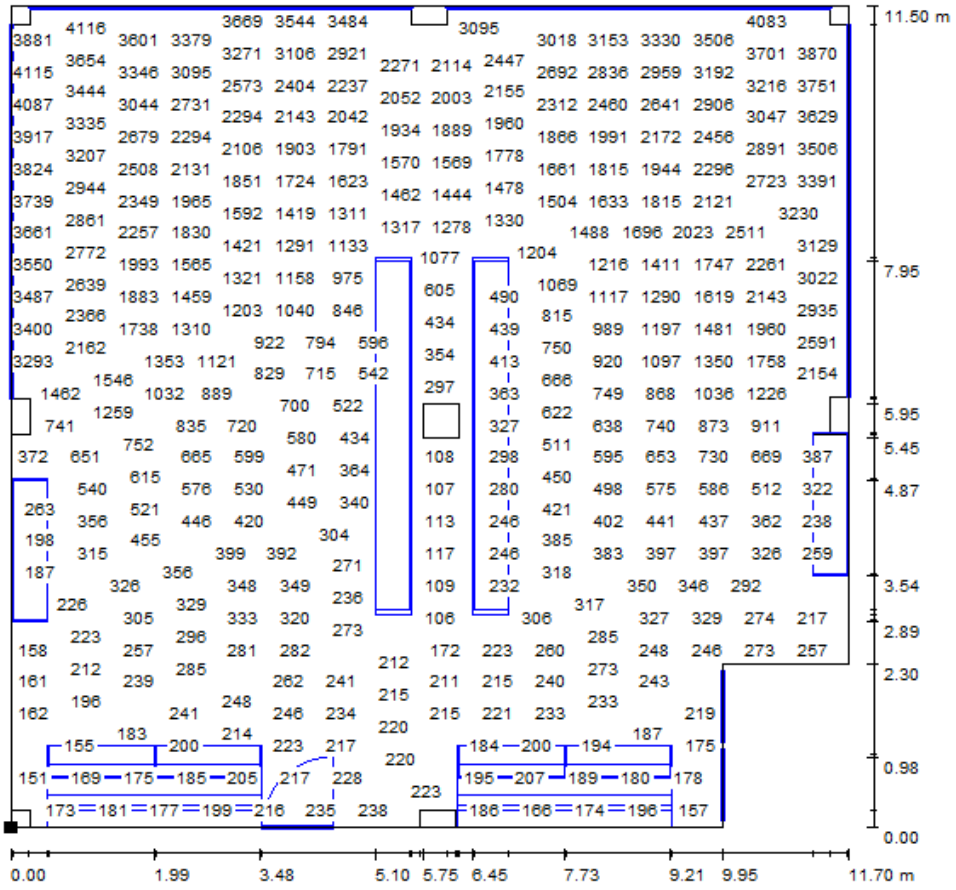
ZK_1 değerlendirme alanı için istenen aydınlık düzeyi 500 lx' dur. Şekil A.3' den de görülebildiği üzere hesaplanan günüşiğı alanları ile çalışma düzlemine göre Dialux programının sonucundan çıkan değerler örtüşmektedir. Eşitlik (5.1) ve (5.2) kullanılarak hesaplanan değerler veri olarak esas alınacaktır.



Şekil A.1 ZK_1 alanının Dialux programında tasarlanmış hali



Şekil A.2 ZK_1 alanının yanlış renkler gösterimi



Şekil A.3 ZK_1 alanının istenen aydınlık düzeyi değerleri

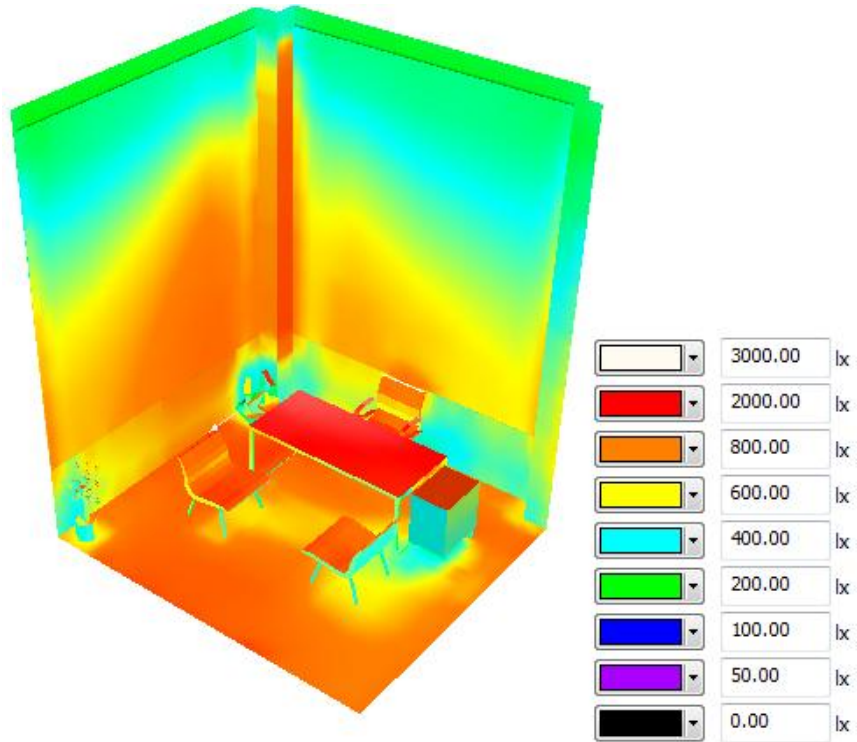
ZK_2 Değerlendirme Alanının Günişği Alanları

Hesaplamalardan elde edilen sonucun ne oranda doğru olduğunu görebilmek adına Dialux 4.11 programında bire bir aynı niteliklere göre hazırlanan ve koşturulan program sonuçları aşağıda verilmiştir.

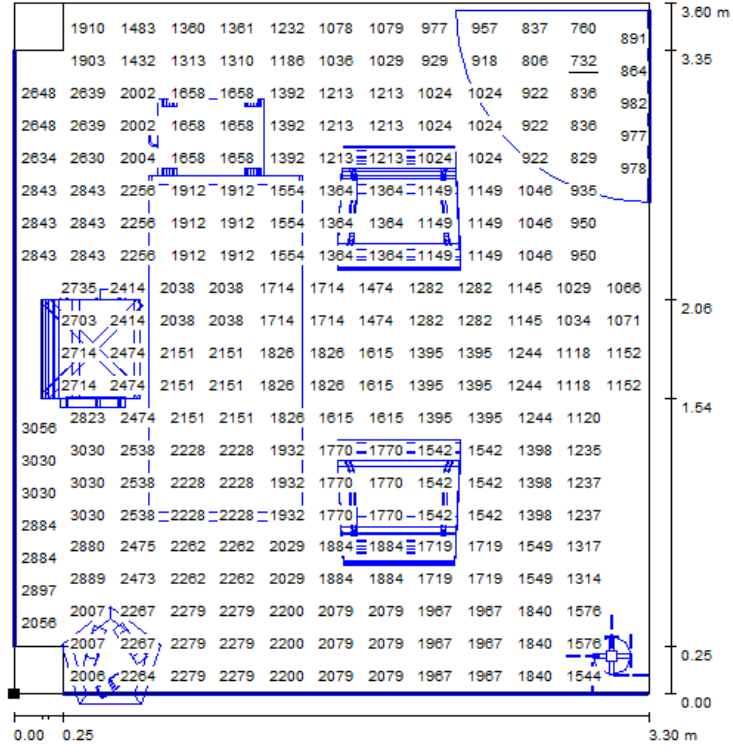
Şekil A.4' de değerlendirme alanının Dialux programındaki simülasyon görüntüsü verilmektedir. Şekil A.5' de de yanlış renk gösterimi ilgili değerlendirme alanı için verilmiştir. ZK_2 değerlendirme alanı için istenen aydınlık düzeyi 500 lx' dur. Şekil A.6' dan da görülebildiği üzere hesaplanan günişği alanları ile Dialux programının sonucundan çıkan değerler örtüşmektedir. Hesaplanan değerler veri olarak esas alınacaktır.



Şekil A.4 ZK_2 alanının Dialux programında tasarlanmış hali



Şekil A.5 ZK_2 alanının yanlış renkler gösterimi



Şekil A.6 ZK_2 alanının istenen aydınlık düzeyi değerleri

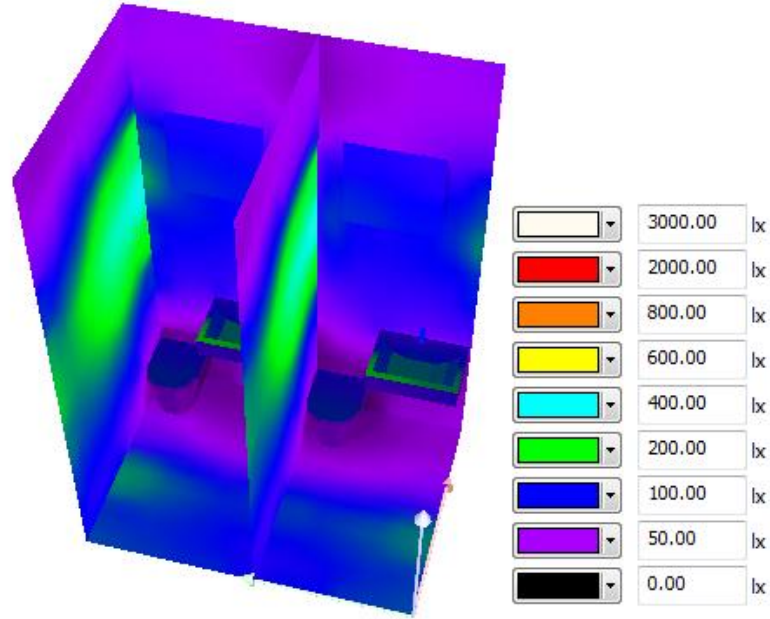
ZK Zonu Tuvalet Değerlendirme Alanlarının Günışığı Alanları

Hesaplamalardan elde edilen sonucun ne oranda doğru olduğunu görebilmek adına Dialux 4.11 programında bire bir aynı niteliklere göre hazırlanan ve koşturulan program sonuçları aşağıda verilmiştir.

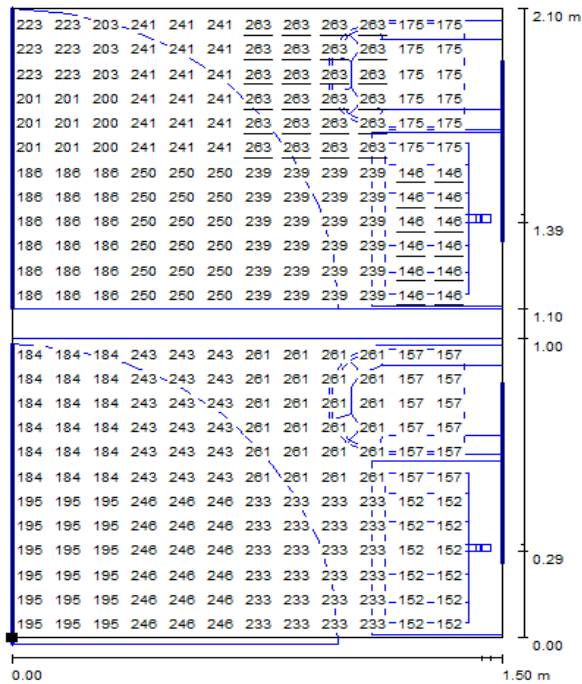


Şekil A.7 ZK zonu tuvalet alanlarının Dialux programında tasarlanmış halı

Şekil A.7’ de tuvalet alanlarının Dialux programında çizilmiş görüntüsü verilmektedir. Şekil A.8’ de ise yanlış renkler gösterimi verilmiştir. Zemin kattaki tuvaletlerin istenen aydınlık düzeyi seviyeleri 200 lx’ dur. Şekil A.9’ da görülebildiği üzere hesaplanan günışığı alanları ile Dialux programının sonucundan çıkan değerler örtüşmektedir. Hesaplanan değerler veri olarak esas alınacaktır.



Şekil A.8 ZK zonu tuvalet alanlarının yanlış renkler gösterimi



Şekil A.9 ZK zonu tuvalet alanlarının istenen aydınlık düzeyi değerleri

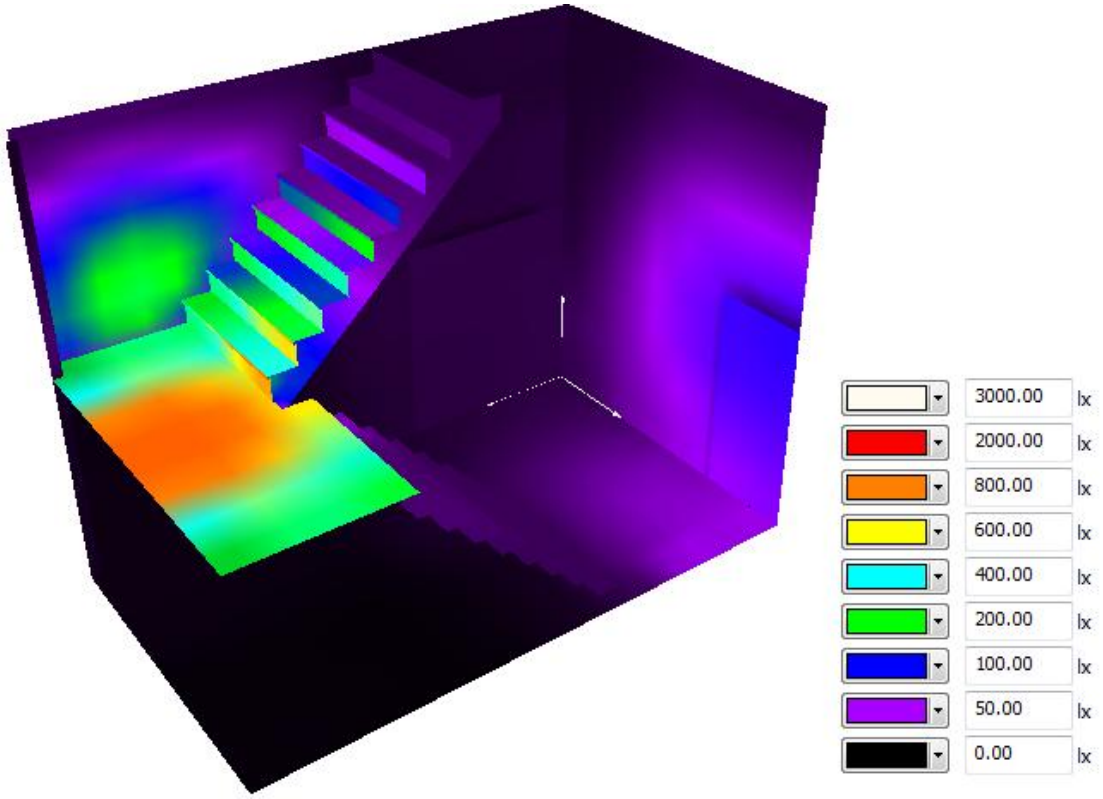
ZK_merdiven Değerlendirme Alanının Günişığı Alanı

Hesaplamalardan elde edilen sonucun ne oranda doğru olduğunu görebilmek adına Dialux 4.11 programında bire bir aynı niteliklere göre hazırlanan ve koşturulan program sonuçları aşağıda verilmiştir.

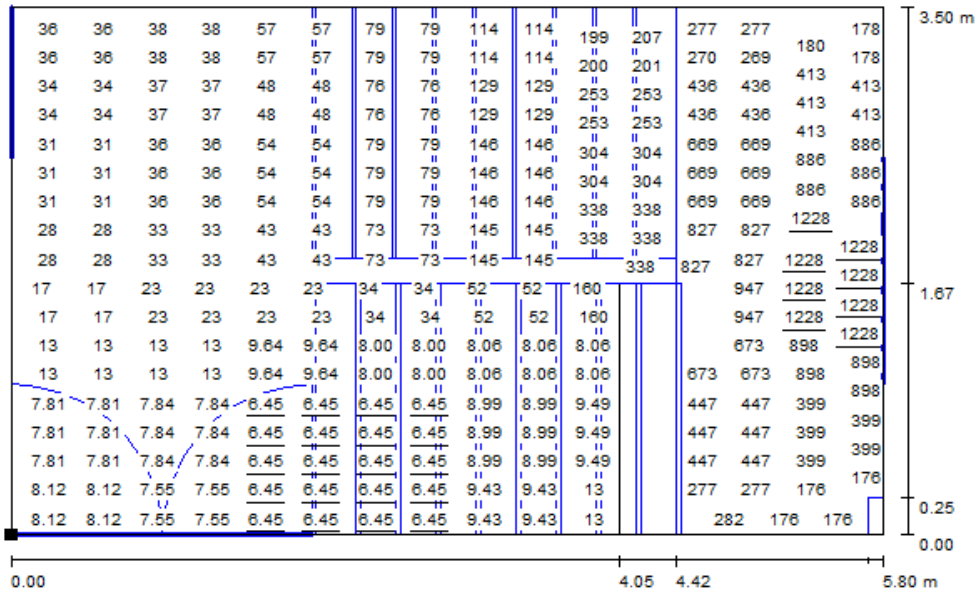
Merdivenler sirkülasyon alanı olarak kabul edilir ve istenen aydınlık düzeyi seviyeleri 100 lx' dur. Şekil A.12' den görülebildiği üzere eşitlik (5.1) ve (5.2) kullanılarak hesaplanan günişığı alanları ile Dialux programının sonucundan çıkan değerler örtüşmektedir. Hesaplanan değerler veri olarak esas alınacaktır.



Şekil A.10 ZK_merdiven alanının Dialux programında tasarlanmış hali



Şekil A.11 ZK_merdiven alanının yanlış renkler gösterimi



Şekil A.12 ZK_merdiven alanının istenen aydınlık düzeyi değerleri

A-2 Dialux Programına Göre Normal Kat Zonlarının Güneşli Alanları

Üzerine çalışılan yapıda üç adet normal kat vardır. Her bir katın ayrı bir zon olarak kabul edildiği 5.Bölüm’de anlatılmıştı. Her bir kat zonu altı adet değerlendirme alanına ayrıştırılmıştır. Yapısal ve boyutsal olarak tüm katlar birebir aynı olduğundan tüm simülasyon çalışmaları bir başlık altında verilmiştir. Hol alanının her hangi bir pencere açıklığına sahip olmamasından dolayı bu alan ile ilgili bir çalışma yapılmamıştır. Diğer alanlar ile ilgili yapılan simülasyonlar aşağıdaki başlıklar altında verilecektir.

NK1_1, NK2_1 ve NK3_1 Değerlendirme Alanlarının Güneşli Alanları

NK1_1, NK2_1 ve NK3_1 değerlendirme alanları birebir aynıdır. Dolayısıyla aşağıdaki şekillerde görüldüğü gibi bir simülasyon çalışması altında üç normal katın ilgili değerlendirme alanları ile ilgili kaniya varmak mümkündür.

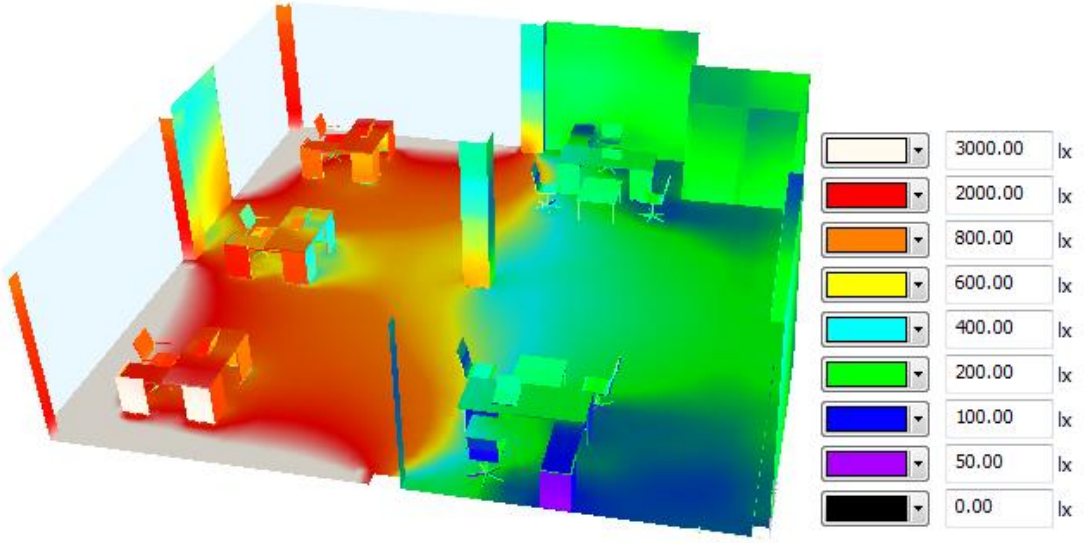
Hesaplamalardan elde edilen sonucun ne oranda doğru olduğunu görebilmek adına Dialux 4.11 programında bire bir aynı niteliklere göre hazırlanan ve koşturulan program sonuçları aşağıda verilmiştir. Aşağıdaki şekillerde NK1_1 alanı için elde edilen güneşli alanları gösterilmektedir. NK2_1 ve NK3_1 alanları için ayrıca şekilsel gösterim verilmemiştir. NK1_1 alanı için bulunan değerler diğer normal katlardaki aynı bölümler için birebir aynıdır.



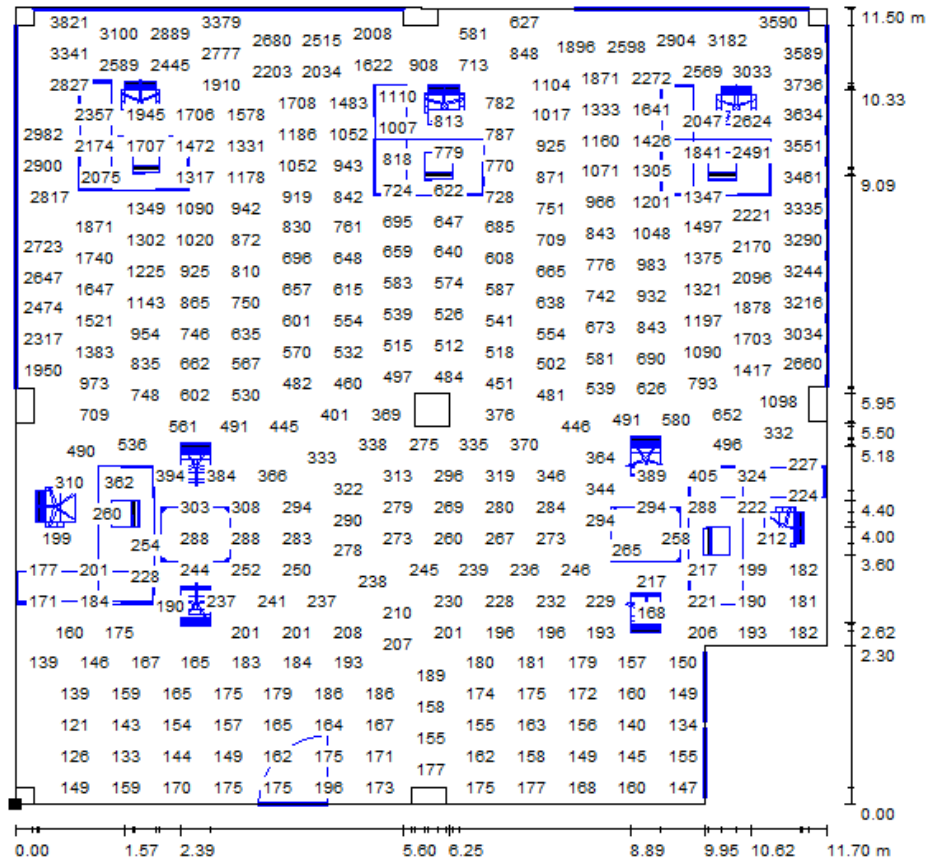
Şekil A.13 NK1_1 alanının Dialux programında tasarlanmış hali

Şekil A.13’ de değerlendirme alanının Dialux programında çizilmiş görüntüsü verilmektedir. Şekil A.14’ de ise yanlış renkler gösterimi verilmiştir. İlgili mekan için istenen aydınlık düzeyi seviyesi 500 lx’ dur. Şekil A.15’ den görülebildiği üzere

hesaplanan günışığı alanları ile Dialux programının sonucundan çıkan değerler aşağı yukarı örtüşmektedir. Hesaplanan değerler veri olarak esas alınacaktır.



Şekil A.14 NK1_1 alanının yanlış renkler gösterimi



Şekil A.15 NK1_1 alanının istenen aydınlık düzeyi değerleri

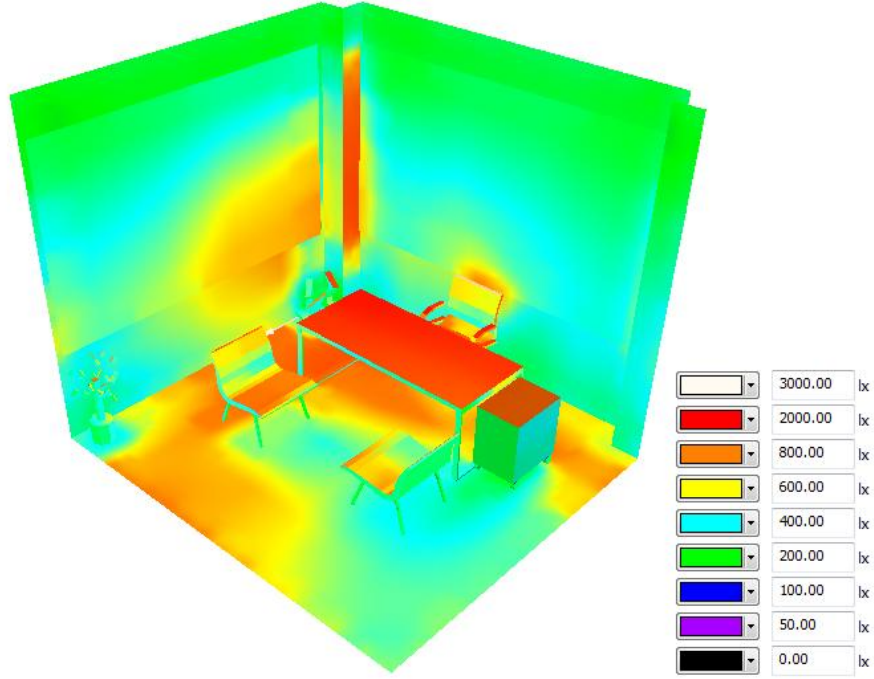
NK1_2, NK2_2 ve NK3_2 Değerlendirme Alanlarının Güneşli Alanları

NK1_2, NK2_2 ve NK3_2 değerlendirme alanları birebir aynı boyutlarda ve yapıdadırlar. Hesaplamalardan elde edilen sonucun ne oranda doğru olduğunu görebilmek adına Dialux 4.11 programında hazırlanan program sonuçları aşağıda verilmiştir. Aşağıdaki şekillerde NK1_2 alanı için elde edilen güneşli alanları gösterilmektedir. NK2_2 ve NK3_2 alanları için ayrıca şekilsel gösterim verilmemiştir. NK1_2 alanı için bulunan değerler diğer normal katlardaki aynı bölümler için birebir aynıdır.

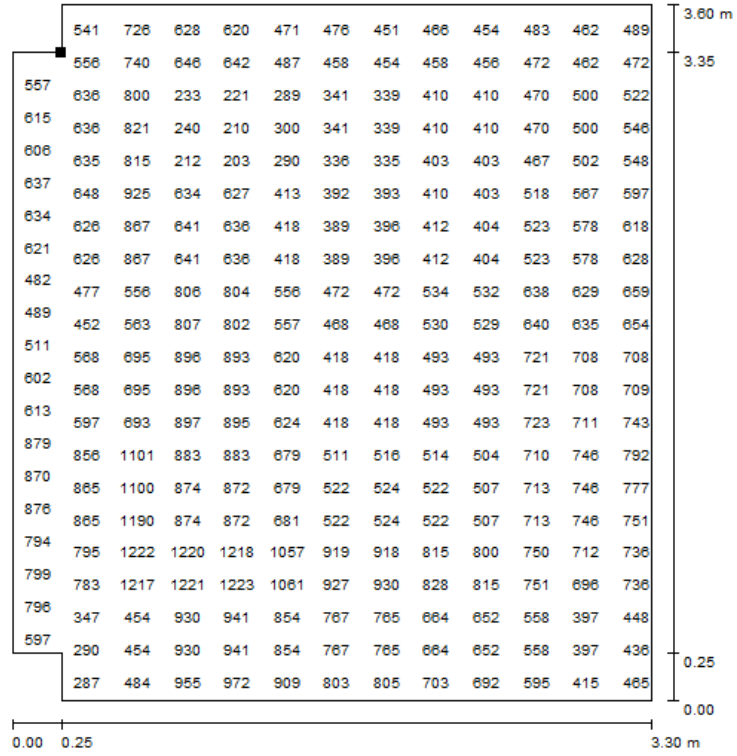
Şekil A.16' da değerlendirme alanının Dialux programında çizilmiş görüntüsü verilmektedir. Şekil A.17' de ise yanlış renkler gösterimi verilmiştir. İlgili mekan için istenen aydınlık düzeyi seviyesi 500 lx' dur. Şekil A.18' den görülebildiği üzere hesaplanan güneşli alanları ile Dialux programının sonucundan çıkan değerler örtüşmektedir. Hesaplanan değerler veri olarak esas alınacaktır.



Şekil A.16 NK1_2 alanının Dialux programında tasarlanmış hali



Şekil A.17 NK1_2 alanının yanlış renkler gösterimi



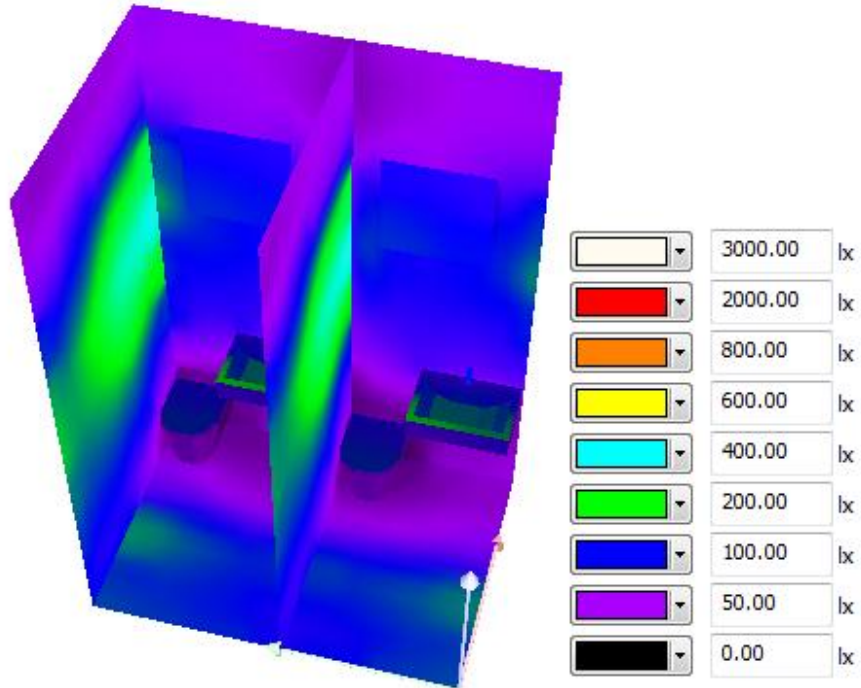
Şekil A.18 NK1_2 alanının istenen aydınlık düzeyi değerleri

Normal Katlardaki Tuvalet Değerlendirme Alanlarının Güneşli Alanları

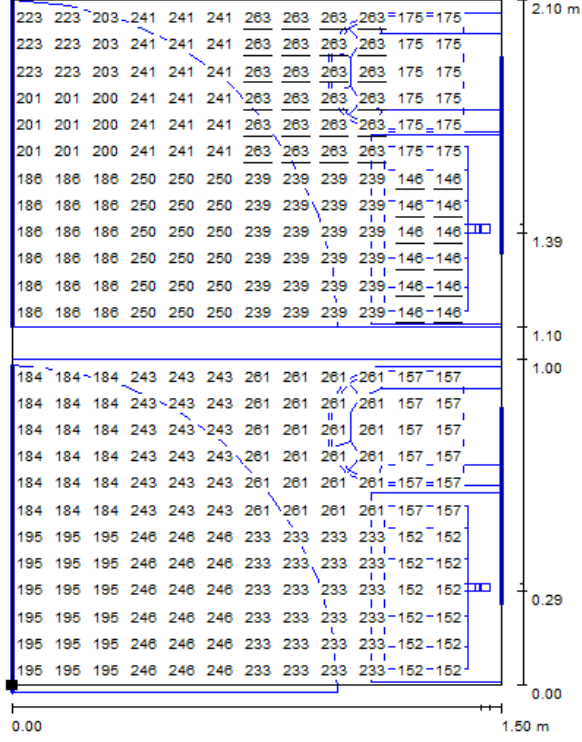
Üç normal kattaki toplam altı tuvalet için Dialux ortamında hazırlanmış simülasyon çalışmasının sonuçları aşağıda verilmiştir. Normal katlardaki tuvaletlerin istenen aydınlık düzeyi seviyeleri 200 lx' dur. Şekil A.21' den görülebildiği üzere hesaplanan güneşli alanları ile Dialux programının sonucundan çıkan değerler örtüşmektedir. Hesaplanan güneşli derinlik ve genişlik değerleri veri olarak esas alınacaktır.



Şekil A.19 Normal katlardaki tuvalet alanlarının Dialux programında tasarlanmış hali



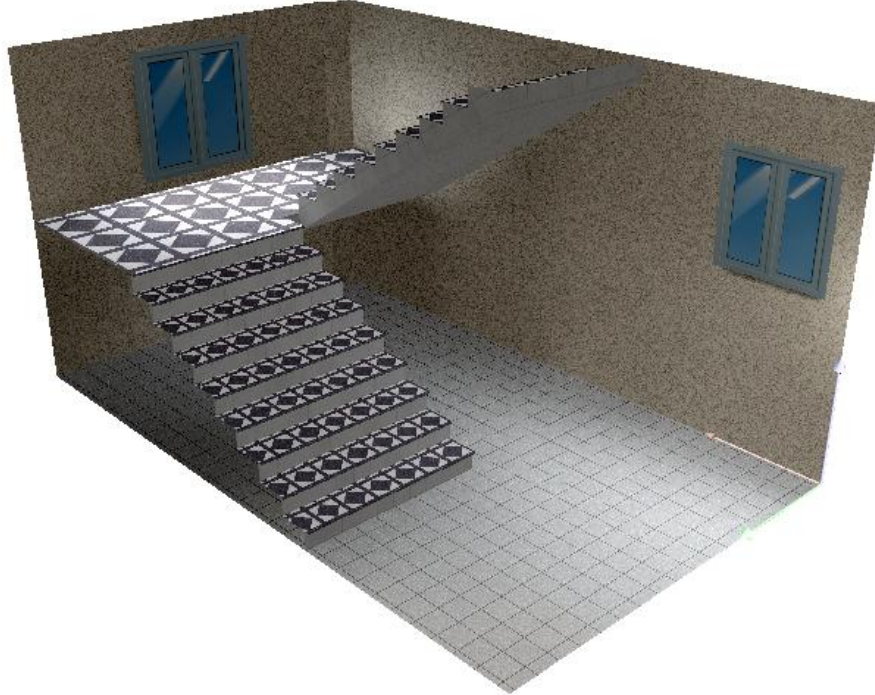
Şekil A.20 Normal katlardaki tuvalet alanlarının yanlış renkler gösterimi



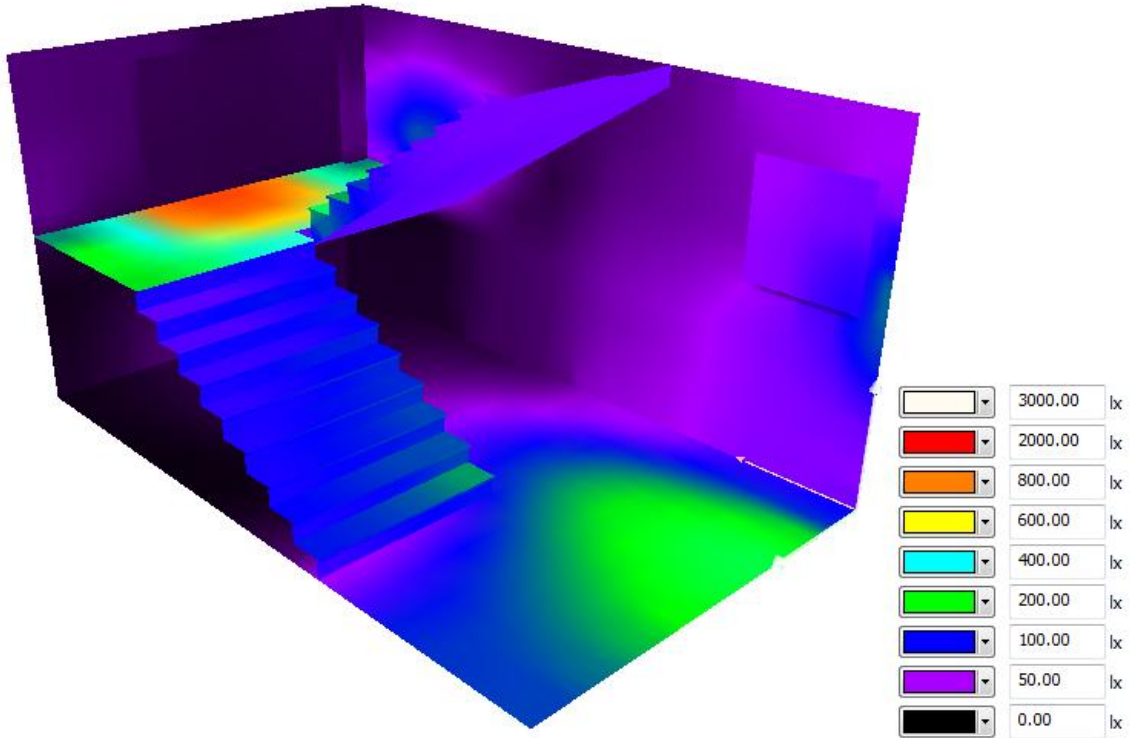
Şekil A.21 Normal katlardaki tuvalet alanlarının istenen aydınlık düzeyi değerleri

Normal Katlardaki Merdiven Değerlendirme Alanlarının Güneşli Alanı

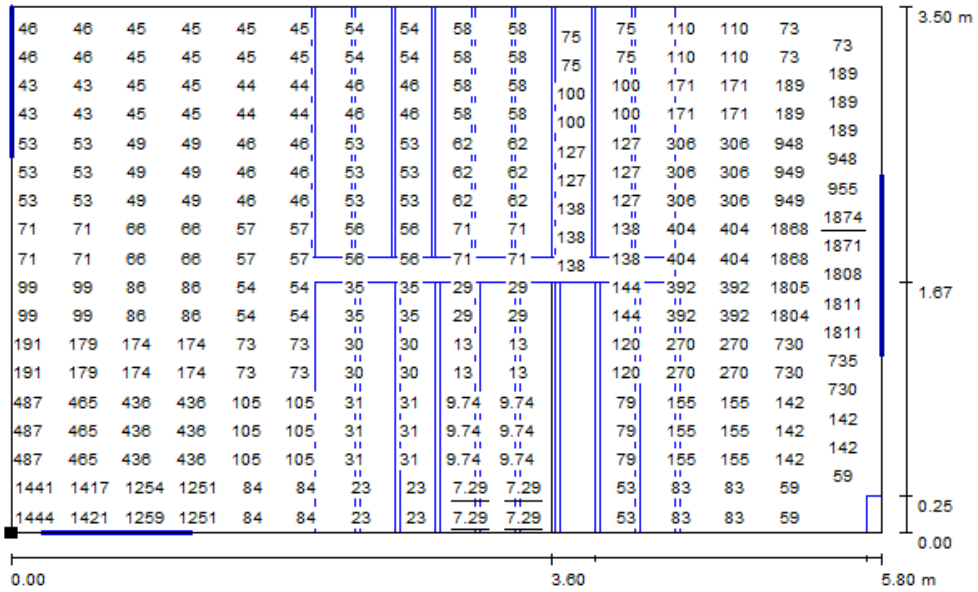
Üç normal kattaki merdivenler için Dialux ortamında hazırlanmış simülasyon çalışmasının sonuçları aşağıda verilmiştir.



Şekil A.22 NK1_merdiven alanının Dialux programında tasarlanmış hali



Şekil A.23 NK1_merdiven alanının yanlış renk gösterimi



Şekil A.24 NK1_merdiven alanının istenen aydınlık düzeyi değerleri

Şekil A.22’ de değerlendirme alanının Dialux programında çizilmiş görüntüsü verilmektedir. Şekil A.23’ de ise yanlış renk gösterimi verilmiştir. Merdivenler sirkülasyon alanı olarak kabul edilir ve istenen aydınlık düzeyi seviyeleri 100 lx’ dur. Şekil A.24’ den görülebildiği üzere hesaplanan günışığı alanları ile Dialux programının sonucundan çıkan değerler örtüşmektedir. Hesaplanan değerler esas kabul edilecektir.

MATLAB GUI ARAYÜZÜ KULLANIMI

Üzerine çalışılan iş merkezinin aydınlatma için gerek duyduğu enerji miktarının hesaplanması, Matlab GUI uygulaması olarak hazırlanan program kullanılarak elde edilmiş ve sonuçlar 5.Bölüm’ de paylaşılmıştır. Program kullanılırken her bir değerlendirme alanı için oluşan arayüz görüntüleri bu bölümde verilecektir.

Şekil B.1’ den Şekil B.7’ ye kadar olan kısımda B2 zonundaki her bir değerlendirme alanının gerekli veri değerlerinin Matlab GUI tabanlı yazılımdaki arayüze girilmesi gösterilmektedir.

The screenshot shows a MATLAB GUI window titled 'CTL'. The interface is divided into several sections for data entry and results display.

Input Fields:

- Yeni bina: Yok
- Mekanın derinliğini giriniz: 6.28
- Direk armatür: Direkt armatür
- Gün ışığı alanının derinliğini giriniz: 0
- Dimmer: Dimmer
- Mekanın genişliğini giriniz: 17.5
- Tüp floresan: Tüp floresan
- Gün ışığı alanının genişliğini giriniz: 0
- Tamamen kapatma m...: Tamamen kapatma m...
- Armatürün yerden yüksekliğini giriniz: 3.05
- Elektronik balast: Elektronik balast
- Var: Var
- Pencere açıklığının alanını giriniz: 0
- Lentonun yerden yüksekliğini giriniz: 0
- Çift cam: Çift cam
- Engel Seçimi: Yok, Yok, Yok, Yok, Yok
- Cephe bileşenini seçiniz: Filmlili cam

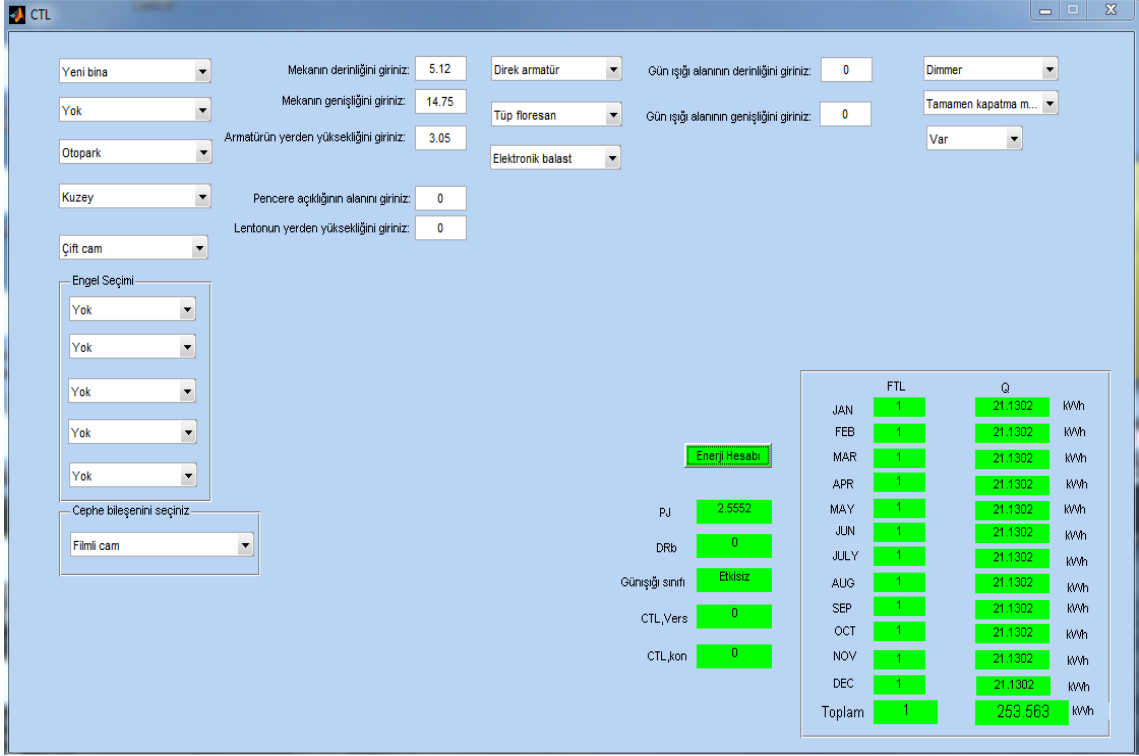
Energy Calculation Results:

- Enerji Hesabı: Enerji Hesabı
- PJ: 2.3568
- DRb: 0
- Güneşli sınıfları: Etkisiz
- CTL_Vers: 0
- CTL_kon: 0

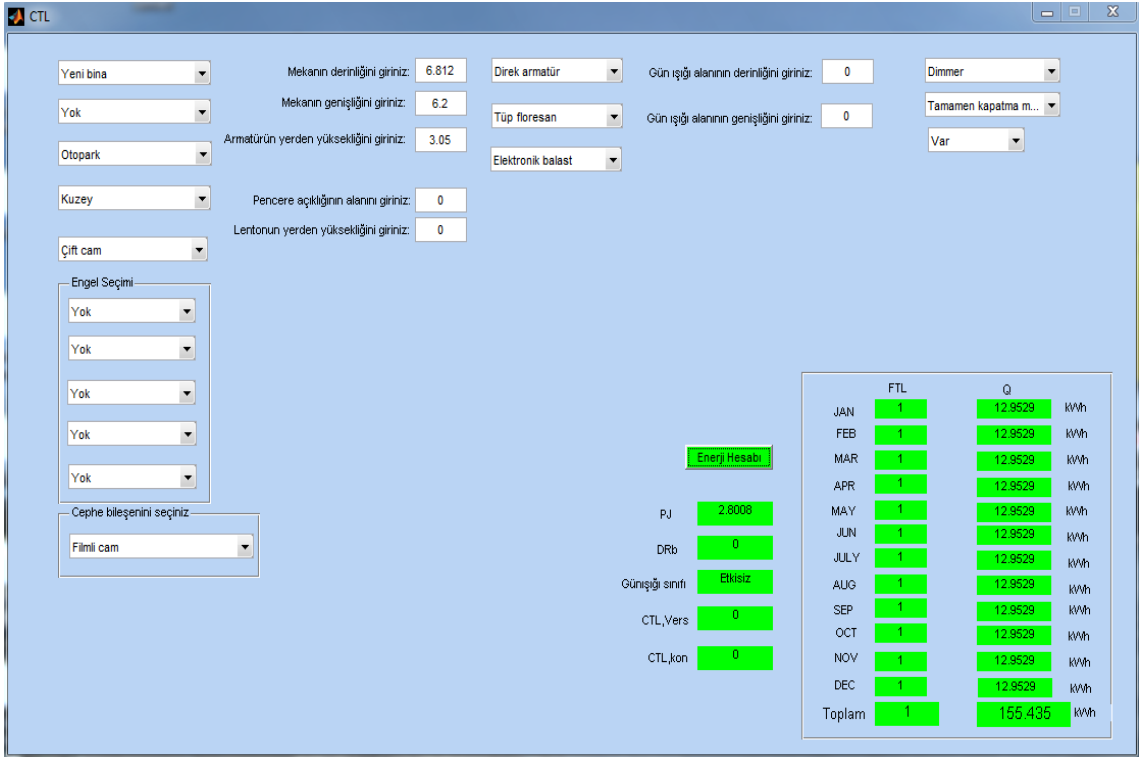
Monthly Energy Consumption Table:

	FTL	Q	Unit
JAN	1	28.3616	kWh
FEB	1	28.3616	kWh
MAR	1	28.3616	kWh
APR	1	28.3616	kWh
MAY	1	28.3616	kWh
JUN	1	28.3616	kWh
JULY	1	28.3616	kWh
AUG	1	28.3616	kWh
SEP	1	28.3616	kWh
OCT	1	28.3616	kWh
NOV	1	28.3616	kWh
DEC	1	28.3616	kWh
Toplam	1	340.3392	kWh

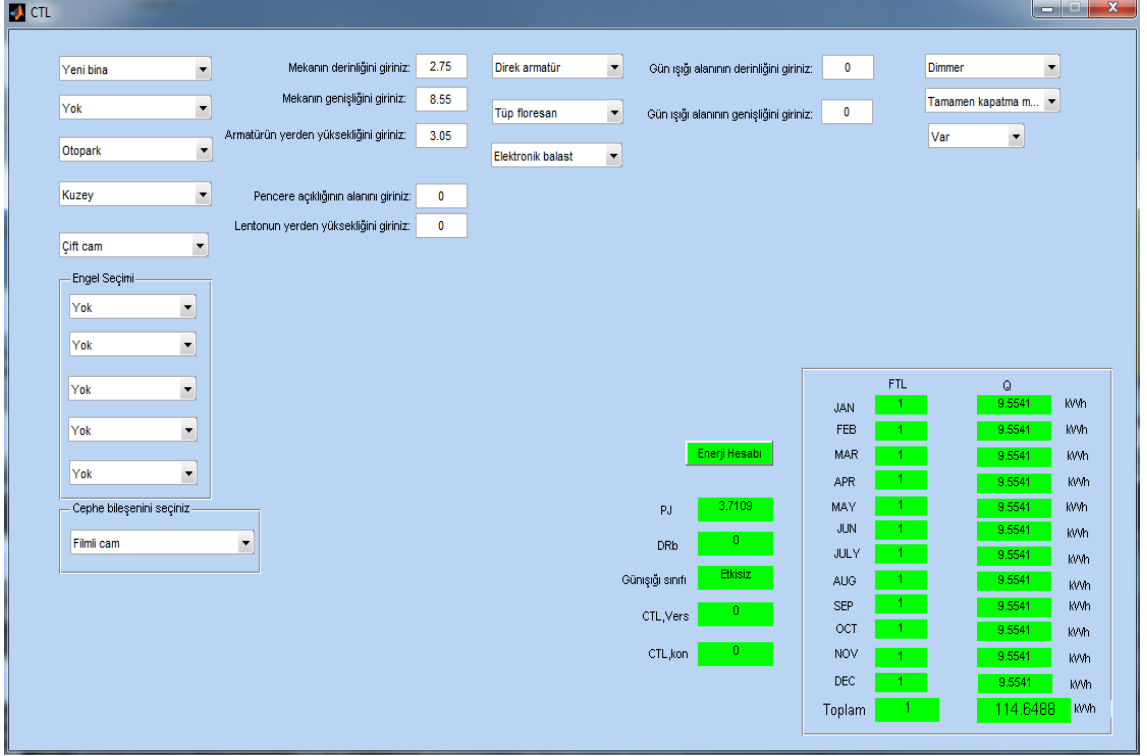
Şekil B.1 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B2_1 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz



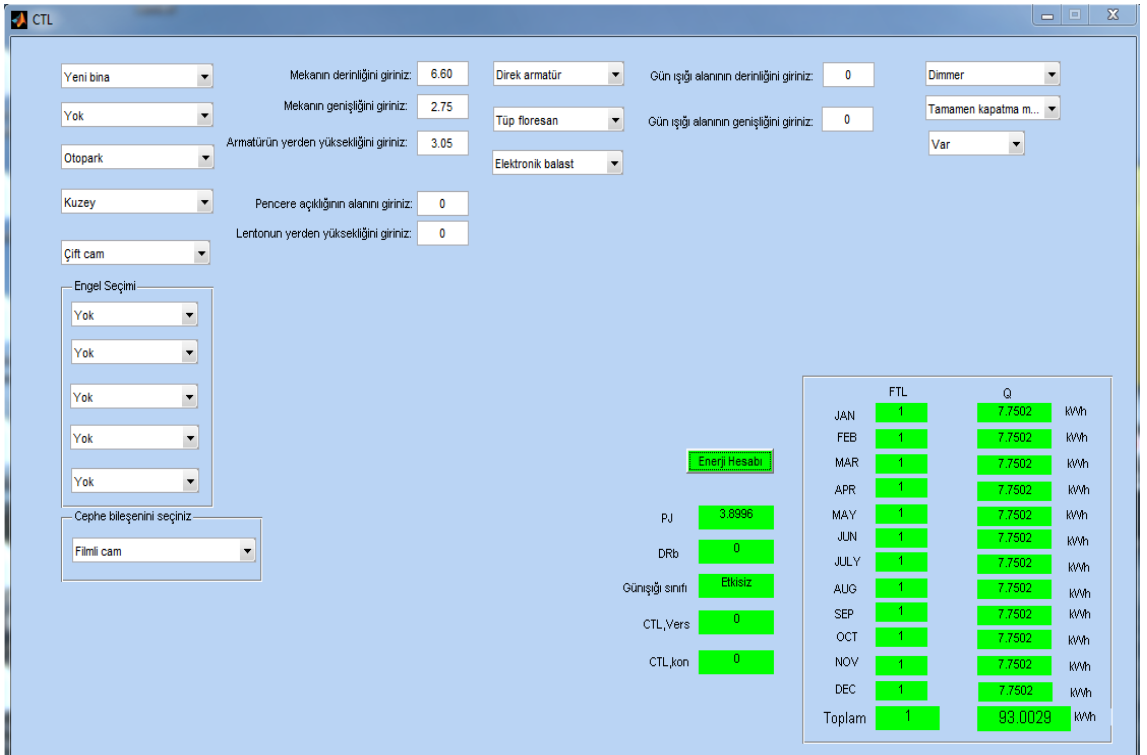
Şekil B.2 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B2_2 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz



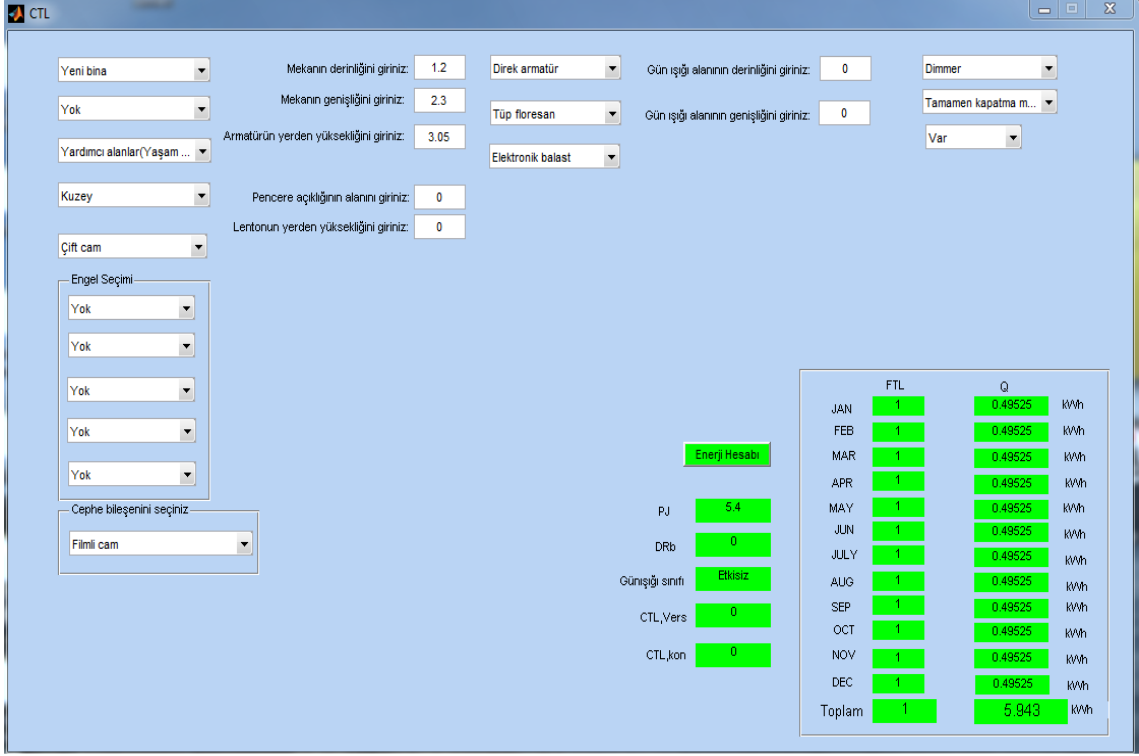
Şekil B.3 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B2_3 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz



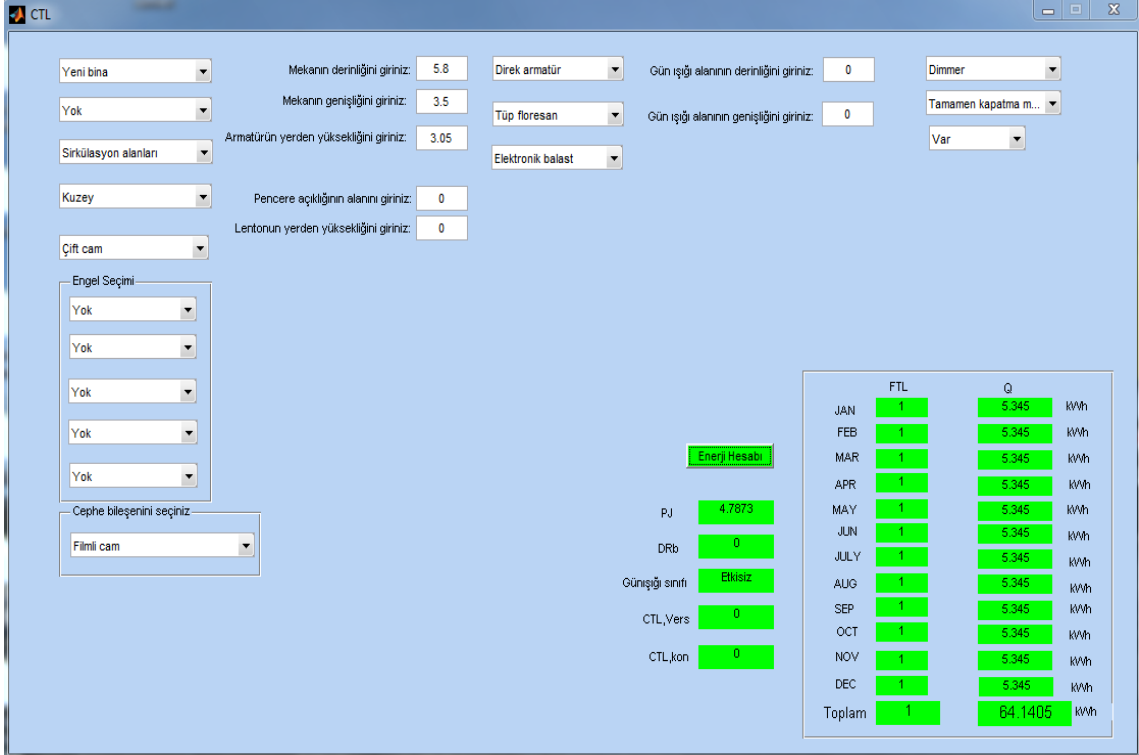
Şekil B.4 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B2_4 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz



Şekil B.5 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B2_5 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz



Şekil B.6 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B2_hol alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz



Şekil B.7 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B2_merdiven alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz

Şekil B.8’ den Şekil B.14’ e kadar olan kısımda B1 zonundaki her bir değerlendirme alanının gerekli veri değerlerinin Matlab GUI tabanlı yazılımdaki arayüze girilmesi gösterilmektedir.

The screenshot shows the Matlab GUI for B1_1 area. The input fields are as follows:

- Yeni bina: Yok
- Mekanın derinliğini giriniz: 6.28
- Direk armatür: Direkt armatür
- Gün ışığı alanının derinliğini giriniz: 0
- Dimmer: Var
- Mekanın genişliğini giriniz: 17.5
- Tüp floresan: Tüp floresan
- Gün ışığı alanının genişliğini giriniz: 0
- Tamamen kapatma m...: Var
- Armatürün yerden yüksekliğini giriniz: 3.85
- Elektronik balast: Elektronik balast
- Pencere açıklığının alanını giriniz: 0
- Lentonun yerden yüksekliğini giriniz: 0
- Engel Seçimi: Yok (5 times)
- Cephe bileşenini seçiniz: Filtreli cam

The 'Enerji Hesabı' section shows the following results:

- PJ: 2.617
- DRb: 0
- Güneşli sınıfı: Etkisiz
- CTL_Vers: 0
- CTL_kon: 0

The monthly energy consumption table is as follows:

Month	FTL	Q	Unit
JAN	1	31.4927	kWh
FEB	1	31.4927	kWh
MAR	1	31.4927	kWh
APR	1	31.4927	kWh
MAY	1	31.4927	kWh
JUN	1	31.4927	kWh
JULY	1	31.4927	kWh
AUG	1	31.4927	kWh
SEP	1	31.4927	kWh
OCT	1	31.4927	kWh
NOV	1	31.4927	kWh
DEC	1	31.4927	kWh
Toplam	1	377.912	kWh

Şekil B.8 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B1_1 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz

The screenshot shows the Matlab GUI for B1_2 area. The input fields are as follows:

- Yeni bina: Yok
- Mekanın derinliğini giriniz: 5.12
- Direk armatür: Direkt armatür
- Gün ışığı alanının derinliğini giriniz: 0
- Dimmer: Var
- Mekanın genişliğini giriniz: 14.75
- Tüp floresan: Tüp floresan
- Gün ışığı alanının genişliğini giriniz: 0
- Tamamen kapatma m...: Var
- Armatürün yerden yüksekliğini giriniz: 3.85
- Elektronik balast: Elektronik balast
- Pencere açıklığının alanını giriniz: 0
- Lentonun yerden yüksekliğini giriniz: 0
- Engel Seçimi: Yok (5 times)
- Cephe bileşenini seçiniz: Filtreli cam

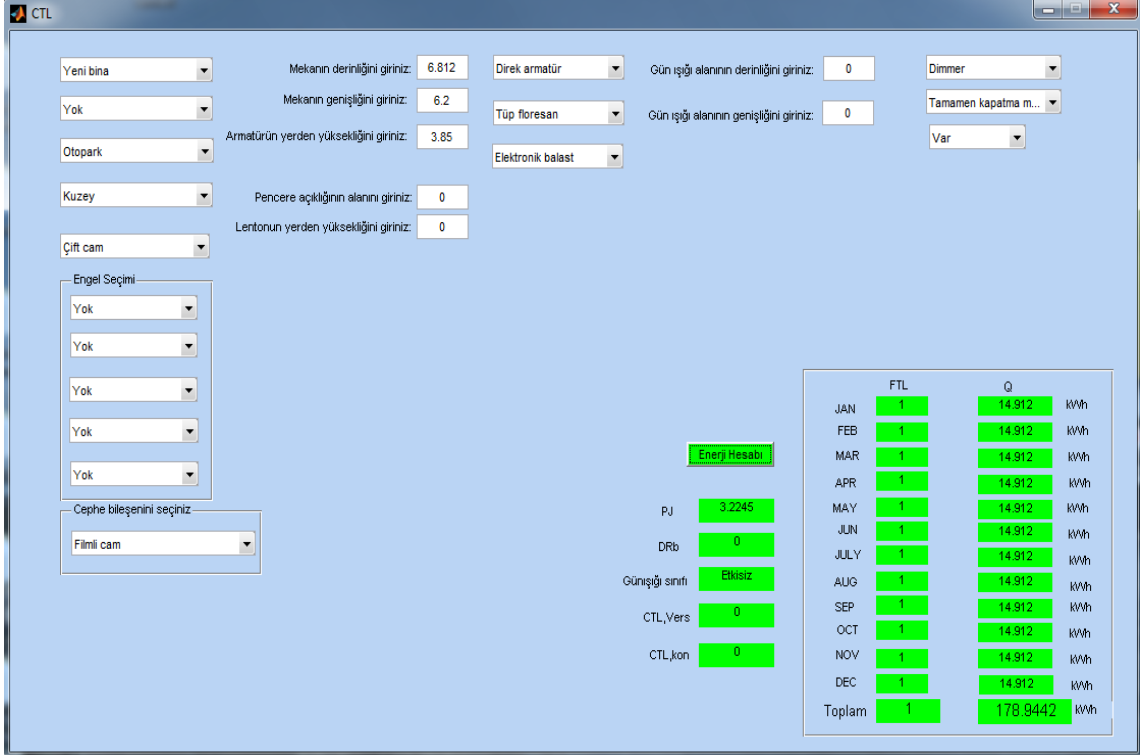
The 'Enerji Hesabı' section shows the following results:

- PJ: 2.9115
- DRb: 0
- Güneşli sınıfı: Etkisiz
- CTL_Vers: 0
- CTL_kon: 0

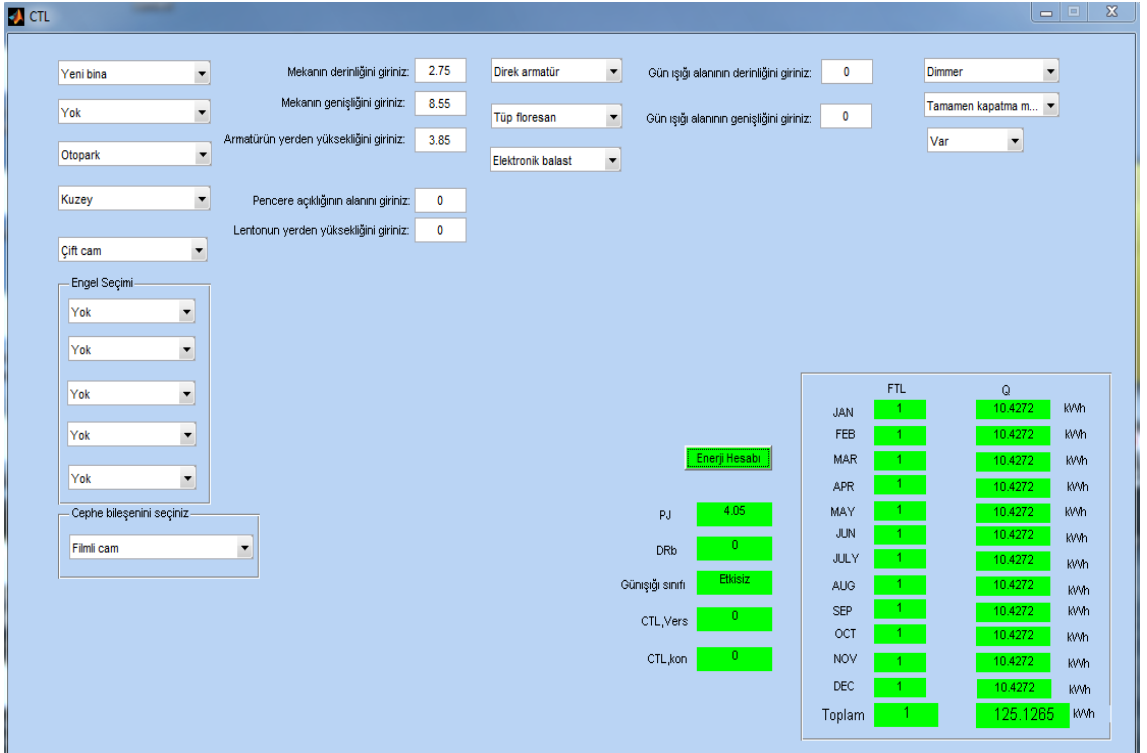
The monthly energy consumption table is as follows:

Month	FTL	Q	Unit
JAN	1	24.0765	kWh
FEB	1	24.0765	kWh
MAR	1	24.0765	kWh
APR	1	24.0765	kWh
MAY	1	24.0765	kWh
JUN	1	24.0765	kWh
JULY	1	24.0765	kWh
AUG	1	24.0765	kWh
SEP	1	24.0765	kWh
OCT	1	24.0765	kWh
NOV	1	24.0765	kWh
DEC	1	24.0765	kWh
Toplam	1	288.9184	kWh

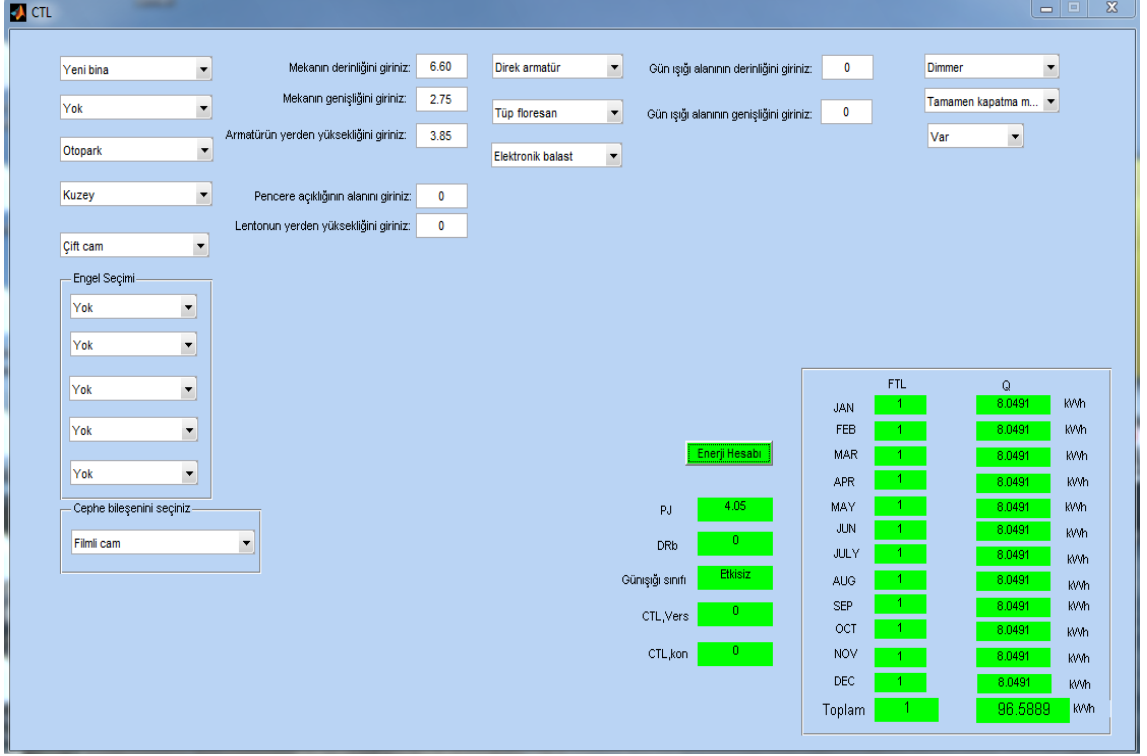
Şekil B.9 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B1_2 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz



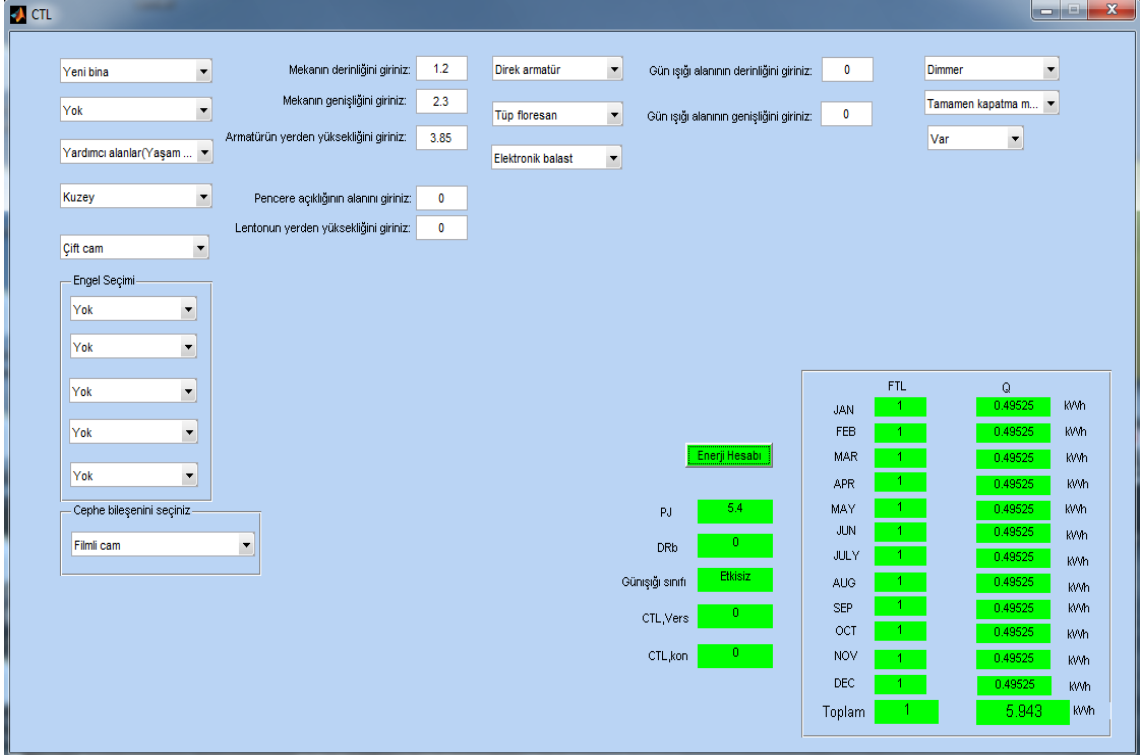
Şekil B.10 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B1_3 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz



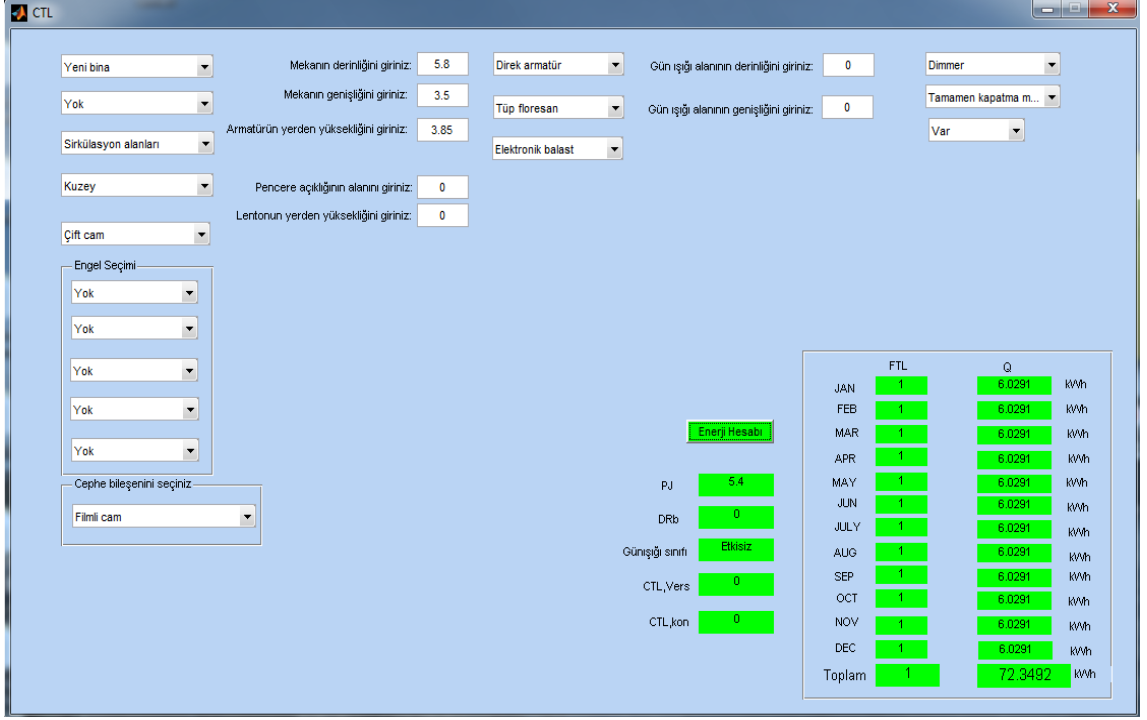
Şekil B.11 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B1_4 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz



Şekil B.12 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B1_5 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz

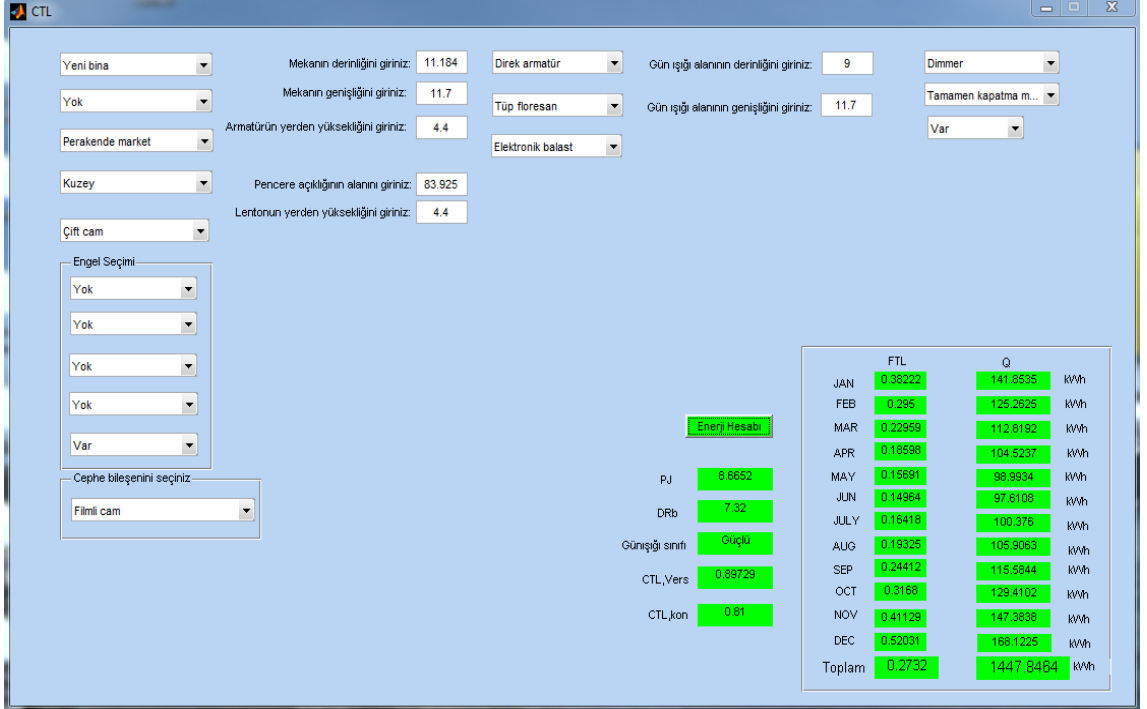


Şekil B.13 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B1_hol alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz

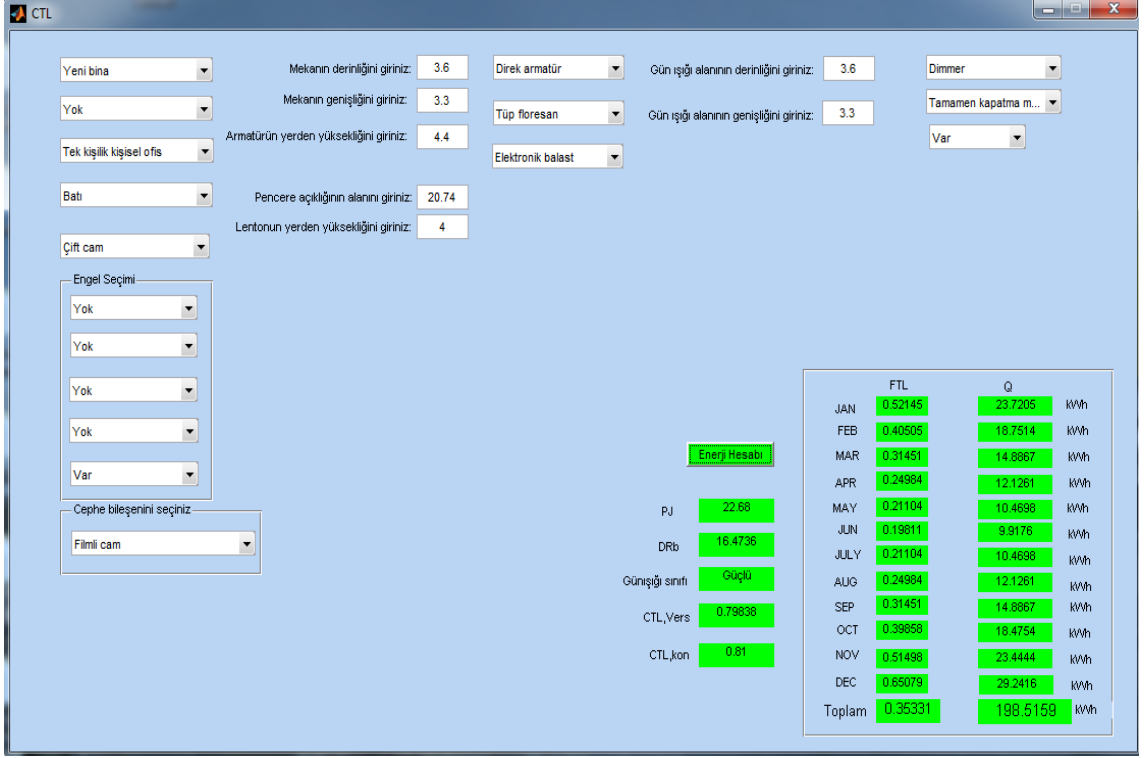


Şekil B.14 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak B1_merdiven alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz

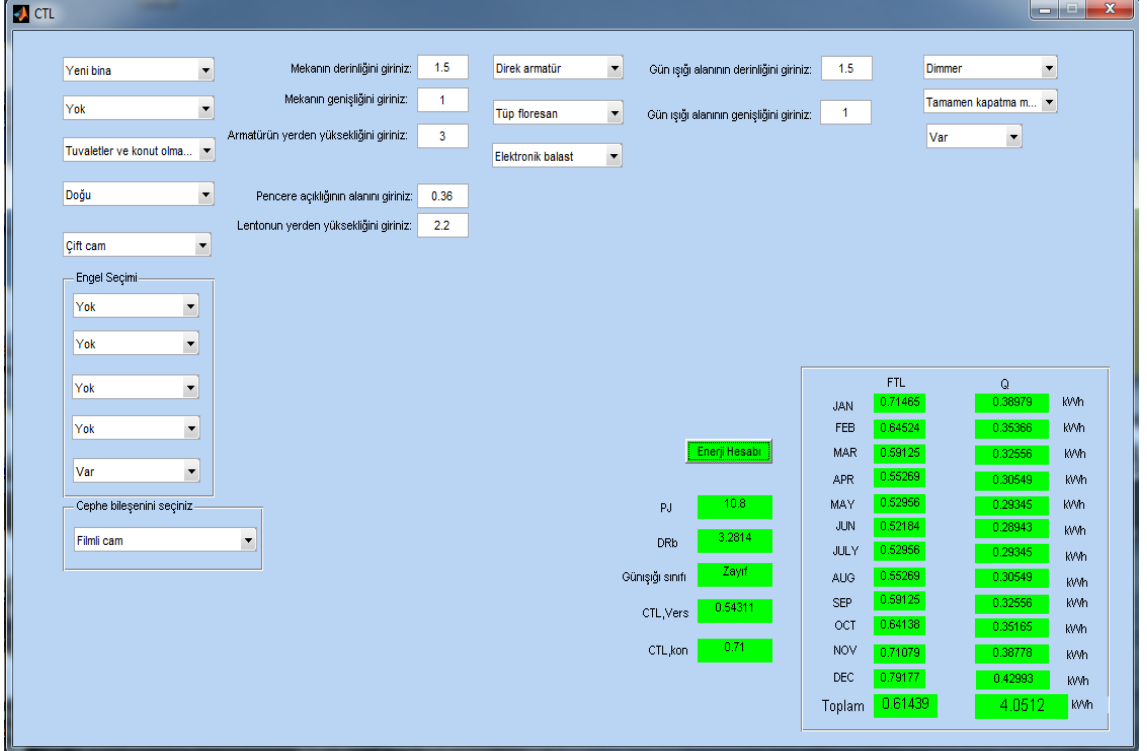
Şekil B.15' den Şekil B.19' a kadar olan kısımda ZK zonundaki her bir değerlendirme alanının gerekli veri değerlerinin Matlab GUI tabanlı yazılımdaki arayüze girilmesi gösterilmektedir.



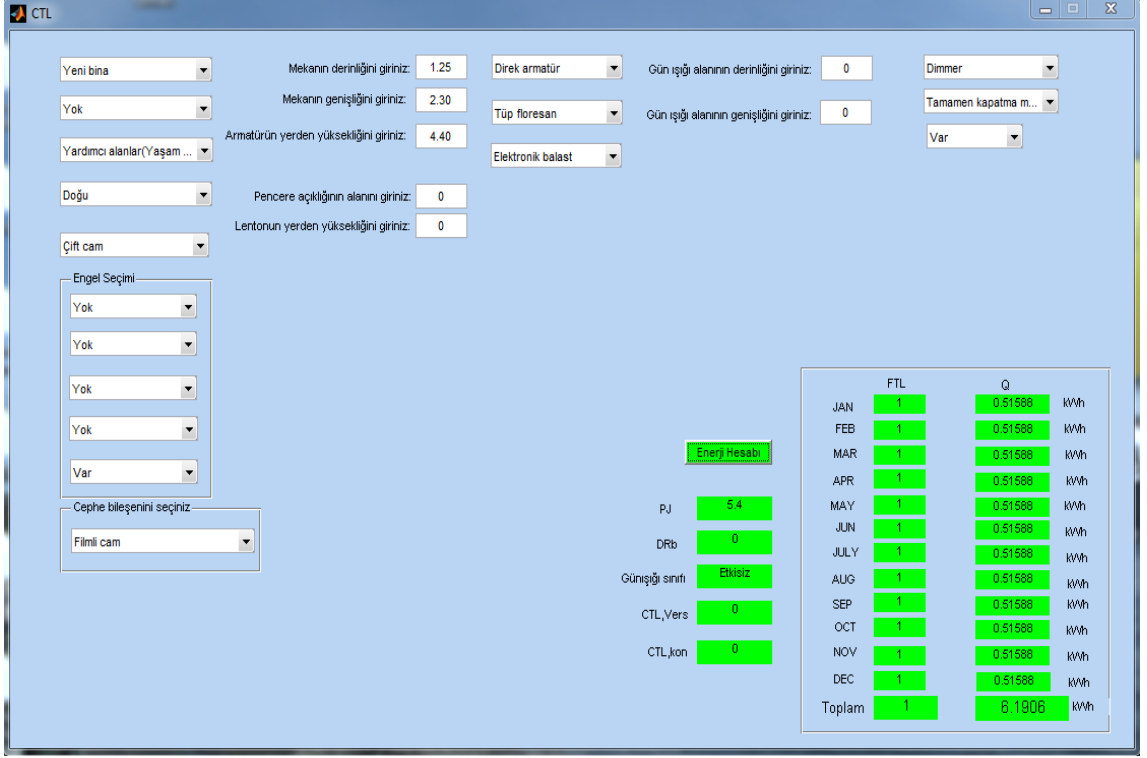
Şekil B.15 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak ZK_1 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz



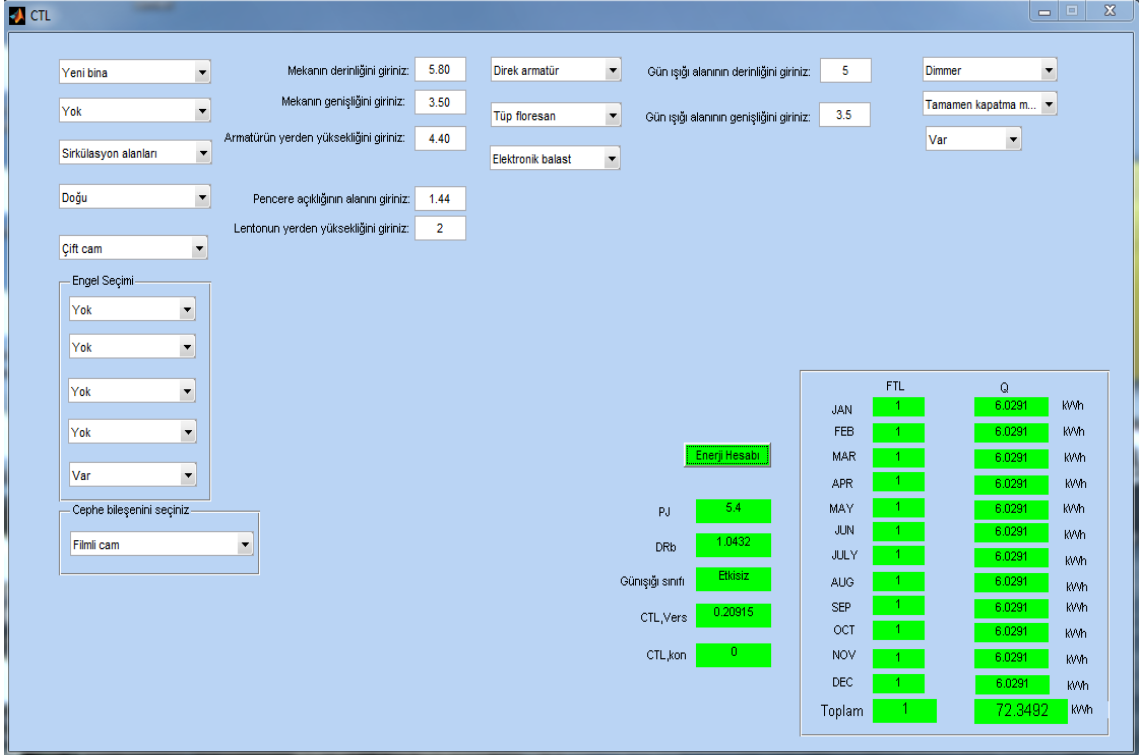
Şekil B.16 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak ZK_2 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz



Şekil B.17 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak ZK_tuvaletler alanlarının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz

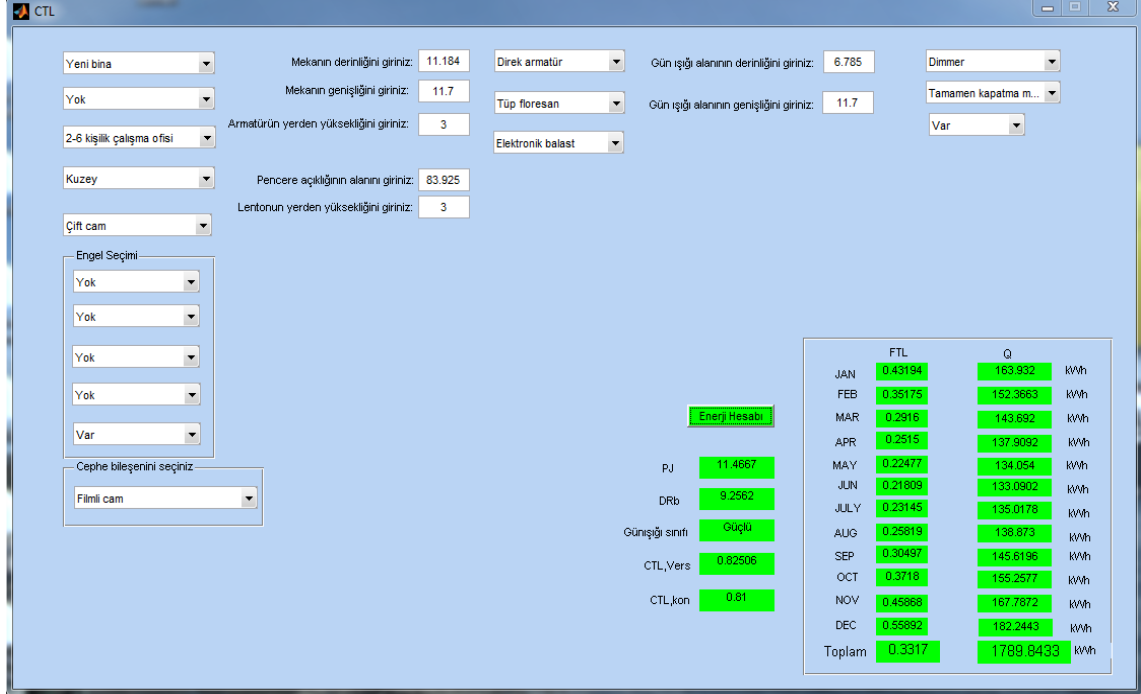


Şekil B.18 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak ZK_hol alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz

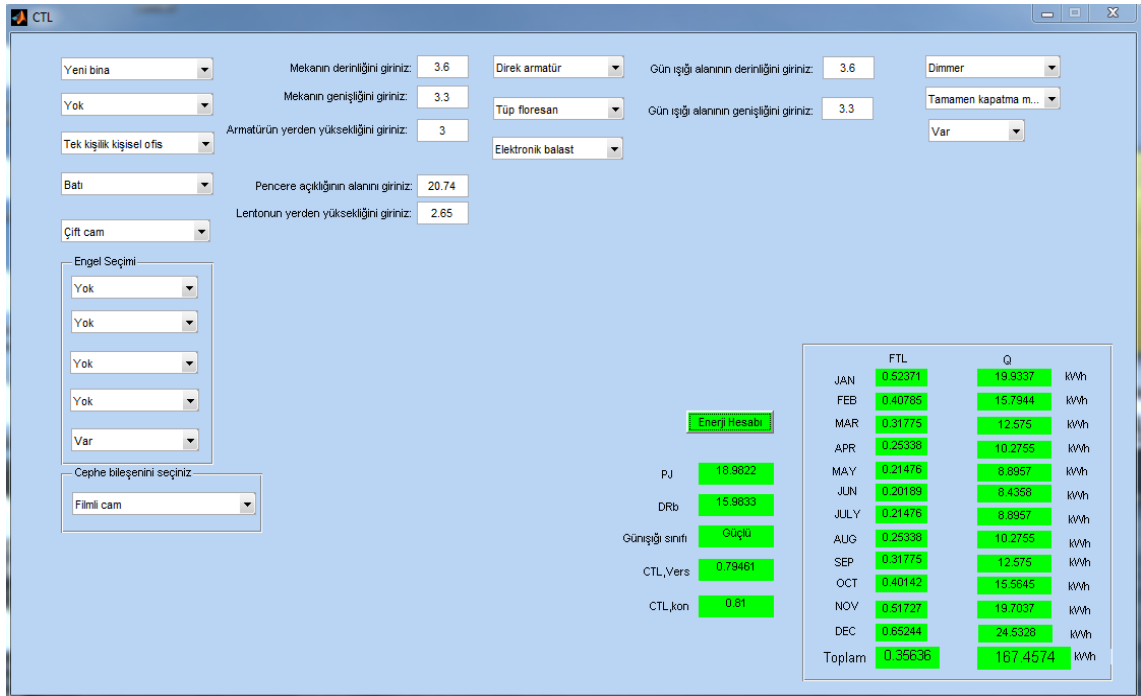


Şekil B.19 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak ZK_merdiven alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz

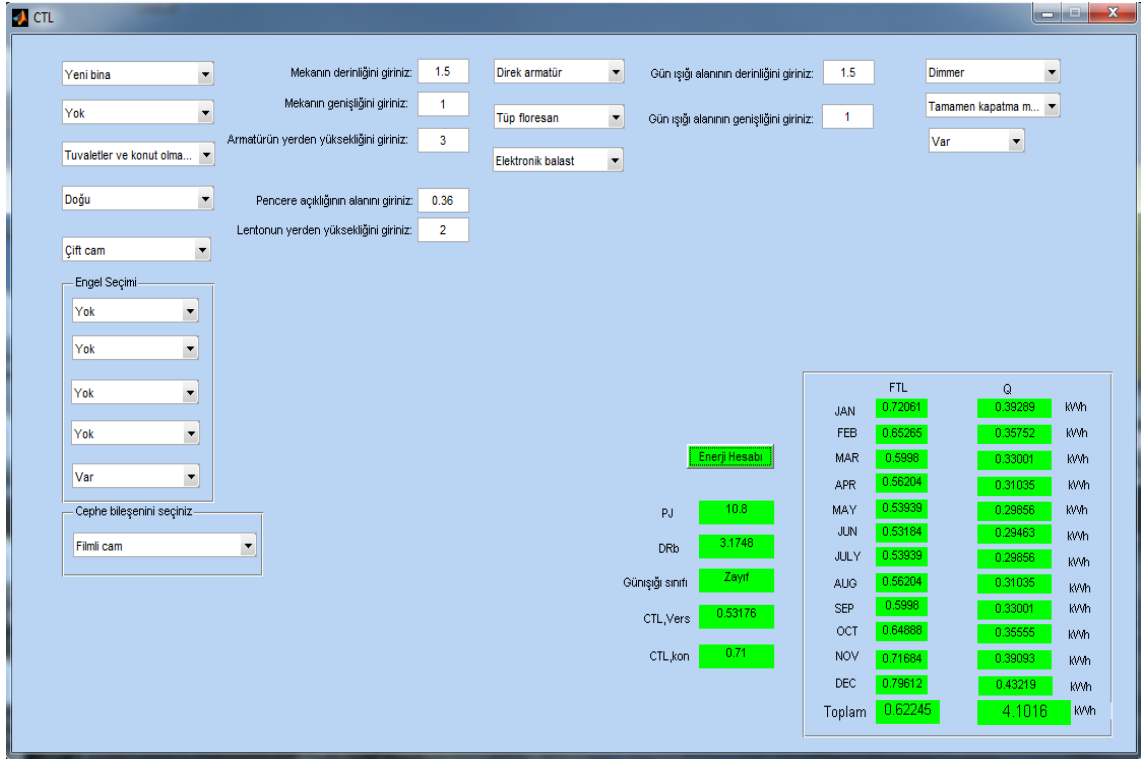
Şekil B.20' den Şekil B.24' e kadar olan kısımda normal kat zonlarındaki her bir değerlendirme alanının gerekli veri değerlerinin Matlab GUI tabanlı yazılımdaki arayüze girilmesi gösterilmektedir.



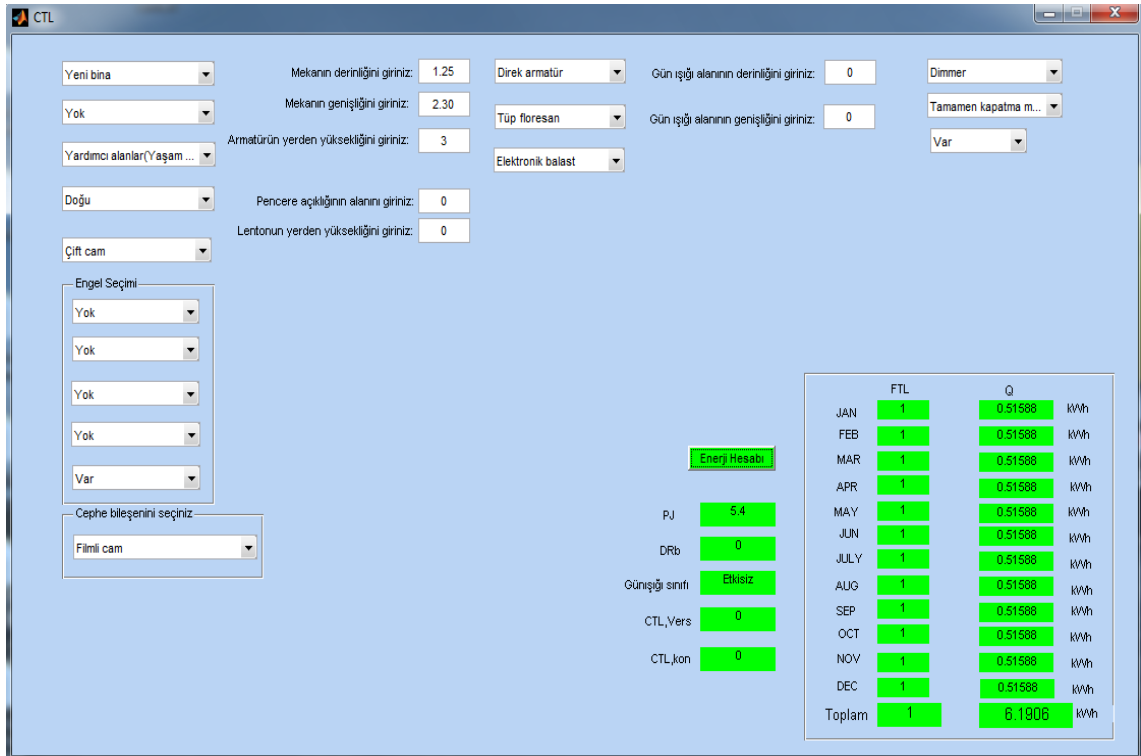
Şekil B.20 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak NK1_1, NK2_1, NK3_1 alanlarının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz



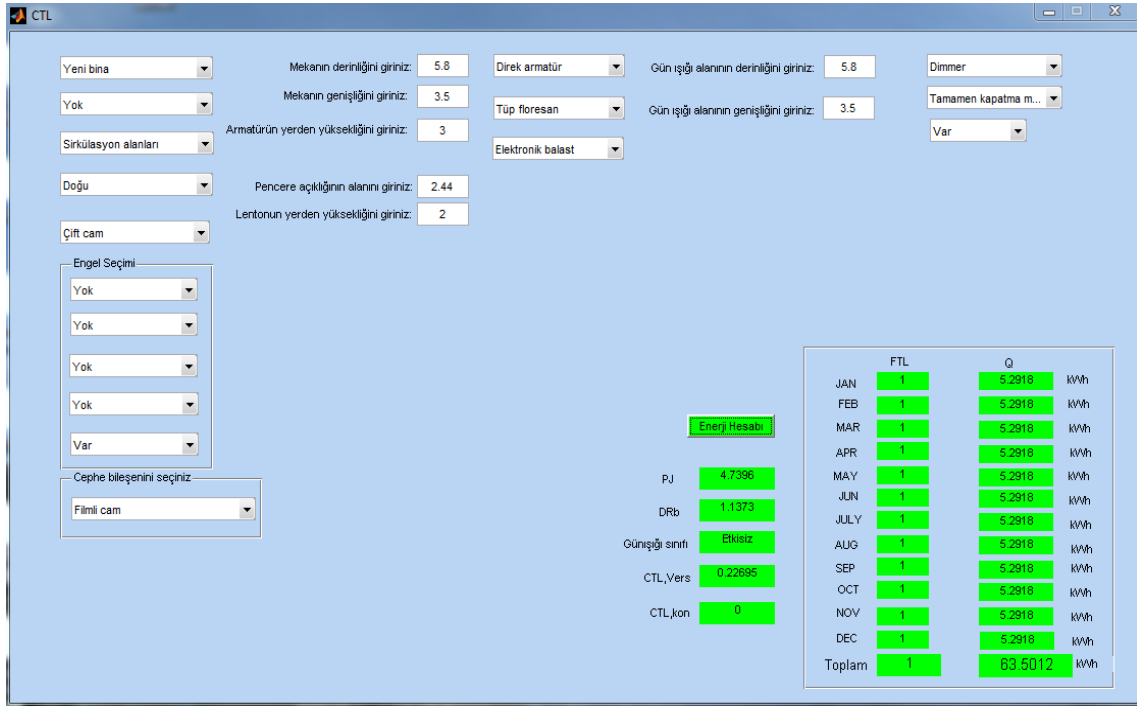
Şekil B.21 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak NK1_2, NK2_2, NK3_2 alanlarının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz



Şekil B.22 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak normal katlardaki tuvalet alanlarının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz

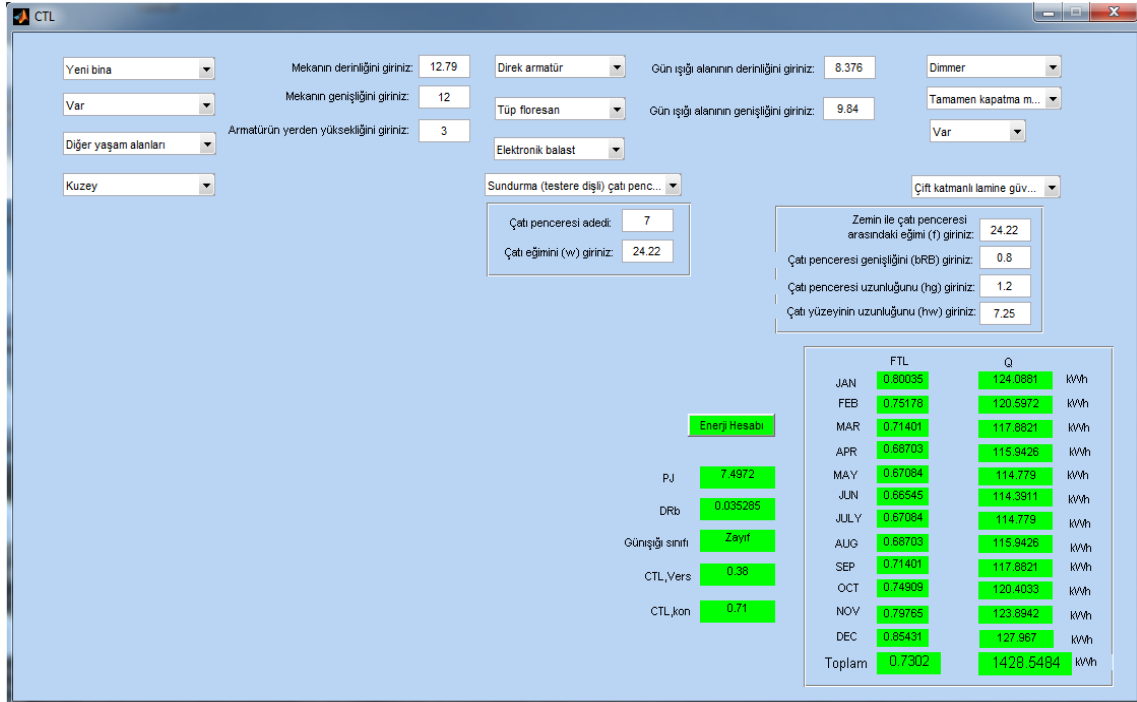


Şekil B.23 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak normal katlardaki hol alanlarının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz



Şekil B.24 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak NK1, NK2 ve NK3 merdiven alanlarının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz

Şekil B.25 ve Şekil B.26' da çatı katı zonundaki iki değerlendirme alanının gerekli veri değerlerinin Matlab GUI tabanlı yazılımdaki arayüze girilmesi gösterilmektedir.



Şekil B.25 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak çatı_1 alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz

CTL

Yeni bina:

Mekânın derinliğini giriniz: Direk armatür:

Gün ışığı alanının derinliğini giriniz: Dimmer:

Yok: Mekânın genişliğini giriniz: Tüp floresan:

Gün ışığı alanının genişliğini giriniz: Tamamen kapatma m...:

Sirkülasyon alanları: Armatürün yerden yüksekliğini giriniz: Elektronik balast:

Doğu: Pencere açıklığının alanını giriniz:

Çift cam: Lentonun yerden yüksekliğini giriniz:

Engel Seçimi:

Cephe bileşenini seçiniz:

Enerji Hesabı

PJ:

DRb:

Güneşli sınıfı:

CTL,Vers:

CTL,kon:

	FTL	Q	
JAN	1	5.2918	kWh
FEB	1	5.2918	kWh
MAR	1	5.2918	kWh
APR	1	5.2918	kWh
MAY	1	5.2918	kWh
JUN	1	5.2918	kWh
JULY	1	5.2918	kWh
AUG	1	5.2918	kWh
SEP	1	5.2918	kWh
OCT	1	5.2918	kWh
NOV	1	5.2918	kWh
DEC	1	5.2918	kWh
Toplam	1	63.5012	kWh

Şekil B.26 Matlab GUI tabanlı yazılımı kullanarak cati_merdiven alanının aydınlatma için net enerji ihtiyacının hesaplanmasını gösteren arayüz

PROGRAMLAMA DOSYALARI

Matlab GUI uygulaması olarak hazırlanan programın arayüz ve m-file dosyaları tez kitabının pdf formatı ile birlikte CD içerisinde sunulmuştur.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ahmed Said AKARDAŞ
Doğum Tarihi ve Yeri : 09.11.1986 / İstanbul
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : saidakardas@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y.Lisans	Elektrik Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2013
Lisans	Elektrik - Elektronik Müh. (İngilizce)	Fatih Üniversitesi	2010
Lise	Sayısal	Özel Kasımoğlu Coşkun Anadolu Lisesi	2005

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2013	Akar İnşaat Haf. Mad. San. Tic. Ltd. Şti.	Proje Mühendisi
2011 – 2012	Enerlab Enerji ve İletişim Hizmetleri Ltd. Şti.	Proje Mühendisi