

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PENCERE SİSTEMLERİNİN ISIL
PERFORMANSININ DOĞRAMA SEÇENEKLERİNE
BAĞLI OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mimar Hande Sezin KARAKURT
(502061718)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 15 Eylül 2008
Tezin Savunulduğu Tarih : 09 Ekim 2008**

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Aslıhan TAVİL
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Ayşe BALANLI (Y.T.Ü.)
Y.Doç.Dr. İkbāl ÇETİNER (İ.T.Ü.)

EKİM 2008

ÖNSÖZ

Pencere sistemleri yapı cephelerini oluşturan en önemli yapı elemanlarıdır. Gerek işlevsel yönleri, gerekse estetik yönleri pencereleri yapı kabuğunun vazgeçilmez elemanları haline getirmektedir. Özellikle enerji korunumunun oldukça büyük önem taşıdığı bu dönemde yapılarda pencere seçiminde, sistemin ısı performans özellikleri göz önünde tutulmalıdır. Bu tez kapsamında, pencere sisteminin önemli bileşenlerinden doğramaların, pencere toplam ısı performansına etkisi değerlendirilmiştir.

Tez çalışmalarım süresince bilgi ve önerilerini benimle her zaman paylaşan, daima yol gösteren tez danışmanım Doç. Dr. Aslıhan TAVİL' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Teknik konulardaki bilgi ve verilerini benimle paylaşan ERA Yapı Sistemleri Ltd. Şti., PÜKAB'a (Pencere Üreticileri Kalite Birliği Derneği) teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmalarım süresince manevi desteğini benden esirgemeyen Mimar Atakan Evrim ENGİNÖZ' e çok teşekkür ederim.

Son olarak, her zaman sevgileriyle yanımda olan ve beni destekleyip, yüreklendiren annem Azize KARAKURT, babam Haluk KARAKURT ve kardeşim Çağatay KARAKURT' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ekim 2008

Hande Sezin KARAKURT

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	ix
ÖZET	x
SUMMARY	xii
1. GİRİŞ	1
1.1 Problemin Tanımı	1
1.2 Çalışmanın Amacı ve Varsayım	2
1.3 Çalışmanın Kapsamı	2
1.4 Çalışmanın Yöntemi	3
2. PENCERE SİSTEMİ	4
2.1 Pencere Sistemi ve Önemi	4
2.2 Yalıtımlı Cam Ünitesi	11
2.2.1 Cam Tipleri	11
2.2.2 Cam Katman Sayısı	17
2.2.3 Ara Gaz Malzemesi	18
2.2.4 Ara Boşluk Çıtası	18
2.3 Doğramalar	19
2.3.1 Doğrama Malzemeleri	20
2.3.2 Doğrama Geçirimsizlik Bileşenleri	26
2.3.3 Doğrama Sabitleme Bileşenleri	29
2.3.4 Doğrama Birleşim ve Bağlantı Parçaları	30
2.4 Güneş Kontrol Araçları	30
3. PENCERE SİSTEMLERİNDEN BEKLENEN ISIL PERFORMANS GEREKSİNİMİ	34
3.1 Performans Tanımı	34
3.2 Pencere Sisteminde Isıl Performans ve Önemi (U değeri)	34
3.3 Türkiye ve Yurtdışında Kabul Edilen Isıl Performans Değerleri	37
4. BİLGİSAYAR PROGRAMLARI ARACILIĞIYLA PENCERE SİSTEMLERİ ISIL PERFORMANSININ BELİRLENMESİ	39
4.1 THERM 5.2 Programının Tanıtılması	40
4.2 WINDOW 5.2 Programının Tanıtılması	41
4.3 Pencere Seçeneklerinin Belirlenmesi	42
4.3.1 Doğrama Malzeme Seçeneklerinin Belirlenmesi	42
4.3.2 Cam Ünitesinin Belirlenmesi	43

4.3.3	İç-Dış Ortam Koşullarının Belirlenmesi	44
4.3.4	Doğrama Kesit Tiplerinin Belirlenmesi	44
4.3.5	Pencere Boyutunun Belirlenmesi	52
4.4	Pencere Sistemlerinin U-Değerlerini Hesaplama Süreci	54
4.4.1	Doğramanın THERM 5.2 Programı ile Modellenmesi	55
4.4.2	Yalıtımlı Cam Ünitesinin WINDOW 5.2 Programı ile Modellenmesi	55
4.4.3	Pencere Sisteminin THERM 5.2 Programı ile Modellenmesi	56
4.4.4	THERM 5.2 Programı ile Doğrama U-değerinin Hesaplanması	57
4.4.5	WINDOW 5.2 Programı ile Pencere Sistemi U-değerinin Hesaplanması	58
4.5	THERM 5.2 ve WINDOW 5.2 Programı ile Hesaplanan U-Değerleri	60
4.6	THERM 5.2 Programı ile Hesaplanan Doğrama Isıl Eğrileri	61
5.	FARKLI DOĞRAMA SEÇENEKLERİNİN, PENCERE SİSTEMİNİN ISIL PERFORMANSINA ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	63
5.1	Doğrama Malzeme Özelliklerine İlişkin Değerlendirmeler	63
5.1.1	Doğrama Malzemesi	63
5.1.2	Ahşap Malzeme Türü	64
5.2	Doğrama Boyutsal Özelliklerine İlişkin Değerlendirmeler	65
5.2.1	Doğrama Alanı	66
5.2.2	Doğrama Kesit Kalınlığı	68
5.3	Doğrama Kesit Özelliklerine İlişkin Değerlendirmeler	72
5.3.1	Alüminyum Doğrama Isı Bariyerleri	72
5.3.2	PVC Doğramada Kesit Farklılıkları	73
6.	GENEL SONUÇLAR	76
	KAYNAKLAR	80
	EK-A	85
	EK-B	106
	ÖZGEÇMİŞ	143

KISALTMALAR

ASHRAE	: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
NFRC	: National Fenestration Rating Council
CEN	: European Committee for Standardization
SHGC	: Solar Heat Gain Coefficient (Güneş Isı Kazanç Katsayısı)

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1 USA ve Avrupa’da kabul edilen pencere U-değerleri	38
Tablo 4.1 Doğrama malzemeleri.....	43
Tablo 4.2 Yalıtımlı Cam ünitesini oluşturan malzemeler	44
Tablo 4.3 İç ve dış ortam koşulları	44
Tablo 4.4 Ahşap doğrama tipleri	45
Tablo 4.5 Alüminyum doğrama tipleri.....	47
Tablo 4.6 PVC doğrama tipleri	49
Tablo 4.7 TS6957’de yer alan pencere boşluk değerleri	52
Tablo 4.8 Ahşap pencere seçeneklerinin U-değerleri	60
Tablo 4.9 Alüminyum pencere seçeneklerinin U-değerleri.....	61
Tablo 4.10 PVC pencere seçeneklerinin U-değerleri.....	61
Tablo 6.1 Doğrama özelliklerinin U-değerine etki ediş düzeyi.....	78

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Pencere sistem bileşenleri	5
Şekil 2.2 : Yalıtımlı cam ünitesi	11
Şekil 2.3 : Low-e kaplamalar.....	14
Şekil 2.4 : Low-e kaplamalarda gerçekleşen ısı hareketi.....	15
Şekil 2.5 : Elektrokromik camlar	16
Şekil 2.6 : Tek sızdırmazlı cam ünitesi	19
Şekil 2.7 : Çift sızdırmazlı cam ünitesi	19
Şekil 2.8 : Ahşap doğrama	21
Şekil 2.9 : Alüminyum doğrama.....	23
Şekil 2.10 : Vinil doğrama	25
Şekil 2.11 : Kompozit doğrama (ahşap-alüminyum).....	25
Şekil 2.12 : Giyotin pencereye ait hava sızdırmazlar.....	27
Şekil 2.13 : Alüminyum doğramaya ait ısı bariyerleri	28
Şekil 2.14 : PUR kullanılan yüksek yalıtımlı PVC pencere.....	29
Şekil 2.15 : Pencere sistemi birleşim ve bağlantı elemanları	30
Şekil 2.16 : Sabit dış güneş kontrol araçları.....	31
Şekil 2.17 : Hareketli dış güneş kontrol araçları	32
Şekil 3.1 : Pencere sistemi enerji akışı.....	35
Şekil 4.1 : Hesaplamalara ilişkin akış şeması	40
Şekil 4.2 : Cam Ünitesi	43
Şekil 4.3 : Çalışmada kullanılan pencere boyutları	53
Şekil 4.4 : Pencerenin modellemesine ilişkin adımlar	54
Şekil 4.5 : Yarısi THERM programı ile tanımlanmış altlık	55
Şekil 4.6 : Cam ünitesi eklenmemiş ve eklenmiş haliyle THERM 5 programında modellenmiş pencere kesiti	56
Şekil 4.7 : Pencere sistemi dış sınırları	57
Şekil 4.8 : Hesaplamalara ait sonuç göstergeleri	58
Şekil 4.9 : THERM programına ait alt başlık, üst başlık ve kenar dikme çizimleri	58
Şekil 4.10 : WINDOW programına aktarılan doğrama seçenekleri	59
Şekil 4.11 : WINDOW programı hesaplama penceresi	60
Şekil 4.12 : Ahşap, PVC ve alüminyum doğramalara ait ısı eğriler.....	62
Şekil 5.1 : Doğrama malzeme seçeneklerine bağlı U-değerleri.....	63
Şekil 5.2 : Farklı doğrama malzemelerine bağlı olarak pencere sistemi U- değerlerinde meydana gelen artış yüzdeleri	64
Şekil 5.3 : Ahşap türüne bağlı U-değerleri.....	65
Şekil 5.4 : Ahşap türüne bağlı olarak pencere sistemi U-değerlerinde meydana gelen artış yüzdesi	65
Şekil 5.5 : Ahşap doğrama alanına bağlı U-değerleri.....	66
Şekil 5.6 : Ahşap doğrama alanına bağlı olarak pencere sistemi U-	

	değerlerinde meydana gelen artış yüzdesi.....	66
Şekil 5.7	: Alüminyum doğrama alanına bağlı U-değerleri.....	67
Şekil 5.8	: PVC doğrama alanına bağlı U-değerleri.....	67
Şekil 5.9	: PVC doğrama alanına bağlı olarak pencere sistemi U-değerlerinde meydana gelen artış yüzdesi	68
Şekil 5.10	: Ahşap doğrama kesit kalınlığına bağlı U-değerleri.....	69
Şekil 5.11	: Ahşap doğrama kesit kalınlığına bağlı olarak pencere sistemi U-değerlerinde meydana gelen artış yüzdesi.....	69
Şekil 5.12	: Alüminyum doğrama kesit kalınlığına bağlı U-değerleri.....	70
Şekil 5.13	: Alüminyum doğrama kesit kalınlığına bağlı olarak pencere sistemi U-değerlerinde meydana gelen artış yüzdesi	70
Şekil 5.14	: PVC doğrama kesit kalınlığına bağlı U-değerleri	71
Şekil 5.15	: PVC doğrama kesit kalınlığına bağlı olarak pencere sistemi U-değerlerinde meydana gelen artış yüzdesi.....	71
Şekil 5.16	: Isı bariyeri türüne bağlı U-değerleri.....	72
Şekil 5.17	: Isı Bariyeri türüne bağlı olarak pencere sistemi U-değerlerinde meydana gelen artış yüzdesi	73
Şekil 5.18	: PVC doğrama odacık sayısına bağlı U-değerleri.....	74
Şekil 5.19	: PVC doğrama conta tipine bağlı U-değerleri.....	74
Şekil 6.1	: Doğrama özelliklerinin U-değerine etki ediş düzeyi.....	78

SEMBOL LİSTESİ

U Değeri	: Isı İletkenlik Katsayısı
T_{vis}	: Güneş Enerjisi Geçirgenlik Değeri
e	: Emisivite
VT	: Gün Işığı Geçirgenliği
τ	: İletim
ρ	: Yansıtıcılık
α	: Emicilik

PENCERE SİSTEMLERİNİN ISIL PERFORMANSININ DOĞRAMA SEÇENEKLERİNE BAĞLI OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Pencereler yapı cephelerinin önemli bir parçasını oluştururlar. Gerek işlevsel, gerekse estetik yönleri pencereleri yapı kabuğunun vazgeçilmez parçaları haline getirmektedir. Bir pencere sistemi, cam ünitesi, doğrama ve güneş kontrol araçlarından oluşmaktadır.

Pencere sistemlerinden pek çok gereksinime cevap vermesi beklenmektedir. Enerji açısından, fiziksel davranış açısından, kullanıcı konfor ihtiyaçları açısından, yapım ve kullanım süreci davranışları açısından pencere sistemlerinin tüm gerekli özelliklere sahip olması istenir. Pencereler doğal aydınlatma, doğal havalandırma, görsel konfor, ısıl konfor, güvenlik, ses kontrolü gibi pek çok gereksinimi karşılamalıdır.

Küresel ısınma, iklim değişiklikleri gibi önemli sorunların yaşandığı günümüzde, kuşkusuz bizi ilgilendiren en önemli konulardan biri enerji korunumudur. Bugün kullanmakta olduğumuz enerji kaynaklarının %93' ü 'tükenebilir enerji'. olması gerçeğine bağlı olarak yapılarımızda ısıtma- soğutma amaçlı enerji kaynaklarının en verimli şekilde kullanma yolunun bulunması sürdürülebilir çevreler yaratılması açısından önem taşımaktadır. Bu noktada yapılarda gerçekleşen ısı kayıplarında, pencereler önemli bir rol oynamaktadır. Tasarım aşamasında pencereler ısıl performans özelliklerine göre tasarlanmalı ve seçilmelidir.

Pencerelerden kaynaklanan ısı kayıplarına bağlı araştırmaların, genellikle kapladığı alan ve ısı iletiminin en fazla saydam bölgede gerçekleşmesi nedeniyle cam odaklı olduğu görülmektedir. Ancak doğramalar malzeme, kesit, ısıl karakter ve boyut gibi özellikleri açısından pencere sistemi ısıl performansını etkileyen diğer bir önemli bileşendir. Özetle doğrama özellikleri pencere toplam U-değerini önemli ölçüde etkilemektedir.

Bu çalışmanın amacı pencere tasarımında veya seçiminde doğramaların, pencerenin toplam ısı performansına (U-değeri) olan etkilerini incelemektir. İlk bölümde, pencere sistemi ve önemi, problemin tanımı, çalışmanın amacı ve kapsamı anlatılmaktadır.

İkinci bölümde, bir pencere sistemini oluşturan alt bileşenler ve özellikleri anlatılmaktadır. Yalıtımlı cam ünitesi, doğramalar ve güneş kontrol araçları ana başlığı altında yer alan alt bileşenler açıklanmaktadır.

Üçüncü bölüm, pencere sistemlerinden beklenen ısı performans gereksiniminin ve U- değerinin öneminin yabancı ülkelerde kabul edilen standart değerler çerçevesinde incelenmesini içermektedir.

Dördüncü bölüm, pencere sistemlerinin ısı performans değerlerinin hesaplanmasında kullanılacak olan THERM 5 ve WINDOW 5 programının anlatıldığı ve bu programla modellenecek olan pencere tiplerinin gerek malzeme, gerekse kesit açısından belirlendiği bölümdür. Simülasyonun gerçekleştirildiği kabul edilen iç ve dış ortam şartları da bu bölümde tanımlanmaktadır. Modelleme süreci, adım adım anlatılmaktadır. Hesaplamalar sonucunda THERM 5 programında modellenen ve hesaplanan doğramalara ait U-değerleri, WINDOW 5 programında girdi olarak kullanılmakta ve pencere sistemine ait toplam U- değerleri belirlenmektedir.

Beşinci bölümde, doğrama malzeme özelliği, doğrama alanı, kesit kalınlığı, ahşap malzeme türü, alüminyum doğramada kullanılan ısı bariyeri tipi, PVC odacık sayısı ve conta tipi özelliklerinin, pencere toplam ısı performans değerlerinde meydana getirdiği değişimler karşılaştırmalı olarak değerlendirilmektedir.

EVALUATION OF THERMAL PERFORMANCE OF WINDOW SYSTEM BY CONSIDERING FRAME SYSTEMS

SUMMARY

Window systems are the most important components of building facades. Window systems are indispensable components of building facades because of their functional and esthetical properties. A window system consist of glass system, frame system and solar control devices.

Window systems have to fulfill many requirements in the building system. Window systems should have required properties to obtain physical, energy, occupancy needs and manufacturing - using process. Day lighting, ventilation, physical and thermal comfort, security need, noise control are the main window performance requirements.

In this era with problems like global warming and climate changes, energy conservation is one of the most important subjects. Nowadays, 93 % of the energy that we use is obtained from nonrenewable sources. Therefore, heating and cooling energy efficient design is our responsibility in the building process. At that point windows plays an important role in the energy consumption of the buildings which has to be considered in the design stage of the buildings. In the design process, the windows have to be designed or selected according to their thermal performance properties.

The researches about window systems mainly focus on the glass components since they constitute main area in the system where most of the heat loss and gain occur. However, frames constitute another significant component in the window system with their properties such as material, sections, thermal characteristics and dimensions which affect the heat flow directly. Briefly, frame section, material and subsystems of frame have an important role in the total window U-value.

In this study, the effects of different frame properties are observed on the total window U-value. In the first chapter, the introduction and the context of the study, and methodology are introduced and the objectives of the study are highlighted.

In the second chapter, the window subsystems and their properties are classified into three main titles such as insulated glazing unit (IGU), frame and solar control devices.

Third chapter comprises the importance of the thermal performance requirements and properties of window systems are observed in the framework of the international standards.

In the Fourth chapter, the simulation programs (THERM5.2, WINDOW 5.2) which are used for calculating window thermal performance values are introduced. Window types, materials, section properties and weather conditions which are used for modeling and calculating are determined at this chapter. Modeling process are defined step by step. The U-values of the frames are obtained by THERM 5.2 program and these results are used as input data of WINDOW 5.2 for calculating the total window U-values.

In Chapter 5, the effect of different frame properties to total U-value of the window system are evaluated and compared according to the frame material, frame area, section thickness, and wood types, thermal barriers in aluminum frames and void number in PVC frames.

1. GİRİŞ

1.1 Problemin Tanımı

Enerjinin oldukça önem taşıdığı bu dönemde yapıda, ısıtma ve soğutma yüklerinin minimuma indirilmesi ve yapılarda kullanılan tüm sistemlerin enerji gereksinimlerini en iyi şekilde sağlaması beklenmektedir. Pencerele saydamlık özelliklerine bağlı olarak enerji kayıp ve kazançlarının en fazla olduğu bileşenlerdir. Bu nedenle pencere sistemlerinde en önemli ölçütlerin başında ısı performans gelmektedir. Yapılarda enerji korunumunun giderek daha fazla önem kazandığı günümüzde pencere sistemlerinin, en az enerji tüketimi sağlayacak şekilde tasarımı ve seçimi hem ülke hem de kullanıcı açısından önemi tartışılmaz bir gerçektir.

Ancak piyasadaki pencere ürünlerinin fazlalığı tasarımcı ve kullanıcının, ürün seçerken karar verme güçlüğü yaşamalarına neden olmaktadır. Kullanıcı, pencereyi oluşturan cam ve doğrama gibi bileşenlerin ısı performans değerleri firma verilerinde yer alsa da bu parçalardan oluşan pencerenin toplam ısı performans değerlerine ilişkin verilere ulaşmada zorluklar yaşamaktadır. Farklı seçeneklerin ürünün toplam performansına olan etkileri çoğu zaman tam olarak tahmin edilememektedir. Bu nedenle pencere sistemini oluşturan seçeneklerin pencerenin toplam ısı performansını ne şekilde etkilediğinin belirlenmesi kullanıcı açısından önemli hale gelmektedir. Bu anlamda pencere sisteminin önemli bir alt bileşeni olan yalıtımlı cam ünite seçeneklerinin toplam pencere performansını ne şekilde etkilediğine ilişkin çalışmalar yapılmış ancak farklı doğrama seçeneklerinin toplam pencere performansına olan etkileri bileşen düzeyinde sayısal olarak ortaya konulmamıştır.

1.2 Çalışmanın Amacı ve Varsayım

Bölüm 1.1’de tanımlanan probleme bağlı olarak bu çalışmada temel hedef, farklı doğrama seçeneklerinin pencerenin toplam ısı performansına olan etkilerinin sayısal olarak belirlenmesi ve farklı doğrama özelliklerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesidir. Çalışmada amaçlanan, tasarımcı ve kullanıcının ürün seçiminde karar verme güçlüğünü ortadan kaldırmaktır.

Pencere ısı performansına en çok etkisi bulunan bileşen, kapladığı alanın fazlalığı ve ısı direncinin düşüklüğü sebebiyle cam ünitesidir. Bu problemin çözülmesine yönelik olarak cam teknolojileri ile ilgili araştırmalar giderek artan bir ivme ile devam etmekte ve bu konuda pek çok araştırma yapılmaktadır. Cam teknolojileri ile ilgili gelişmeleri doğramalar izlemektedir. Cam ünitesinin, pencerenin toplam ısı performansına etkisinin incelendiği pek çok çalışma olması sebebiyle, bu çalışmada amaçlanan piyasada sıklıkla kullanılan farklı malzeme, boyut ve kesit özelliklerine sahip doğrama seçeneklerinin pencerenin toplam ısı performansını ne şekilde etkilediğini ortaya koymaktır.

Bu çalışmada, malzeme, kesit kalınlığı, boyut, ısı bariyer tipi gibi pencere doğrama özelliklerinin doğru olarak seçilmesiyle pencerelerin toplam ısı performanslarının daha da iyileştirilebileceği varsayılmaktadır. Pencere seçiminde sadece cam ünite seçimi değil aynı zamanda doğrama özelliklerinin de toplam ısı performansta etkili olabileceği tahmin edilmektedir.

1.3 Çalışmanın Kapsamı

Çalışma kapsamında, doğrama seçenekleri üç ana başlık çerçevesinde araştırılacaktır:

- Doğramalar malzeme özelliğine bağlı olarak incelenecektir. Burada amaç farklı malzeme tercihlerinin (ahşap, PVC, alüminyum) pencere sisteminin ısı performansına olan etkisini değerlendirmektir.
- Doğramalar boyutsal özelliklerine bağlı olarak incelenecektir. Farklı doğrama alanlarının ve doğrama kesit kalınlıklarının pencere sistemi ısı performansına olan etkisini değerlendirmek amaçlanmaktadır.

- Doğramalar kesit farklılıklarına bağlı olarak incelenecektir. Burada amaç doğramalarda tercih edilen farklı tip ısı bariyerleri, farklı sayıda odacık kullanımı veya conta tipindeki değişikliklerin pencere sistemi ısı performansına olan etkisini görmektir.

1.4 Çalışmanın Yöntemi

Bölüm 1.3 ve bölüm 1.4 'te tanımlanmış amaç ve kapsama bağlı olarak bu çalışmada, firma araştırması sonucu belirlenen yirmi dört adet pencere tipine ait U-değerleri bilgisayar simülasyon yöntemi ile hesaplanacak ve değerlendirilecektir. Çalışma, konut yapılarında en çok tercih edilen ahşap, alüminyum veya vinil malzemeden üretilen, 60mm x 150mm boyutunda, 6mm (berrak cam) + 12mm (hava) + 6mm (berrak cam) sabit cam sistemine sahip, kesit özellikleri değişken pencere tiplerine ait U-değerlerini kapsamaktadır.

Pencere sistemlerine ait ısı performans değerlerinin (U-değeri) hesaplanmasında iki farklı yöntem izlenebilmek mümkündür. Bunlardan ilki deney, ikincisi ise bilgisayar programları yardımıyla gerçekleştirilen simülasyon yöntemidir. Çalışmada kullanılan yirmi dört adet pencere tipinin deney yoluyla hesaplanmasında, pencere modüllerinin temin edilmesindeki ve deney düzeneğinin hazırlanmasındaki zorluklar dolayısıyla bu çalışma ikinci yöntem olan simülasyon yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışma sürecinde, beraber çalışabilen, birbirlerine ait sonuçları girdi olarak kabul eden bilgisayar programları kullanılmıştır. Hesaplamalar THERM 5, WINDOW 5 ve AUTOCAD programlarının entegre kullanımıyla gerçekleştirilmiştir.

2. PENCERE SİSTEMİ

2.1 Pencere Sistemi ve Önemi

Sistem Tanımı

Sistem, nitelikleri arasında belli ilişkiler bulunan, birbirlerini etkileyen bileşenlerin oluşturduğu bir bütündür.

Sistemlerin, çevreleriyle olan ilişkileri yönünden iki farklı durumdan söz edildiği bilinmektedir. Bunlardan ilki, sistemin çevresinden tamamen yalıtılmış (dolayısıyla çevresine kapalı) bulunduğu; ikincisi ise çevresiyle kuvvetli karşılıklı etkileşimlerin sürdüğü (dolayısıyla çevresine açık olduğu) durumlardır. Yani bir sistemin alt sistemleri belli bir ilişki düzeni ile birbirlerine bağlı ise, sistemin kendisi de başka bir ilişki düzeni ile kendi büyüklüğünde başka bazı sistemlere bağlıdır ve bunlar da daha büyük bir sistemin alt sistemlerini teşkil eder [1]. Bunu “sistemi oluşturan bileşenler aynı zamanda ayrı birer sistem olabilir” şekilde açıklamak da mümkündür [2].

Bir sistemin ve çevresinin kapsamının ne olduğu, aslında araştırmacının amaçlarına ve bu amaçların gerektirdiği bakış açısına göre değişir. Dolayısıyla bir araştırmacı incelediği sistemleri değişik düzeylerde ve her düzeyde farklı kapsamlarda ele alabilir. O ölçekte belli bir kapsamın dışında kalan sistemler ile daha büyük ölçekteki sistemler çevreyi ortaya koyar [1]. Bu çalışmada yukarıdaki tanımlar ışığında pencere kavramı bir sistem olarak ele alınacaktır.

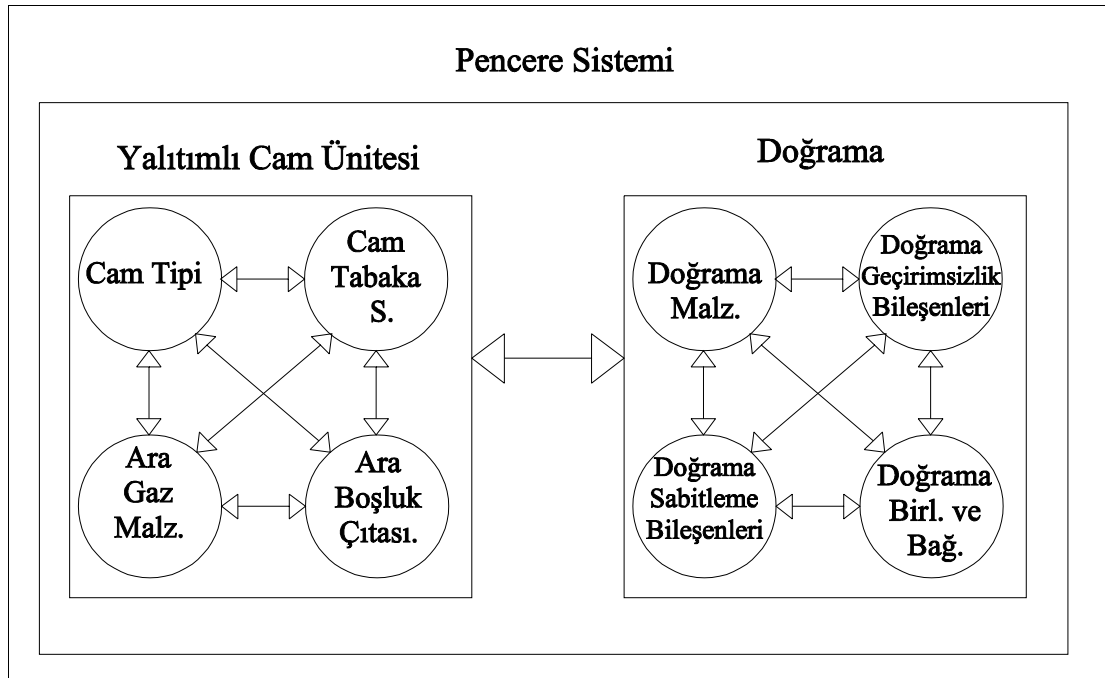
Pencere Sistemi

İnsanlar, doğanın etkilerinden, hayvanlardan, yabancılardan korunmak, saklanmak gereği duyarlar. Bu amaçla oluşturulan kabuğa ‘yapı’ adı verilir. İlk insandan günümüze çeşitli gereç ve yöntemlerle üretilmiş bu kabukların işlevi insanı çevreden yalıtmaktır. Bununla birlikte insanın, çevresinden tamamen yalıtılmış biçimde yaşaması olanaksızdır. Havaya, ışığa, çevresini ve doğayı görmeye, iç ve dış

bağlantıları kurmaya gereksinimi vardır. Pencereleler, bu gereksinimleri karşılamak amacıyla açılan duvar boşluklarıdır [3].

Klasik pencere yaklaşımında yapı, sistem olarak, pencere ise bileşen olarak ele alınmaktadır. Ancak pencere teknolojisi, yapılan araştırma ve çalışmalar nedeniyle, sürekli bir gelişim ve değişim içerisinde. Pencereleler, yapı dış kabuğunun bileşeni olmaktan çıkıp başlı başına bir sistem halini almıştır. Cam, doğrama ve güneş kontrol araçları ise pencere sistem bileşenlerini oluşturmaktadır [4,5]. Bir araştırmacı incelediği sistemleri değişik ölçeklerde ve her ölçekte farklı kapsamlarda ele alabilir [3].

Bu çalışmada sistem olarak ele alınan pencereleler, birbirleriyle ilişkili ve etkileşimli olan alt sistemlelerden oluşmaktadır. Yalıtımlı cam ünitesi, doğramalar ve bunlara ait alt sistemleler Şekil 2.1’de şematik olarak görülmektedir.



Şekil 2.1: Pencere sistem bileşenleri

Tasarım sürecinde, pencere tipini seçerken pekçok faktör göz önünde bulundurulmalıdır. Enerjinin oldukça önem taşıdığı bu dönemde yapıda tercih edilen pencerelelerin enerji, kullanıcı konfor, yapım ve kullanım sürecine ilişkin ölçütleri en iyi şekilde karşılaması gerekmektedir. Bu ölçütler tek tek incelendiğinde, bir pencere sisteminin;

- Isıl kontrol
- Güneş kontrolü
- Gün ışığı geçirgenliği
- Hava sızdırmazlık
- Ses kontrolü
- Su ve Nem Kontrolü
- Yoğuşma Direnci
- Görsel İlişki ve Mahremiyet
- Isıl konfor
- Doğal havalandırma
- Güvenlik
- Estetik
- Taşıyıcılık
- Kullanım ömrü
- Bakım – onarım
- Sürdürülebilirlik
- Ekonomiklik

gibi performans gereksinimlerine cevap vermesi beklenmektedir.

Isıl Kontrol

Pencere sistemlerinin ısı performans gereksinimlerine en iyi şekilde cevap vermesi gerekmektedir. U-değeri olarak adlandırılan ısı geçirgenlik katsayısı bu konuda en önemli ölçüttür.

Güneş Kontrolü

Bir pencere sistemine gelen ışınım akısının yansıyan yüzdesi, ρ yansımaya katsayısı, yutulan yüzdesi, α emme katsayısı, geçirilen yüzdesi ise τ geçirme katsayısı olarak adlandırılır. Bu üç katsayının toplamı 1'e eşittir ($\tau+\alpha+\rho=1$) [6].

Dış sıcaklık ne olursa olsun, pencerelerden doğrudan ya da dolaylı olarak ısıtım yoluyla ısı kazancı olabilmektedir. Meydana gelen ısı kazancını kontrol edebilmek pencere güneş ısı kazanç katsayısı değeri (SHGC) ve gölgeleme katsayısı değerlerine (SC) bağlıdır. SHGC değeri 0 ve 1.0 değerleri arasında değişmektedir. SHGC değerinin büyük olması yüksek ısı kazancı, küçük olması düşük ısı kazancı anlamına gelmektedir. Pencerelere ait SHGC değeri yapıların soğutma yüklerini belirlemede önemli bir faktördür [7,4].

Gün Işığı Geçirgenliği

İnsanlar iç mekanda çalışabilmek, görsel kaliteyi artırabilmek ve yapay aydınlatmayı azaltıp enerji korunumu sağlayabilmek için gün ışığına ihtiyaç duyarlar. Doğal aydınlatma, iç mekanı tanımlamada ve şekillendirmede kullanılan önemli ve güçlü bir mimari araçtır. Gün ışığının içeriye girmesini sağlayan pencereler önemli yapı bileşenleri arasında yer almaktadır. Gün ışığının yoğunluğu ve kalitesi pencere yerleşimine, gün içi saate, yıl içi zamana ve hava durumuna göre değişmektedir [8].

Gün ışığı geçirgenliği, cam ünitesinden iç mekana geçen güneş ışıdır. VT olarak ifade edilir. Yüksek VT değeri, iç mekanda daha fazla gün ışığı demektir. Bu da yapay aydınlatma enerjisinin azalmasına bağlı olarak soğutma yüklerinin azalmasını sağlar [4]. Özellikle ofis yapılarında önemli bir ölçüttür.

Bir pencere sisteminden iç mekana geçen ışık miktarı (VT), cam yüzeylerin ışık geçirme değerlerine (T_{vis}) bağlı olarak değişir. VT değeri cam tipi, katman sayısı ve cam kaplamasına bağlıdır. Farklı özellikteki camlar ve kaplamalar farklı T_{vis} değerlerine sahiptir. Tek cam ünitesi ise boşluklu çift cam ünitesine oranla daha fazla gün ışığı geçirmektedir [5,4].

Hava Sızdırmazlık

Pencere sisteminde, birleşim yerlerinden ya da çeşitli boşluklardan iç mekana kontrolsüz olarak gerçekleşen hava akımına infiltrasyon adı verilmektedir [9]. Özellikle enerji etkin yapılarda infiltrasyon kontrolü çok önemlidir. Pencerelerden hava sızması, bir yapının ısıtma ve soğutma yüklerinin belirlenmesinde büyük önem taşır [6,10].

Ses Kontrolü

Ses kontrolü, yapılarda konfor açısından önemli bir gereksinimdir. Yapı cephesi, iç ve dış kaynaklı sesleri konfor düzeyine düşürebilmelidir. Ses kontrolü mevcut sesin yansıtılmasına olanak veren malzemelerin veya ses enerjisini emip ısı enerjisine dönüştüren ürünlerin kullanılması yoluyla sağlanabilmektedir [11].

Su ve Nem Kontrolü

Pencereler su ve nem açısından yapı kabuğunun en zayıf bileşenini oluşturmakta ve kontrolü önem taşımaktadır. Pencere sisteminde kullanılan doğrama malzemesi bu açıdan önemlidir. Pencerelerde kanat – kasa birleşiminden, kasa – duvar bağlantısından su sızmamalı, sızarsa ıslanma ve nemden dolayı bir zarara uğramamalıdır. Sızan suların doğuracağı zararı önlemek için doğramanın bu suları bir kanalda toplayarak silinebilir veya tekrar dışarı atılabilir bir detayla çözümlenmesi gerekir [12].

Yoğuşma Direnci

Pencere sistemleri, yüzeylerinde meydana gelebilecek yoğuşmaya karşı dayanıklı olmalıdır ve kullanılacak malzemeler bu özellik göz önünde bulundurularak seçilmelidir.

Özellikle alüminyum doğramalarda, ısı geçirgenlik değerlerinin yüksek olması nedeniyle iç ve dış sıcaklık farkının fazla olduğu durumlarda, doğramanın iç yüzeyinde oluşan nem doğramada yoğuşacak düzeyde soğur. Ahşap ve PVC malzemede ise yoğuşma problemi önemsenmeyecek seviyededir. Ancak içerideki nem oranının aşırı olması bu doğramalarda da yoğuşmaya ve buna paralel olarak da çürüme ve küflenme gibi zararlara sebep olabilmektedir.

Görsel İlişki ve Mahremiyet

Dış mekanda meydana gelen olaylardan ve değişikliklerden haberdar olmak, insanlar için psikolojik bir ihtiyaçtır. Pencerelerin görevlerinden biri de iç-dış bağlantıları kurmaktır. Kurulacak bu bağlantılar, görsel, fiziksel ve psikolojik bağlantılardır [12]. Pencere boyutu büyüdükçe dış mekanla kurulan görsel bağlantı artmaktadır. Kullanıcının konumu da görsel ilişki açısından önem taşır.

Isıl Konfor

Isıl konfor, insan vücudu ve bulunduğu ortama ait veriler arasındaki denge durumudur. Çevre veri değerlerinde gerçekleşen herhangi bir değişim, ısı konfor değerini de değiştirecektir [13]. Burada asıl amaç dış etmenlerin etkisiyle değişen ısı konfor şartlarını sabit tutabilmektir.

Doğal Havalandırma

Pencereler, yapılarda doğal havalandırmayı olanaklı kılan önemli bileşenlerdir. Pencereler aracılığı ile havalandırma, rüzgarın yapının iki yüzünde doğurduğu basınç farkından veya dış ve iç ısı farkları ile sağlanır [12]. Pencere sistemlerinin, yeterli ve etkin biçimde doğal havalandırma sağlayabilmesi ve yapıyı soğutabilmesi, pencere yerleşimlerine, boyutlarına ve detaylarına bağlıdır [14].

Güvenlik

Pencere sistemleri yapı cephesinin zayıf noktalarıdır ve pek çok etmenden kolaylıkla etkilenebilmektedir. Yapılarda kullanılan pencere sistemleri bu etmen göz önünde bulundurularak seçilmeli ve tasarlanmalıdır.

Estetik

Opak duvar yüzeylerinde bulunan saydam açıklıklar, yapıların mimari karakteristiğinin belirlemesinde büyük önem taşımaktadır. Bütünün bileşeni olarak, yapılarda yer alan pencereler gerek yapı dış kabuğuyla gerekse iç mekan ile uyum içerisinde olmalıdır.

Taşıyıcılık

Pencere sistemi, rüzgar ve diğer yatay - düşey yüklere karşı dayanıklı olmalıdır. Taşıyıcılık özelliği açısından hatalı bir pencere sistemi pek çok tehlikeye ve yaralanmaya neden olabilir [4].

Kullanım Ömrü

Pencere sisteminin kullanım ömrü, sistemi meydana getiren bileşenlerin dayanıklılığına bağlıdır. Pencere sisteminde kullanılan hava sızdırmazlar, contalar, tercih edilen cam tipi, doğrama, hava kesicilerinin dayanıklılığı sistemin kullanım ömrünü artırmaktadır. Bu parçaların zaman içerisinde kullanım sonucu yıpranması ve parçalanması, aşırı hava ve su sızıntılarına sebep olarak tüm sistemin performansını ve hizmet ömrünü etkilemektedir [5].

Bakım-Onarım

Pencere sistemlerinin kullanım ömrünü artırmak ve sağlıklı bir şekilde kullanımını sağlamak için, düzenli olarak bakım ve onarımını gerçekleştirmek şarttır. Alüminyum, PVC veya kompozit olarak üretilen ahşap pencereler çok daha az periyodik bakıma gerek duymaktadır. Eğer pencere ahşap yapılacak ise, daha sonraki periyodik bakım için harcanacak güç ve para da seçim yaparken göz önünde bulundurulmalıdır. Ancak fabrikalarda üretilen ahşap pencere doğramaları, geleneksel boyalı olanlara oranla çok daha sağlam ve dayanıklıdır [15].

Sürdürülebilirlik

Pencere sistemlerinde ürün ve enerji açısından sürdürülebilirlik yanında, doğal kaynakların sürdürülebilirliği de önemlidir. Enerji kayıplarında, yapı cephelerinin saydam bölümlerini oluşturan pencerelerin etkisi diğer opak yüzeylere oranla daha fazladır. Yazın soğutma giderlerinde, kışın ise ısıtma giderlerindeki artışı azaltabilmek için pencere sistemlerinin enerji etkin şekilde tasarlanması gerekir. Pencere sistemlerinde kullanılan malzemelerin, kullanım ömrü, geri dönüşümlü oluşu, çevreye etkileri de sürdürülebilirlik açısından önemli faktörlerdir.

Ekonomiklik

Pencere sistem seçimlerinde, sistemin yapım ve kullanım maliyeti önemli bir ölçüttür. Seçilen malzeme, sistemin boyutu, detay çözümü gibi etmenler sistem maliyetini artırmaktadır. Ancak pencere maliyetlerinin değerlendirilmesinde ilk yatırım maliyeti pencere seçiminde tek başına bir ölçüt olarak ele alınmamalı, kullanım süresi maliyetleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Pencerelerin sadece ilk

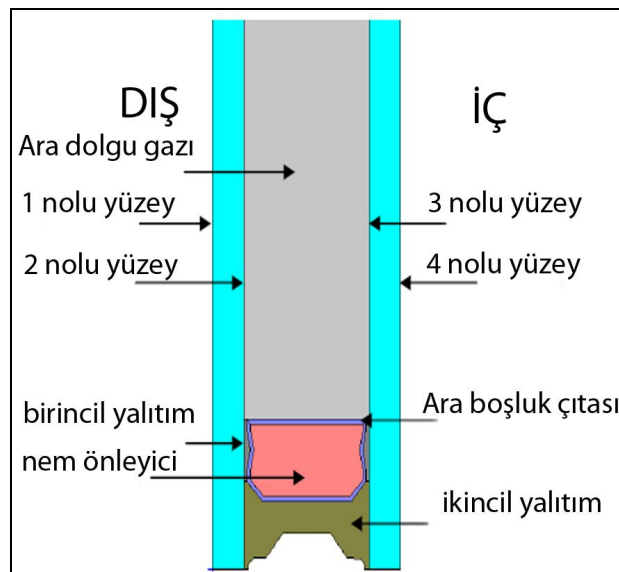
yatırım maliyeti değil, kullanım maliyeti de ekonomiklik açısından önemli ölçütlerdir.

2.2 Yalıtımlı Cam Ünitesi

Cam, içinde silisyum bulunan bir oksit karışımının yüksek ısıda eritilmesi ve bunu izleyen bir işlemle soğutulması sonucu elde edilen ve amorf olarak katılaşma özelliği gösteren bir malzemedir [16].

Karışımın tamamen homojen olması halinde saydam cam elde edilir. Esas şekil vericinin içinde dispersiyon halinde maddeler bulunması ve bu maddelerin yoğunluğu, ‘yarı saydam’ (ışık geçiren-görüş vermeyen) veya ‘saydam olmayan’ camlar serisini meydana getirir [16].

Yalıtımlı cam ünitesi, saydam yüzey dışında, cam katman sayısı, ara gaz malzemesi, ara boşluk çıtası, nem önleyiciler ve yalıtım malzemelerini de içermektedir. Şekil 2.2’de yalıtımlı cam ünitesi görülmektedir.



Şekil 2.2: Yalıtımlı cam ünitesi [7]

2.2.1 Cam Tipleri

Camlar, geçirgenlik, yansıtıcılık, emicilik ve farklı dalga boylarında ışıma gibi özelliklerine göre berrak, renkli, yansıtıcı vb. pek çok farklı tipte sınıflandırılabilir.

Çekme metodu, döküm ve haddeleme metodu, flotglas metodu gibi farklı üretim yöntemleri mevcuttur.

Günümüzde yapı endüstrisi güneş kontrolü ve ısı korunum düzeyi açısından camın performansının artırılmasına yönelik pek çok ürün seçenekleri sunmaktadır. Güneş kontrol camları güneş spektrumunun görülebilir alan, kızılötesi ve morötesi ışınımına karşı yansıtma, geçirgenlik ve emicilik özelliklerini denetleyerek iç ortam ısıl konforunun sürekliliğini sağlar. Isı korunumu sağlayan camlar ise, gerek cam ünitesinin ısıl direncini artırmaları, gerekse ışıma ile ısı geçişini azaltma özellikleri ile performansa katkıda bulunur [17].

2.2.1.1 Berrak Camlar

Çoğunluğu konut yapıları olmak üzere birçok pencere üretimi berrak camla gerçekleştirilmektedir [7]. Berrak camlar, günışığını en yüksek seviyede geçirir. Aynı zamanda güneş ısı kazanç katsayıları da oldukça yükseltir. Bu özellik berrak cam kullanılan sistemlerde, yaz aylarında yapının soğutma yüklerini artırırken, kış aylarında eğik gelen güneş ışınlarından maksimum düzeyde yararlanılmasını sağlar [14]. Temperli ve lamine camlar da bir çeşit berrak camdır.

Temperli Camlar

Camda gerçekleştirilen hızlı sıcaklık değişimi sonucu oluşan temperli camlar, ısıl gerilimlere ve darbelere karşı dayanıklıdır. Cam herhangi bir darbe sonucu kırıldığında iç gerilimi camın küçük, yuvarlak parçalara ayrılmasını sağlar. Bu özelliğiyle sert rüzgârların oluşturduğu basınç ve şiddetli ısınma - soğuma etkisindeki pencere sistemlerinde ve özellikle çerçevesiz sistemlerde kullanıma uygundur [18]. Temperli camlar, temperli olmayanlara göre iki kat daha dayanıklıdır [19].

Lamine Camlar

Lamine camlar, berrak camların polyvinil butyral (PVB) ara katmanlı kullanılarak ısı ve basınç yardımıyla birbirine bağlanmasıyla oluşan sandviç ürünlerdir. Lamine camlar darbelere karşı dayanıklı camlardır. Ancak kırılması durumunda yumuşak iç katman, parçaları bir arada tutarak dağılmalarını önler ve insanlarda oluşabilecek

yaralanmalar engellenir. PVB ara katmanı isteğe bağlı olarak renklendirilebilir veya çeşitli baskılar oluşturulabilir [18].

Dış mekan uygulamalarında, lamine cam kenarlarının hava şartlarından ve nemden etkilenip katmanlara ayrılmaması için çeşitli yalıtım maddeleriyle korunması gerekebilir. Ufak da olsa katman ayrılmaları camın sağlamlığından ödün vermesine sebep olacaktır [20].

2.2.1.2 Renkli Camlar

Bu tip camlar, rengine ve kalınlığına bağlı olarak, farklı oranlarda güneş ışınlarını bünyesinde emme yeteneğine sahiptir. Dış kabukta güneş kontrolüne yönelik olarak kullanılırlar. Tek cam uygulamalarında emilen ışının önemli bir kısmı iç ortama verildiğinden iç ortamda konforsuzluk yaratabilir. Cam tarafından emilen güneş ışınının iç ortama verilen yüzdesinin azaltılması ve camın ısıl direncinin artırılması için, genellikle boşluklu çift cam tercih edilir. Isıyı emen renkli cam dışta, renksiz cam içte kullanılır [17]. En çok bronz, gri, yeşil, mavi tonları tercih edilmektedir [19].

Farklı renkteki camların, ısı geçirgenlik değeri, yansıtıcılığı ve diğer fiziksel özellikleri farklılıklar gösterir [14]. Renkli cam kullanımı, berrak cam yüzeylerin neden olduğu parlamayı ve aşırı gün ışığı etkisini azaltır. Yani gün ışığı geçirgenlik değeri (Tvis) renkli cam kullanımıyla düşmektedir. Gün ışığı geçirgenlik değeri yeşil, mavi, bronz ve gri renkli camlar için en yüksekten en düşüğe doğru sıralanmaktadır. Renk koyulaşması doğal aydınlatma yeteneğinin azalmasına neden olur [17].

2.2.1.3 Yansıtıcı Camlar

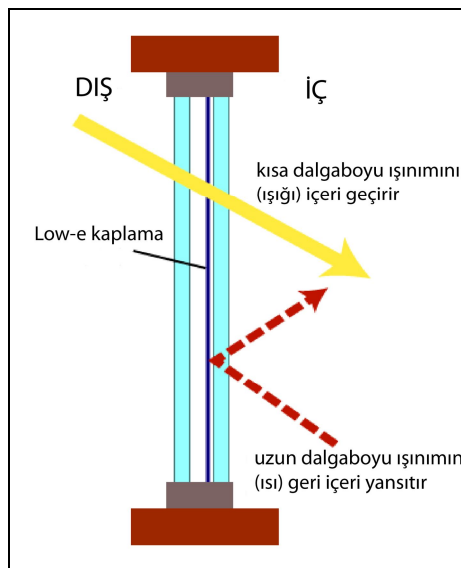
Yansıtıcı camlar güneş kontrolü açısından yüksek performansa sahip cam tipidir. Renkli veya düz cama uygulanabilen bu kaplamalar, mikron düzeyinde ince metalik film tabakası şeklindedir. Gümüş, altın, bronz gibi metalik renklerde olabilen kaplamaların ısı geçirgenlik değeri kalınlığına, yansıtıcılık değerine ve kaplamanın camda yerleştirildiği yere göre değişiklik göstermektedir [7].

Yansıtıcı camlar, gündüzleri dış mekandaki günışığının etkisiyle bir ayna gibi algılanır, geceleri ise iç mekanın aydınlatılmasıyla, koyu renk ama saydam bir hal almaktadır [18]. Bu özelliklerinden ötürü genellikle geceleri daha az kullanılmakta olan ofis yapılarında tercih edilmektedir.

Yansıtıcı camlar güneş ısı kazancını azaltırken, bunun yanında gün ışığı girişini de engellemektedir. Bu da yapılarda doğal ışık açısından yetersiz, karanlık, görsel konfor şartlarının sağlanamadığı iç mekanların oluşmasına neden olmaktadır. Bu tür camları olan yapıların yansıttığı güneş ışığı, karanlık caddeleri ve alanları aydınlatarak yararlı olurken, bazı durumlarda ise komşu yapılara, yaya ve motosikletlilere yaydığı ısı ve parlama sorunu sebebiyle zararlı da olabilmektedir [18].

2.2.1.4 Düşük Yayınlı Camlar (Low-e Kaplamalı Camlar)

Isı her zaman cam yüzeyinde ışınlım yoluyla sıcak yüzeyden, soğuk yüzeye doğru hareket eder. Cam iç yüzeyine yerleştirilen oldukça ince ve saydam Low-e kaplamalar ısı geçişinin büyük bir bölümünü engellemektedir. Böylece pencere sisteminde gerçekleşen toplam ısı akış değeri de düşmektedir [6] Low-e camların görünmez bölgede (kızıl ötesi) uzun dalga boylu ısı ışınlımını yansıtma, görünür bölgede ise berrak cam gibi davranarak güneş ışığını geçirmeleri en önemli özellikleridir. (Şekil 2.3)

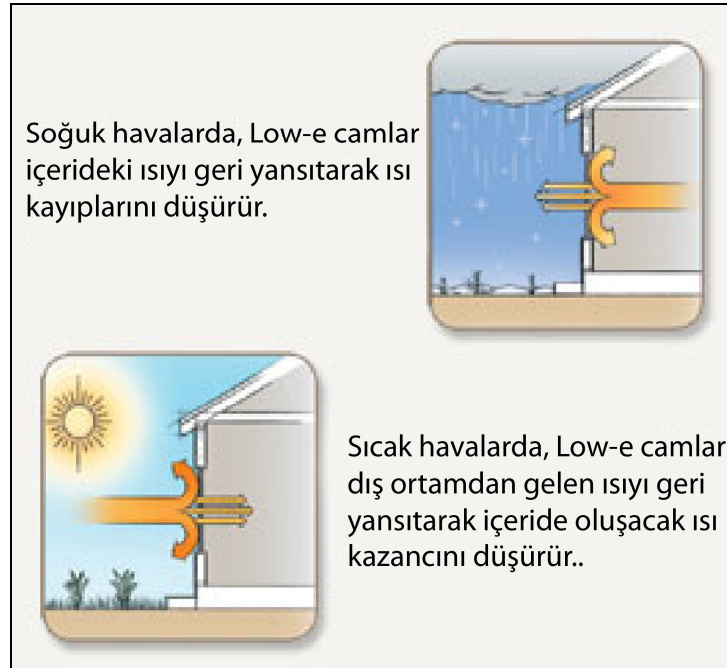


Şekil 2.3: Low-e kaplamalar

Bu camlar geliştirilmiş yalıtım değerleri sayesinde ısı kontrolü sağlarken, berrak cam gibi davranmaları nedeniyle de gün ışığı geçirgenlik düzeyi yüksektir. Yani sıcak havalarda, ışıktan ödün vermeden, güneş ısını da daha az içeri alarak soğutma giderlerinde tasarruf sağlarken, soğuk havalarda ise içerideki sıcak havanın geri içeriye yansıtılmasını, iç ortam sıcaklığının muhafaza edilmesini, ısı kaybının azalmasını ve ısıtma giderlerinden tasarruf edilmesini sağlar [7]. (Şekil 2.4)

Günümüzde kullanılmakta olan üç temel low-e tipi bulunmaktadır. İlki, sert kaplamalı, yüksek geçirgen low-e camlardır. Bunlar tipik olarak ısı kaybını düşürmek ve güneş kazancı sağlamak için tasarlanmışlardır. İkincisi, yumuşak kaplamalı tiplerdir. Bu kaplamalar ısı kaybını düşürürken bir miktar güneş kazancına izin verir.

Üçüncü tip ise, yine yumuşak kaplama olan *solar low-e* olarak da adlandırılan, *seçici geçirgen (spectrally selective)* az geçirgen kaplamalardır. Bu kaplamalar kışın ısı kaybını, yazın ısı kazancını düşürme özelliğine sahip olan low-e türüdür [7]. Tüm iklim koşulları ve yapı tipleri için amaca uygun seçici geçirgen cam tipi bulunmaktadır. Sıcak iklim bölgelerinde kullanıldığı gibi soğuk ve sıcak bir arada yaşayan iklim bölgelerinde de kullanılabilir.



Şekil 2.4: Low-e kaplamalarda gerçekleşen ısı hareketi

Farklı camlar farklı yayılım (emissivite) değerlerine sahip olabilmektedir. Camların yayılım değeri (e) düştükçe, ısı yalıtım özelliği artmaktadır. Örneğin berrak camın yayılım değeri 0.89; Low-e kaplamalı camın ise 0,02-0.35 arasındadır [21]. Gelişen teknolojiyle Low-e camların yayılım değerleri oldukça düşürülmüş ve bu şekilde ısı performansını yüksek cam ürünlerinin üretimi sağlanabilmektedir.

2.2.1.5 Gelişmiş Cam Tipleri

Gelişmiş cam tipleri, değişen iklim koşulları ve yapının gereksinimleri paralelinde optik özelliklerini değiştirerek, akıllı filtreler şeklinde davranan camlardır. Güneşten ısı kazancının istendiği dönemde güneşin ısı etki taşıyan ışınlarını geçirir, güneş kontrolünün istendiği dönemde bu ışınları yansıtır. Isıtma ve soğutma yükleri yüksek olan yapılarda mevsimlik değişimlere uyum sağlama yetenekleri nedeniyle önerilir. Bunun yanı sıra iç ısı kazançları yüksek olan, mevsimlik güneş kontrolünün büyük önem kazandığı yapılarda da kullanılabilir. Yüksek performanslarına karşın yüksek olan maliyetlerinin düşürülmesine yönelik çalışmalar halen devam etmektedir [17]. Başlıca tipleri, fotokromik, elektrokromik, termokromik, likit kristal camlardır.

Elektrokromik camlar, rengi gerektiğinde değişen enerji korunumunda etkin camlardır. Düşük voltta elektriğin cam yüzeyindeki mikroskobik incelikteki kaplamaya verilmesiyle depolanmış iyonlar hareketlenir ve camın rengi koyulaşmaya başlar. Elektrik akımı elle ya da algılayıcılar yardımıyla ışık yoğunluğuna göre ayarlanabilir [22]. Elektrik akımının kesilmesiyle camlar eski haline döner. Şekil 2.5 elektrokromik cam ünitesinin devre dışı ve devre içi olduğu hallerini göstermektedir.



Şekil 2.5: Elektrokromik camlar [23]

Fotokromik camlar, direkt gün ışığı altında renkleri koyulaşan cam tipleridir. Fotokromik camlar flot cam kullanılarak üretilene kadar, yapı uygulamalarında çok maliyetli olduğu için kullanılamamıştır [24].

Termokromik camlar, özellikleri cam yüzeyindeki sıcaklıklara göre değişen cam tipleridir. Cam katmanları, arasında yer alan jeller yardımıyla soğuk havada saydamken, sıcak havada beyazlaşıp yansıtıcı özelliğe sahip olmaktadır [15].

Termokromik bir pencere geliştirirken göz önüne alınacak başlıca ölçütler, dayanıklılığı, aktivasyon sıcaklığı, iletim değerleri ve renk değiştirdiği zamanki optik berraklığı olmalıdır [24].

Likit kristal camlar, ince plastik film üzerinde yer alan iki elektrik iletici arasındaki çok ince likit kristal katmanın, iki cam katmanı tarafından sarılmasıyla oluşmaktadır [15].

Sistem kapalıyken, likit kristaller düzensiz halde bulunmaktadır. Bu durum ışığın yayılmasına ve buna bağlı olarak da görüşün engellenip mahremiyet sağlanmasına sebep olmaktadır. Işığın yayılması güneş ısı kazanç katsayısının artması demektir.. Devre çalıştırıldığında, likit kristaller düzenli bir hal alır ve cam berraklaşır böylece her iki yönde görüş sağlanır [15].

2.2.2 Cam Katman Sayısı

Pencere sistemini meydana getiren cam tipleri bölüm 2.1.1’ de ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Bu cam tipleri ile oluşturulan cam üniteleri tek cam kullanılarak gerçekleştirilebildiği gibi iki veya üç katmandan da oluşturulabilmektedir. Tek cam kullanımı genellikle pencere sisteminden sağlanacak faydanın önem taşımadığı, yani ışık geçirgenliği, ısı kazancı ve ses yalıtımı açısından pencereden yüksek performans beklenmediği durumlarda kullanılmaktadır [19].

Boşluklu çift cam üniteleri iki ayrı cam katmanının birbirine paralel biçimde kullanılmasıyla oluşmaktadır. Cam katmanları birbirinden cam çitası ve yalıtım malzemeleriyle ayrılmaktadır. Enerji kontrolünün önem taşıdığı yapılar başta olmak üzere pek çok yapı tipinde tercih edilmektedir [19,7].

2.2.3 Ara Gaz Malzemesi

Çok katmanlı cam ünitelerinde ara boşluğu doldurmak amacıyla çoğunlukla kuru hava kullanılmaktadır. Daha iyi ısıl performans sağlayabilmek amacıyla iletkenlik değerleri daha düşük olan Argon (*Ar*), Karbondioksit (*CO₂*), Xenon (*Xe*), Kripton (*Cr*), Sülfürhexaflorür (*SF₆*) gazları da tercih edilebilir [9]. Bu gazların %5 hava + %95 argon, %5 hava + %95 kripton, %12 hava + %22 argon +%66 kripton gibi karışımlar olarak kullanımı da mevcuttur.

Cam katmanları arasındaki boşluk kalınlığı değişken olabilmesine karşın, hava veya argon içeren ünitelerde optimum yalıtım boşluğu 12 mm lik gaz katmanıdır. Boşluk genişledikçe, boşluk içerisinde gerçekleşen konveksiyon (taşıma) yoluyla ısı geçişi artmaktadır. 9 mm altına düştüğünde ise konduksiyon (iletim) yoluyla ısı geçişi artmakta ve U - değeri hızla yükselmektedir. Kripton gazı kullanılması durumunda optimum ara boşluk kalınlığı 6 mm olmaktadır. Özellikle üç katmanlı üretimlerde kesit kalınlığını azalttığı için en iyi tercih kripton gazıdır [7].

2.2.4 Ara Boşluk Çıtası

Çift veya üçlü camlama ünitelerinde, katmanlarını birbirinden ayıran ve kenar contası görevi gören tüm cam kenarlarını dönen sürekli parçalardır. Genellikle metal malzeme kullanılarak üretilen çıtalar, yüzeyler arası ısı transferini artırmaktadır. Bu nedenle düşük iletim değerlerine sahip vinil ve fiberglas malzemeler tercih edilmelidir [9].

Ara boşluk çıtası, iki cam katmanından, hem strüktürel destek, hem de nem bariyeri sağlayan organik sızdırmaz contalarla ayrılmaktadır. Çıta çevresinde kullanılan sızdırmazların (yalıtım) uygulanaşına göre tek sızdırmazlı ve çift sızdırmazlı üniteler mevcuttur. Tek sızdırmazlı üniteler, genellikle bütıl esaslı olan organik malzemenin hem cam katmanlarını bir arada tutmak hem de nem yalıtımı sağlamak için çıta çevresini sarmasıyla oluşmaktadır. Çift sızdırmazlı üniteler ise, birincil ve ikincil olarak adlandırılan sızdırmazlardan oluşur. Genellikle bütıl malzemedan üretilen birincil sızdırmazlar, gaz kaçışını ve nem oluşumunu engellemek amacıyla cam ve çıta arasında bulunur. İkincil sızdırmazlar ise, genellikle silikon malzemedan üretilir

ve cam ünitesine strüktürel sağlamlık sağlar [7]. Çift sızdırmazlı ürünler, tekli ürünlere göre çok daha uzun ömürlüdür [25]. (Şekil 2.6) (Şekil 2.7)



Şekil 2.6: Tek sızdırmazlı cam ünitesi

Şekil 2.7: Çift sızdırmazlı cam ünitesi [2]

Boşluk çitasının genel üretim boyutları, 6 ile 20 mm arası boşluk sağlayabilmek için 5.5 ile 19.5 mm arasındadır. Ahşap ve çelik pencere sistemleri için daha dar, PVC ve alüminyum sistemler için ise daha geniş boyutlarda üretilmektedir [25].

Ara boşluk çitalarının içinde, cam iç yüzeylerinde oluşabilecek nemi emen kurutucu maddeler bulunmaktadır. Çitanın görünür yüzünde bulunan mikro geçirgen gözenekler yardımıyla nem tutucu malzemeler, oluşan nemi emer [25].

2.3 Doğramalar

Pencere sistemlerinin önemli alt bileşenlerinden olan doğramalar, geçmişten günümüze insan ihtiyaçları ve teknolojiye paralel olarak sürekli gelişimini sürdürmüştür.

Doğramada kullanılan malzeme türü ile yapım tekniği,

- Boyut
- Direnç
- Görünüş
- Yalıtım
- Dayanıklılık
- Bakım
- Yatırım

açısından önemli farklılıklar gösterir. Bu bakımdan doğrama seçiminin, yapı türüne ve ekonomik olanaklara bağlı şekilde yapılması gerekir [16].

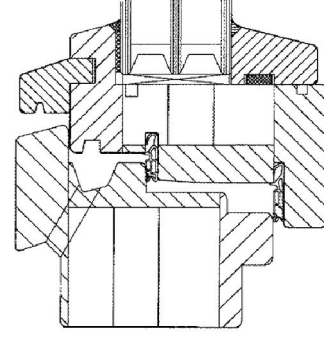
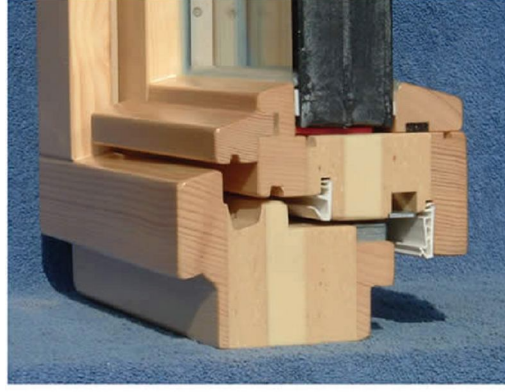
2.3.1 Doğrama Malzemeleri

Pencere sistemlerinde çok büyük öneme sahip olan doğramalar, pek çok farklı malzemedен üretilmektedir. 17. yy’ın ikinci yarısına kadar doğramalarda sadece ahşap kullanılmıştır. Endüstri Devrimi’ ni izleyen 1880 li yıllarda, elik üretiminin daha pratik ve ekonomik bir hal almasıyla, kullanışlılıktan çok estetik sebeplerle, oldukça küçük kesitlerde uygulanan elik pencereler görülmektedir. İnce kesitli elik pencereler 19.yy ‘ın sonu ve 20.yy’ ın başlarında çağın yeni tercihi halini almıştır. Bu erken dönem elik doğramalar boyanarak korunmaktadır ancak bu yöntem paslanma ve aşınma karşısında başarılı değildir. Ayrıca sıcak haddeleme metodu ile şekillendirilen çelikten elde edilen kesitler sınırlıdır. Alüminyum ilk olarak 1930 larda çeliğin yerine kullanılmaya başlanmıştır. 20.yy ortalarına gelindiğinde ise ilk olarak Almanya’da kullanılmaya başlanan plastik doğrama hızla yaygınlaşmıştır [25].

2.3.1.1 Ahşap Doğramalar

Ahşap pencereler, ahşabın olumlu özellikleri nedeni ile asırlardır kullanılmış, bugün de aynı kullanım değerini koruya gelmiştir. (şekil 2.8)

Ahşap, el veya makinede çalışması ve şekillendirilmesi kolay bir malzemedir. Sağlam bir malzeme olan ahşap ısıl özellikleri açısından da iletken değildir [25]. Isı kaybı az olduğundan, ısıtma masrafının azalmasına yardımcı olur. İ hacim rutubeti ne olursa olsun, ahşap yüzeylerinde su buharı yoğuşmasına çok rastlanmaz. Ahşap pencere iyi korunursa, hava etkileri ile değişmez, yağmura, güneşe, havadaki çeşitli gazlara, soğuk ve sıcağa dayanıklıdır, hafiftir, gereği kadar serttir. Ahşap, diğer malzemelerle kolaylıkla birleştirilebilir [12].



Şekil 2.8: Ahşap doğrama [26]

Ahşap tüm bu yararlı özelliklerine rağmen büzülme ve şişmeye yatkın bir malzemedir. Eğer dış etmenlere karşı korunmazsa, zaman içerisinde deforme olur ve çürür. Ancak çürümeye ve küfe karşı dayanımını artırabilmek için koruyucu kimyasal işlemlerden geçirilebilmektedir. Boyayarak ya da ahşap dışında suya dayanımı fazla olan alüminyum vinyl veya fiberglas bir malzemeyle kaplayarak ahşabı korumak mümkündür [27,28].

Olumsuz koşullara karşı başarılı bir sonuç alınması için uygun nitelikte bir ahşabın seçilmesi ve iyi bir şekilde korunması zorunludur. Ahşap doğramaların çoğunluğu Baltık sekoya ağacı, kızılçam ve köknar gibi yumuşak özellikli ağaçlardan elde edilir. Ayrıca çıralı çamlar serisi ile doku ve kitle yoğunluğu bakımından yerli ağaçlardan meşe, tropikal bitkilerden; limbo, sipo, niangon, okume, iroko, maun, teak v.b.g. ahşap türleri de pencere doğraması için uygun ağaçlardır [16,25].

Ahşap, yer aldığı ortamın nemlilik derecesine uygun bir nem derecesinde seçilmelidir. Ahşabın monte edilmesi sırasında bünyesindeki nem oranı oldukça önemlidir. Doğrama yapımında kullanılan ahşap genellikle az çalışır türden olmalıdır. Aksi takdirde doğramada meydana gelen boyutsal değişimler boşlukların açılmasına ve suyun bu açıklıklara etki ederek nemi artırıp, ahşabın çürümesine sebep olur. Çekme katsayısı 0.30' un altında kalmalıdır, ahşap bozucu etkilere (böcek, parazit, vs.) karşı doğal olarak iyi bir direnç gösteren nitelikte olmalıdır [16,25].

Ahşap doğrama üretiminde kesinlikle hasarlı, çürümüş ahşap kullanılmamalıdır. Ahşabın lifleri eğri olmamalı içinde reçine keseleri bulunmamalıdır [12]. Bu özelliklere dikkat edilmesi, geleneksel bir malzeme olan ahşabın doğramalarda oldukça iyi sonuçlar vermesini, uzun ömürlü ve sağlam olmasını sağlar.

Son yıllarda lamine ahşap parçaların bir araya gelmesiyle, fabrikasyon olarak üretilen ahşap doğramalar yaygın kullanım alanı bulmaktadır.

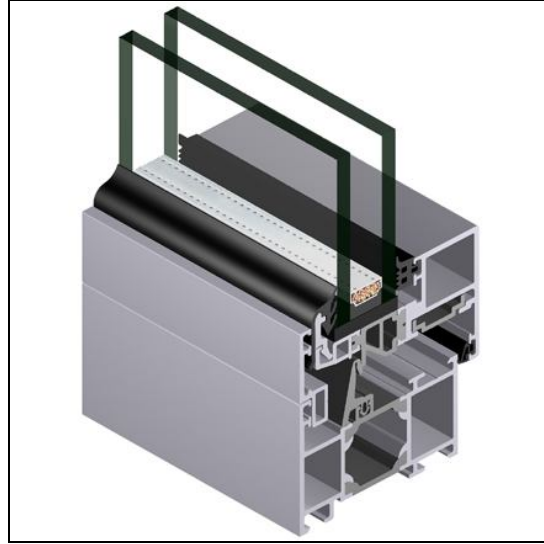
2.3.1.2 Alüminyum Doğramalar

Alüminyum genellikle yapıda, pencere, giydirme cephe, çatı pencereleri gibi sistemlerde kullanılmakta olan bir malzemedir. Doğramalarda genellikle alüminyum alaşımları kullanılmaktadır. Metal bir malzeme olarak alüminyum, diğer bir metal olan çeliğe benzer davranan, ancak aynı kuvvet uygulandığında çelik kadar mukavemetli olmayan bir malzemedir. Bu nedenledir ki aynı yük karşısında kullanılacak olan alüminyum ile çelik kesiti arasında ölçüsel farklar vardır [29].

Alüminyum pencereler erimiş alüminyumun kalıplarda tekrardan şekillendirilmesiyle üretilir. Üretilen profiller temizlendikten, standart ölçülerinde kesilip hazırlandıktan sonra paketlenir ve pencere üreticilerine gönderilir [19].

Alüminyum doğramalar ahşaba göre daha uzun ömürlüdür. Hafif, dirençli ve kullanışlıdır. Bakımı basit ve kolaydır. Yılda bir veya iki defa sabunlu veya deterjanlı suyla temizlemek yeterlidir. Kolay işlenir ve birleştirilebilir. [16,27].

Alüminyum doğramalar sıcaklık değişimlerine bağlı olarak ani genleşme ve büzülme yaşayabilir. Bu etki cam üzerinde basınç oluşumuna sebep olur. Eğer bu basınç aşırı olursa camda çatlaklar meydana gelebilir. Buna karşın, alüminyum doğramalar, ahşapla karşılaştırıldığında, büyük açıklıklar geçebilmesi, farklı şekillerinin üretilmesi, farklı renk uygulamaları ve bakım kolaylığı açısından daha avantajlıdır [30]. (Şekil 2.9)



Şekil 2.9: Alüminyum doğrama [31]

Alüminyum doğramanın en olumsuz yönü ısı geçirgenlik değerlerinin yüksek oluşudur. Bu nedenle soğuk iklimlerde, alüminyum doğramanın iç yüzeyinde oluşan nemin doğramada yoğunlaşarak donacak seviyede soğuması oldukça önemli bir sorundur. Isı yalıtım performansı yüksek alüminyum doğramaların gelişmesine ısı kaybının yanı sıra, oluşan bu yoğunlaşma problemi de neden olmuştur [7]. Bugün ilerleyen teknoloji sayesinde alüminyum doğramalar ısı bariyerli olarak üretilmektedir. Isı bariyerli doğramalar, ısı iletimi düşük bir malzeme tarafından birbirine bağlanan iki ayrı parçadan oluşur. Bu ısı tutucu yardımıyla alüminyum pencerenin iç yüzeyi sıcak ve kuru kalır. Böylece sadece bir enerji korunumu değil, aynı zamanda bir sağlık korunumu da sağlanmış olur. Çünkü terleme yapan doğramalar küf oluşumuna neden olmaktadır. Bu nedenle terleme olasılığı olan iklim bölgelerinde bu tür yalıtımlı alüminyum doğramalar tercih edilmelidir [28].

Atmosfer etkisi ile yüzeyde metale iyice yapışan onun dış ortamla bağlantısını kesen, koruyucu nitelikte ince bir oksit katmanı meydana gelir. Kendiliğinden oluştuğunda estetik açıdan uygun sonuç vermeyen bu olayın, kontrollü şekilde sağlanması alüminyum doğramaya üstün bir görünüş kazandırır. Yüzeyleri çeşitli işlemlerle hazırlanan profillere genellikle elektrolitik anodizasyon uygulanır. Belirli bir süre sonunda yüzeyde meydana gelen, aynı kalınlıkta, düzgün ve sert alümin katmanı, metali dış etkilere karşı korur. Bu katmanın normal atmosferde en az 10 mikron, tuzlu veya kirli atmosferde en az 20 mikron kalınlığında tutulması zorunludur. Eloksoz işlemi genellikle profillerin kaynar suya batırılıp dinlendirilmesi işlemi ile

tamamlanır. Kaynar su alümin hücrelerinin şişmesine, dayanışmasına yol açarak, yüzeyin kesin bir geçirmezliğe kavuşmasını sağlar [16]. Bu işlem malzeme yüzeyinin korozyona bağlı olarak parlaklığını yitirmesini ve zarar görmesini de engellemektedir [25].

2.3.1.3 Vinil Doğramalar

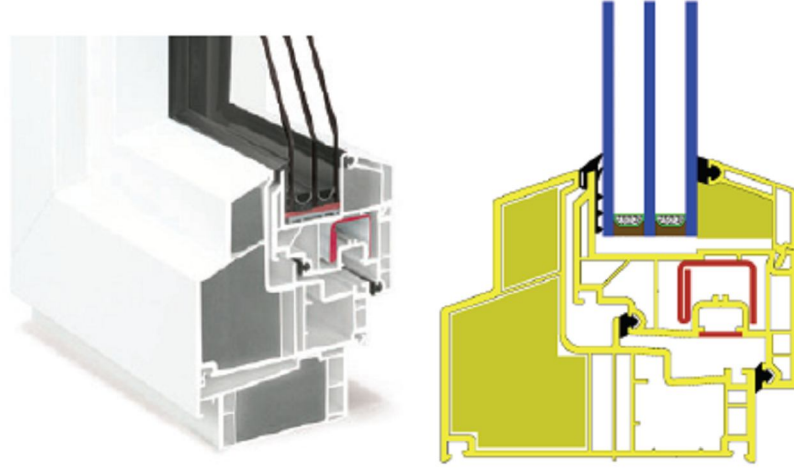
20. yy başlarında ilk olarak sentetik reçineden elde edilen, bakalit üretimiyle başlayan plastik malzeme teknolojisi, oldukça büyük bir hızla ilerlemiştir. Yaşanan gelişmeler bileşimi etkilemiş ve bugün yapılarda ve çeşitli ev ürünlerinde kullanılan polimer adı verilen gelişmiş sentetik plastik çeşitlerine ulaşılmıştır. Polimer yani diğer bir deyişle polyvinyl-chloride (PVC) pencere üretiminde de kullanılmaktadır. Doğramalar katı durumdaki malzemenin ısıtılarak yumuşatılması, daha sonra kalıba dökülerek, doğrama profillerinin basınçla şekillendirilmesiyle oluşur. İstenilen boşluk ve doluluk oranlarında şekillendirilebilmektedir [25].

PVC diğer malzemelere göre sağlamlık ve rijitlik açısından daha başarısız bir malzemedir. Sıcaklık değişimiyle genleşme ve büzölmelerin meydana gelmemesi, deformasyonların önlenmesi ve doğramanın sabitlenmesi için doğrama, galvanize çelik veya alüminyumdan yapılan taşıyıcılarla desteklenir. Güvenlik ve sağlamlık için tüm PVC pencerelerde destek sacları kullanılmaktadır [25].

Hafifliği, uzun ömürlü oluşu, büyük yalıtım gücü, istenilen dirence ulaşması, kolay işlenmesi ve biçimlenmesi, hem strüktür hem dolgu olarak kullanılması, bakım kolaylığı, seri üretime yatkınlığı, yatırım maliyetini karşılaması, yapı sektörünün bu malzemeyi çağın malzemesi olarak tanımlamasına yol açmıştır [16,30].

Vinyl pencereler boyanamaz, doğramanın rengi önceden seçilebilir fakat değiştirilemez. Malzemenin ana rengi kirli beyaz, malzemenin kullanım ömrü boyunca maruz kaldığı ultra viyole ışınlarına karşı değişmeden aynı kalabilir. İsteğe bağlı olarak PVC malzeme renklendirilebilir. Renklendirme işlemi tüm plastiğe uygulanabildiği gibi doğramanın sadece yüzeyi de renklendirilebilir. Ancak zaman içinde rengin solabileceği de unutulmamalıdır. Özellikle koyu renkler güneş ışınlarından daha kolay etkilenecek solar ve renklerini kaybeder [25,27]. Ayrıca

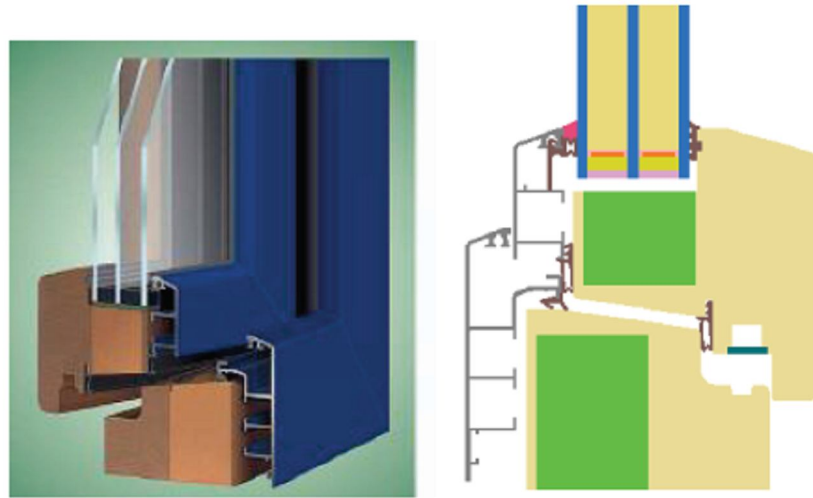
plastığın uzun ömürlü bir malzeme olması sebebiyle kolay yok olmaması ve çevreye zarar vermesi en büyük dezavantajdır. (Şekil 2.10)



Şekil 2.10: Vinil doğrama [32]

2.3.1.4 Kompozit Doğramalar

Gelişen teknolojiye paralel olarak, farklı doğrama malzemelerinin bir arada kullanımı ile üretilen, kompozit doğramalar ortaya çıkmıştır. Özellikle ahşap doğramalar, dış yüzey bakım ihtiyacını düşürmek amacıyla alüminyum vinil, veya fiberglas ile kaplanmaktadır [7]. (Şekil 2.11) Diğer malzemelerden üretilen kompozit doğramalar mevcuttur.



Şekil 2.11: Kompozit doğrama (ahşap-alüminyum) [32]

2.3.1.5 Diğer Doğramalar

Doğramalarda çelik kullanımı da mümkündür. Çelik, az oranda (%0.5-1.5) karbonla birleşmiş demirdir. Doğramada normal çelik, galvanize çelik, korten çelik ve paslanmaz çelik gibi farklı türler kullanılabilir [3].

Çelik, alüminyum, ahşap ve PVC malzemelerin hepsinden daha sağlam bir malzemedir. Ancak ağır olması, bakım ve işçilik zorluğu sebebiyle diğerleri kadar yaygın kullanılmamaktadır [27].

Doğramaları, iki değişik polimer malzeme olan fiberglas ve fiberglas malzemeyle desteklenmiş polyesterden üretmek mümkündür [7]. Fiberglas doğramalar pek çok yönüyle vinil doğrama özelliklerini göstermektedir. Ancak daha sağlam ve dayanıklıdır. Ayrıca kolaylıkla geri dönüşen bir malzemedir [32].

2.3.2 Doğrama Geçirimsizlik Bileşenleri

Yapı kabuğunda yer alan pencereler sürekli dış etkilere maruz kalmaktadır. Hava, su, nem, rüzgar gibi dış ortam şartlarından iç mekanın etkilenmemesi için doğramalarda geçirimsizlik sağlayan çeşitli ürünler kullanılmaktadır.

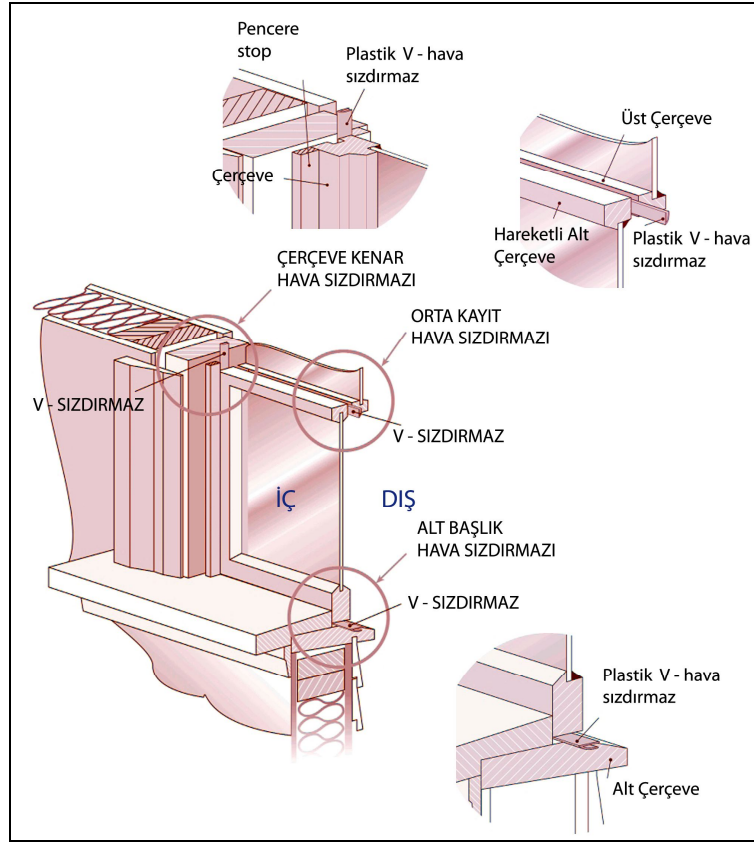
Cam - Doğrama Arası Geçirimsizlik Bileşenleri

Cam ünitesini, doğrama içine sabitlemek ve oluşabilecek infiltrasyon ve nem etkisini önleyebilmek için cam ve doğrama birleşimleri contalarla çevrelenmektedir. Eskiden çok tercih edilmekte olan bezir yağı esaslı cam macunlarının yerini, günümüzde vinil veya bütül esaslı malzemeler almıştır [33].

Doğrama - Doğrama Arası Geçirimsizlik Bileşenleri

Doğramalarda yer alan, elastik malzemelerden üretilen şerit şeklindeki, hava sızdırmazlar doğrama etrafını çevreleyerek burada dıştan içe gerçekleşen hava akımını azaltır. Vinil, polipropilen, neopren, metal başlık, polivinil gibi malzemelerden yapılabilir [34]. İçeriye doğru gerçekleşen hava akımı karşısında sızdırmaz conta vazifesi gören bu ürünler, rüzgar etkisiyle doğramaya etki eden yağmur akışını da engeller. Kasa ve kanat arasına sıkıştırılıp sabitlenir. Genellikle

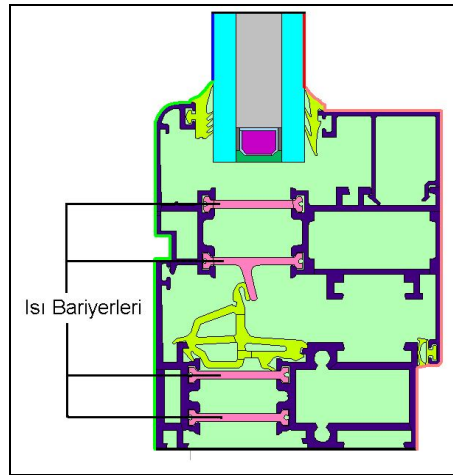
eski pencerelerde naylon filamentten oluşan şeritler de kullanılmaktadır [25]. Şekil 2.12’te bir giyotin pencerede kullanılan hava sızdırmazlar görülmektedir.



Şekil 2.12: Giyotin Pencereye Ait Hava Sızdırmazlar [35]

Doğrama İçi Geçirimsizlik Bileşenleri

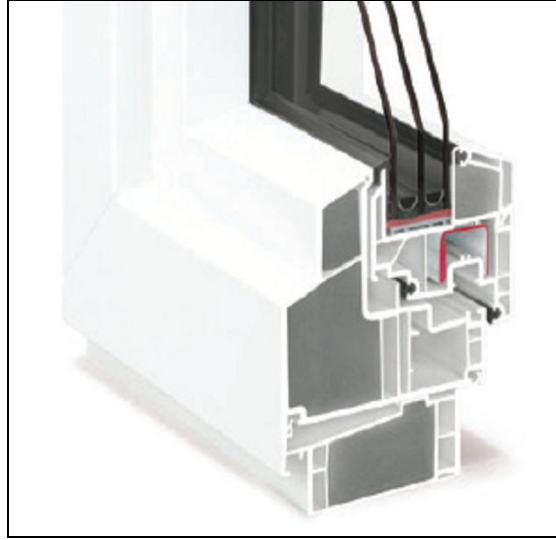
Alüminyum doğramalarda, iki alüminyum parçasını birbirinden ayırarak ısıl geçirimsizlik sağlayan, ısı köprüsü oluşumunu önleyen ısı bariyerleri doğrama içi geçirimsizlikte oldukça önemlidir. Bu bariyerlerden ısıl açıdan başarılı olmalarının yanında, iki alüminyum doğrama parçasını tutmaları dolayısıyla oluşan kuvvete dayanabilecek kadar sağlam olmaları da beklenmektedir. Bu iki özelliği sağlayabilmesinden ötürü en çok tercih edilen malzeme %25 fiberglas içeren polyamiddir [36]. Şekil 2.13’de alüminyum doğramaya ait ısı bariyerleri görülmektedir.



Şekil 2.13: Alüminyum doğramaya ait ısı bariyerleri

Gelişmiş doğrama uygulamalarında, sistemi ısıl açıdan iyileştirmek amacıyla ek malzemelerin kullanıldığı görülmektedir. Alüminyum, PVC, ahşap gibi tüm doğrama tipleriyle beraber kullanılabilen bu malzemelerin başlıcaları poliüretan (PUR), polietilen (PE), polipropilen (PP) dir. (Şekil 2.13)

Bu malzemelerin pencere sisteminin ısı performansına oldukça büyük katkısı bulunmaktadır. Ancak bu malzemelerin bazıları tehlike içerebilmektedir. Örneğin PUR yandığı zaman açığa çıkan hidrojen siyanür (HCN) gazı çok zehirlidir. Genellikle hidrojen siyanür (HCN) gazı, bünyesinde nitrojen (N) içeren plastiklerin yanması sonucu ortaya çıkan dumanda yer almaktadır. Bunun yanında polietilen (PE), polipropilen (PP) gibi düşük iletkenliğe sahip polimer köpükler karbon ve hidrojen dışında katkı maddesi içermemektedir. Yangın sırasında sadece CO₂ salınımı yaparlar. Bu sebeptir ki, ısı değerlerinin başarılı olmasından dolayı günümüzde çok kullanılan PUR malzemesi yerine PE ve PP gibi malzemeleri tercih etmek gerekmektedir [26]. (Şekil 2.14)



Şekil 2.14: PUR kullanılan yüksek yalıtımlı PVC pencere [26]

2.3.3 Doğrama Sabitleme Bileşenleri

Pencerelerin, duvar boşluğundaki yerlerine sabitlenebilmeleri için, öncelikle taşıma ve mesafe takozlarının yerleştirilmesi ve pencere sisteminin gönyesinde olmasının sağlanması şarttır. Taşıma ve mesafe takozları genleşmeye mani olmayacak şekilde yerleştirilmelidir [37].

Doğramaların sabitlenmesinde duvarın durumuna göre dübel, ankraj veya özel dübel kullanılabilir (örneğin delikli tuğla ve gaz betonda özel dübel kullanılır).

Tespit malzemeleri yükleri yapı elemanlarına aktarabilecek güçte olmalıdır. Tespit malzemeleri planlamada ve ölçü belirlenmesinde aşağıdaki faktörler dikkate alınmalıdır [38].

Kendi ağırlığı:

- Cam yükü (kanat yapısı ve açılış şekli önemlidir)
- Ek yükler (Güneşlik v.s)

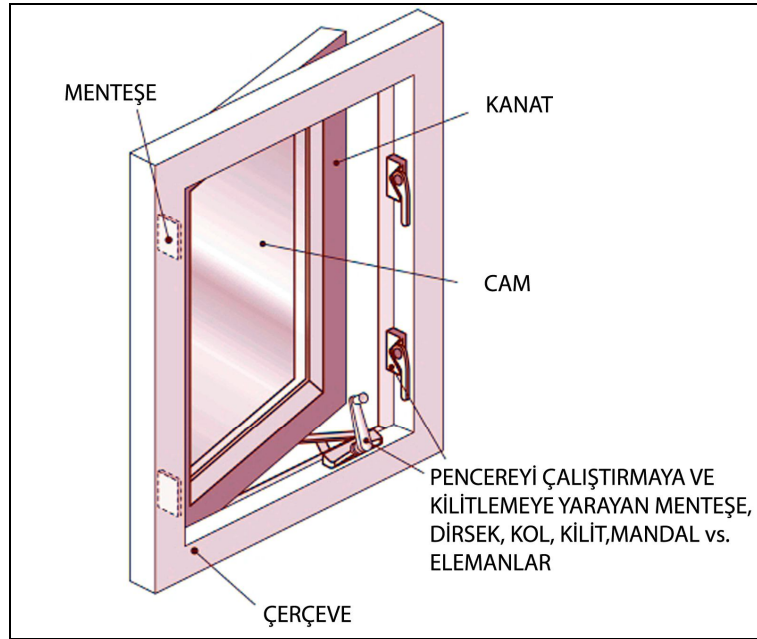
Hareketli yükler:

- Rüzgar (Pencere boyutları, takıldığı katın yüksekliği)
- Ek yükler (Bir kişinin kanada asılması, açıp kaparken çarpmalar, itmeler)

Sabitlenen pencere sisteminin iç ortam tarafında kalan derzleri doldurulmalıdır. Uygun malzeme taş yünü, cam yünü ve elastik dolgu malzemesi olabilir [38].

2.3.4 Doğrama Birleşim ve Bağlantı Parçaları

Pencere sisteminde, cam ve doğrama dışında pencere takımı olarak adlandırılan parçalar yer almaktadır. Pencere takımı, çivi, cıvata, vida, küçük demirler ve çeşitli sabitleyici parçaların yanı sıra, pencere bitiş takımı olarak da adlandırılan farklı işlevleri olan ve genellikle doğramaya sonradan eklenen, kol, menteşe, kilit, mandal, kilit dili gibi parçaları da içerir [34]. Pencere sisteminde kullanılacak olan birleşim ve bağlantı parçalarının seçiminde, pencere sistemi, pencere boyutu, kanat açılımı, kilitleme sistemi gibi etmenler rol oynamaktadır. (Şekil 2.15)



Şekil 2.15: Pencere sistemi birleşim ve bağlantı parçaları [35]

2.4 Güneş Kontrol Araçları

Toplam güneş yükü doğrudan, yaygın ve yansımış ışınım olmak üzere üç etkiyi kapsar. Güneşle pasif ısıtma istenmediği zamanlarda, pencerenin bu üç etkiden de korunması gerekir. Güneş ışınlarından korunmak amacıyla pek çok farklı özellikte güneş kontrol araçları geliştirilmiştir.

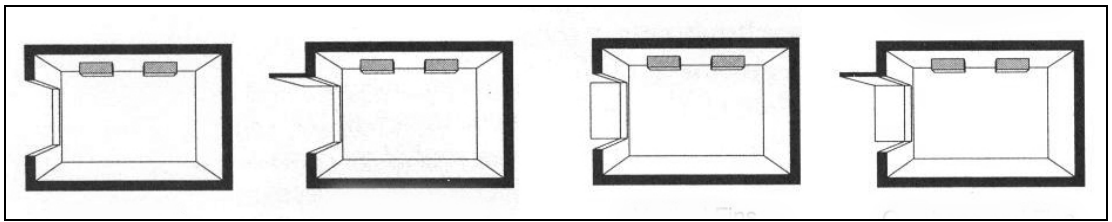
Güneş kontrol araçlarının tipi, boyutu, yerleşimi, pencereye doğrudan, yaygın ve yansımış şekilde gelen güneş ışınlarının değerlerine bağlı olarak belirlenir.

Dış Güneş Kontrol Araçları

Pencerelerdeki güneş ısı yükünü azaltmanın en etkin yolu, güneşten doğrudan gelen ışınımı daha cama ulaşmadan önce kesmektir. Dış tarafından tamamıyla gölgelenmiş pencereler, güneş ısı kazancını %80 değerine kadar azaltabilir [6].

Güneş kontrol araçları, sabit veya hareketli olabilmektedir. Sabit olanlar genellikle yapı strüktürünün ayrılmaz paçalarıdır. Yapı inşa edilirken, güneş ışınlarının günlük veya yıllık geliş açılarına bağlı olarak tasarlanmaktadır. Sabit olmalarından ötürü değişen gölgeleme gereksinimlerinin tümüne cevap vermeyi garanti edemezler. Buna rağmen doğru tasarlandığında oldukça iyi performans göstermektedir [14].

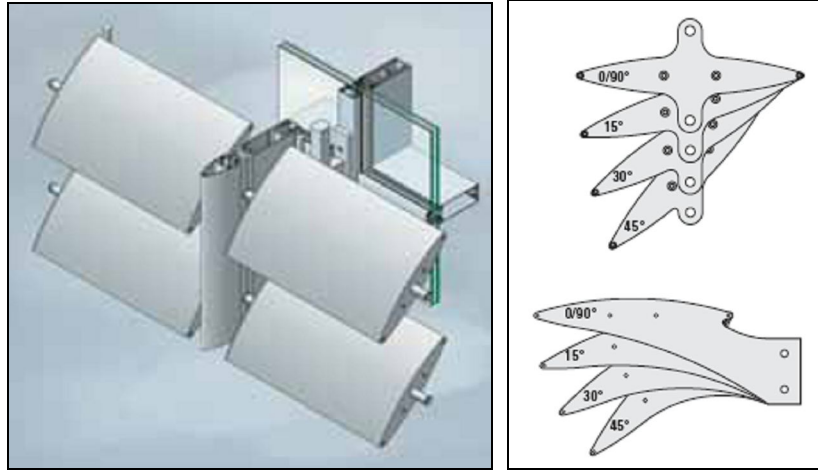
Çatı çıkmaları, yatayda ve düşeyde oluşturulan çıkıntılar sabit güneş kontrol araçlarıdır. Kuzey yarımkürede, baharın sonlarına doğru, yazın ve kışın ilk ayları esnasında yatay çıkmalar güney, güneydoğu ve güneybatı cephelerindeki güneş ısı kazancını büyük ölçüde azaltır. Bütün yıl boyunca doğu ve batı cephelerinde, güneş yükseklik açısının genellikle çok küçük olmasından dolayı, yatay çıkmaların etkin olabilmesi için aşırı derecede uzun olması gerekir [6]. Bu nedenle doğu ve batı yönünde düşey çıkmalar uygulanır. Hem düşey hem yatay elemanlardan oluşan grid güneş kontrol araçları da mevcuttur. (Şekil 2.16)



Şekil 2.16: Sabit dış güneş kontrol araçları [4]

Hareketli güneş kontrol araçları, değişen gölgeleme ihtiyaçlarına ve güneş hareketlerine göre ayarlanabilen araçlardır. Sabit araçlara göre çok daha iyi performans sergilemektedir. Günlük veya mevsimlik olarak pozisyonları ayarlanmalı ve bakımları düzenli olarak yapılmalıdır. Hareketli güneş kontrol araçlarının içe veya dışa uygulamaları mevcuttur [14].

Hareketli araçlar, içlerine yerleştirilen mekanizmalar yardımıyla istenilen pozisyonda ayarlanabilmektedir. Sistem motor kontrolleri lokal olarak yapılabilceği gibi bir ana merkezden de gerçekleştirilebilir. Kontrol iki farklı şekilde sağlanabilmektedir. İlki güneş yoğunluğunu ve açısını izleyerek, uygun pozisyonu alması, ikincisi ise içeriye yerleştirilen ışık algılayıcısı yardımıyla uygun ışık düzeyine göre sistemin otomatik olarak çalışmasıdır [39]. Hareketli dış güneş kontrol araçları Şekil 2.17’de görülmektedir.



Şekil 2.17: Hareketli dış güneş kontrol araçları [40]

İç Güneş Kontrol Araçları

Bir yapıda dış güneş kontrol araçları kadar, içeride kullanılan perde, stor ve jaluziler de güneş kontrolü açısından büyük önem taşımaktadır. İç güneş kontrol araçları, dış güneş kontrol araçlarına göre oldukça düşük maliyetlidir. Değişen gereksinimleri karşılayabilecek şekilde ayarlanabilir ve hareketlidir. Gölge oluşturmaları dışında, mahremiyet ve izolasyon sağlamaları, parlamayı engellemeleri ve ayrıca iç mekana estetik açıdan kattıklarından ötürü önemlidir [41].

Cam Katmanları Arası Güneş Kontrol Araçları

Çift cam katmanları arasındaki hava boşluğunda yer alan güneş kontrol araçlarıdır. En yaygın uygulama şekli, cam katmanları arasına yerleştirilen ve cam açma gereği duyulmadan ayarlanabilen jaluzilerdir. Diğer bir yöntem ise iki cam arasında stor kullanılarak gerçekleştirilen güneş kontrolüdür. Ancak güneş ışınlarının istenildiği

kadarını içeri alma konusundaki ayarlanma zorluğundan ötürü storlar daha kullanışsızdır [42].

Cam arası güneş kırıcı araçlarının en önemli avantajı, dış hava şartlarından korunuyor olmalarıdır. Fakat bozulduklarında onarımı daha zordur. Isıl açıdan bakıldığında, dış güneş kontrol araçları güneş ışınlarını daha cam yüzeyine ulaşmadan kestiği için çok daha etkindir [42].

3. PENCERE SİSTEMLERİNDEN BEKLENEN ISIL PERFORMANS GEREKSİNİMİ

3.1 Performans Tanımı

Performans kavramı, sonuçta başarıyı sağlamada kullanılan özel bir araç olarak göz önünde tutulmadan, bilinen kullanıcının gereksinimlerini karşılamak üzere, içinde malzeme, bileşen veya sistemin istenen özelliklerinin yer aldığı düzenlenmiş bir iskelet veya işlemler dizisidir. Kavramda, bir nesne veya olgunun nasıl olacağı değil, çözüm içinde nasıl davranması gerektiği veya işlevini nasıl yerine getireceği önemli görülmektedir [43].

Yapıda performans, yapının bileşenlerinin ve fiziksel elemanlarının kendilerine düşen görevleri yerine getirmekteki etkinliklerini (veya belli zorunluluklar altında gerçekleştirmeleri gereken amaçları nasıl gerçekleştirdiklerini) ifade eder [1]. Performans yaklaşımında önemli olan elemanların zaman içerisinde ve kullanım sırasında, dış etmenlerin etkisi altında sergilediği durum ve davranıştır.

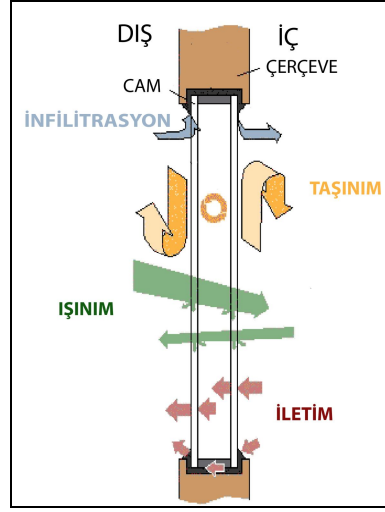
3.2 Pencere Sisteminde Isıl Performans ve Önemi (U-Değeri)

Enerji korunumunun temeli ısı kaybı ve kazançlarının kontrol edilebilmesidir. Isı her zaman sıcak yüzeyden soğuk yüzeye doğru hareket etmektedir. Bu da kış aylarında sıcak iç mekandan, soğuk dış mekana, yazın ise bunun tam tersi yönde ısı akışı anlamına gelir. Pencereelerde enerji geçişi üç yolla gerçekleşmektedir [4].

1) İletim (kondüksiyon) cam, doğrama gibi katı cisimlerde moleküllerin titreşimi sonucu gerçekleşen enerji transferidir.

2) Taşınım (konveksiyon) sıvı veya gazların hareketi sonucu gerçekleşen ısı transferidir [7].

3) Işınım (radyasyon) dış pencere yüzeyi ile gökyüzü, yeryüzü ya da bitişik cisimler arasındaki uzun dalga boylu (2500nm üzerinde) ısı transferidir [6]. (Şekil 3.1)



Şekil 3.1: Pencere sistemi enerji akışı

Isı kayıplarındaki en önemli parametre ısı geçiş katsayısı (U-değeri) değeridir. U değeri bir yapı bileşeninin 1 m² lik yüzeyinden, iç ve dış hava arasında sıcaklık farkı 1 K ken 1 saatte geçen ısı miktarı olarak tanımlanmaktadır [34]. U-değerinin büyük olması ısı yalıtım değerinin düşük, U-değerinin küçük olması ise ısı yalıtım değerinin yüksek olması anlamına gelmektedir.

U-değeri ;

$$1/U = 1/h_i + L_1/\lambda_1 + L_2/\lambda_2 + \dots + 1/h_d$$

formülü ile hesaplanmaktadır.

Burada;

h_i : İç ısı iletim direnci

h_d : Dış ısı iletim direnci

L_1, L_2 : Katmanların m cinsinden kalınlığı

λ_1, λ_2 : Malzemelerin ısı geçirgenlik katsayısı (W/mK) dır [6, 44, 45].

Bir pencere sistemi için toplam ısı geçiş miktarı, ayrı ayrı camın merkez noktası, cam kenarı ve doğramanın ısı geçiş miktarını bilmek suretiyle hesaplanabilir. Dekoratif ızgara ve düşey bölmelerin bulunması halinde bunların da ısı geçişini etkileyecekleri düşünülmelidir. Toplam U- değeri (U_o) her bir bileşenin alan-ağırlıklı U-faktörü katkıları kullanılarak,

$$U_o = (U_{cg}A_{cg} + U_{eg}A_{eg} + U_fA_f) / A_{pf}$$

şeklinde bulunabilir. Buradaki alt indisler,

cg; cam merkezi

eg; cam kenarı

f; doğrama

A_{pf} ; bir pencerenin duvarda ya da çatıdaki kaba açıklık alanına karşılık gelmektedir.

Yalıtılmış cam üniteler, bölüm 2.1.4' te anlatılmış olan, saydam yüzeyleri birbirinden ayıran ve camın çevresi boyunca kenar sızdırmazlığını sağlayan kesintisiz boşluk oluşturan, ara conta parçalarına sahiptir. Burada tercih edilen malzeme çeşidi cam kenarı U-faktörünü etkilemektedir. Doğrama U-faktörü ise bölüm 2,2'deki doğramalara ait özelliklere bağlı olarak değişmektedir. Doğrama malzemeleri ve şekillerinin çeşitliliği, doğramada kullanılan malzeme kombinasyonlarının farklılığı, farklı pencere boyutları pencere doğramalarında oluşan ısı geçiş değerini etkiler. [6]

Pencere sistemlerinde en fazla alana sahip olan cam, yalıtım özelliği oldukça düşük, iletim değeri yüksek bir malzemedir. Bu sebeple enerji korunumunun önem taşıdığı durumlarda pencere alanlarının sınırlandırılması faydalı olacaktır [25]. Böylelikle ısıtma ve soğutma giderleri de düşürülebilir.

Isıl kontrol, ısı konforu beraberinde getirir. Isıl konfor, insan vücudu ve bulunduğu ortama ait veriler arasındaki denge durumudur. Çevre veri değerlerinde gerçekleşen herhangi bir değişim, ısı konfor değerini de değiştirecektir [13]. Burada asıl amaç dış etmenlerin etkisiyle değişen ısı konfor koşullarını sabit tutabilmektir.

Tüm ofis yapıları, konutlara ait odalar bir veya daha fazla pencere içermektedir. Cam, doğrama ve çeşitli ara kayıtlardan oluşan pencere tipleri, opak duvar

yüzeylerine göre ısı ve optik açıdan farklı özellikler sergilemektedir. Bir mekandaki pencere yüzey sıcaklıkları, diğer yüzey sıcaklıklarından çok daha hareketlidir. Kullanıcısının konforu, mevcut sıcak ya da soğuk pencere yüzeylerinden etkilenmektedir [46]. Bu sebeple pencere U-değeri kullanıcı açısından çok büyük önem taşımaktadır.

3.3 Türkiye ve Yurtdışında Kabul Edilen Isıl Performans Değerleri

Pencere sistemlerinde U-değerinin önemi Bölüm 3.2’de ortaya konulmuştur. Pencere sistemine ait U-değeri, yapı ısı performansına olan etkisi açısından çok dikkat edilmesi gereken bir konudur. Bu paralelde özellikle USA ve Avrupa’da, pencere sisteminde en doğru sistem ve çözüme ulaşabilmek amacıyla sürekli gerçekleştirilen araştırmalar doğrultusunda pencere U-değerleri oldukça düşük seviyelere çekilmiştir.

U-değeriyle ilgili ülkelere ait uyulması gereken yasal zorunluluklar mevcuttur. Farklı ülkelerde farklı parametrelere bağlı olarak, farklı U-değerleri kabul edilmiştir. Pencere ısı performansı dolayısıyla da enerji kayıplarına verilen önem ve ülkenin coğrafi konumuna bağlı olarak sahip olduğu iklim şartları U-değerlerinin belirlenmesinde en önemli etmenlerdir. Isıl performans değerlerinin sınıflandırılmasında üç ana özellikten faydalanılmıştır. Bunlar;

- Pencere sistemine ait doğrama malzeme özelliğine bağlı sınıflandırmalar.
- Yapı ve mekan özelliğine bağlı sınıflandırmalar.
- Mevcut iklim bölgelerine bağlı sınıflandırmalardır.

Tablo 3.1’ de USA ve Avrupa’da kabul edilen pencere U-değerleri yer almaktadır. Tabloda özellikle Finlandiya’ da kabul edilen U- değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Sıcak tutulması gereken mekanlar için kabul edilen $1.4 \text{ W/m}^2\text{K}$ ’lik bu değer soğuk bir ülke olan Finlandiya’ da ısı performansına verilen önemi ortaya koymaktadır.

Finlandiya’ da kabul edilen değere yakın bir değer de yine soğuk bir iklime sahip olan Almaya’ da uygulanmaktadır. 2005 yılına kadar $1.8 \text{ W/m}^2\text{K}$ olarak kabul edilen

U-değeri 2005 yılından sonra $1.5 \text{ W/m}^2\text{K}$ ’ e düşürülmüştür. Oldukça düşük olan bu değerler aslında pencere sisteminde ulaşılan teknolojinin de bir göstergesidir.

Türkiye’ye bakıldığında ise TS-825 nolu ‘Yapılarda ısı yalıtım kuralları’ adlı yönetmelikte yer alan dört iklim bölgesinde U- değerinin $2.8 \text{ W/m}^2\text{K}$ olarak belirlendiği görülür. Farklı iklim bölgelerini bünyesinde barındıran bir Türkiye için, tek bir U-değeri yetersizdir

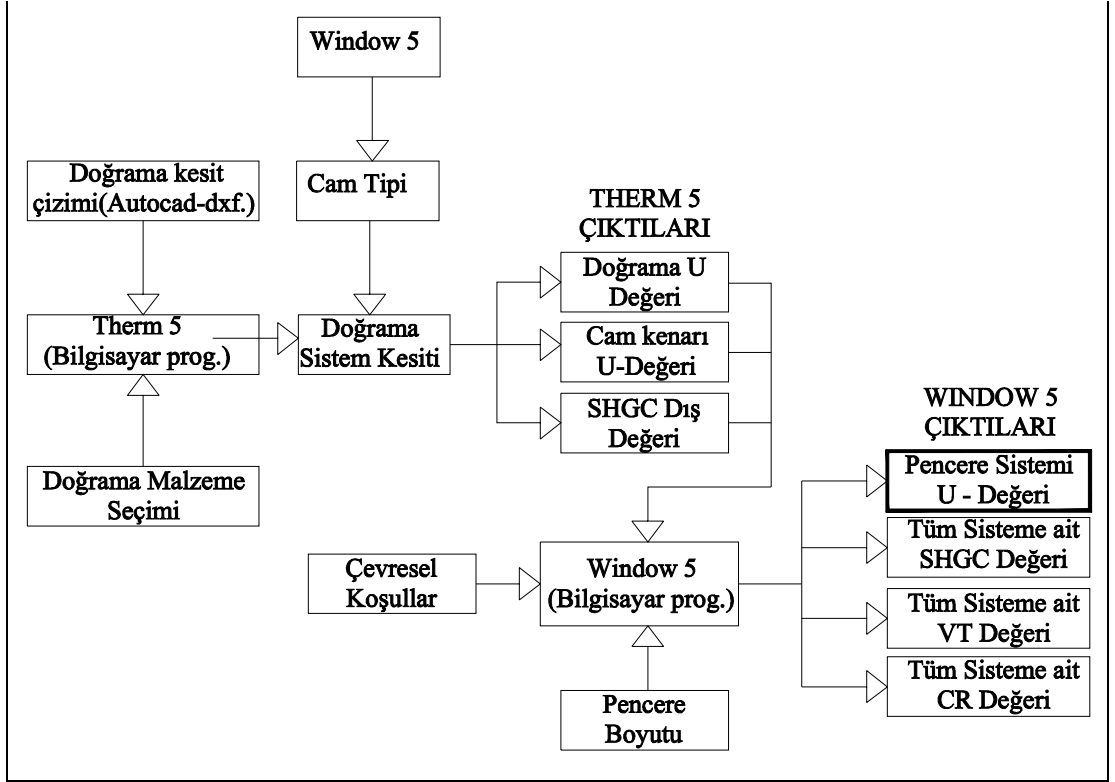
Tablo 3.1: USA ve Avrupa’da kabul edilen pencere U-değerleri

ÜLKE	İKLİM BÖLGESİ	PENCERE TOPLAM U-DEĞERİ							
USA[47]	8 iklim bölgesi	Metal doğramalı pencereler için							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		6.8	4.25	3.68	3.12	3.12	3.12	2.83	2.83
		Ahşap ve PVC doğramalı pencereler için							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		6.8	4.25	3.68	2.26	1.98	1.98	1.98	1.98
YUNANİS-TAN[48]	4 iklim bölgesi	A,B,C ve D bölgeleri konut dışı yapılar için							
		A		B		C		D	
		4.5 W/m²K		3.8 W/m²K		3.8 W/m²K		3.8 W/m²K	
FİNLANDİ-YA[49]	1 iklim bölgesi	Sıcak tutulması gerekli mekanlar için			Zaman zaman ısıtılan mekanlar için			Isıtılan mekan kısmen ısıtılmış bir mekana bitişik	
		1.4 W/m²K			1.8W/m²K			2.8 W/m²K	
DANİMAR-KA[48]	1 iklim bölgesi	2008 e kadar				2008 ve sonrası			
		2.30 W/m²K				2.00 W/m²K			
ALMANYA [48]	1 iklim bölgesi	2005 e kadar				2005 ve sonrası			
		1.8 W/m²K				1.5 W/m²K			
UK[50]	1 iklim bölgesi	Metal doğramalı pencereler için				Ahşap ve PVC doğramalı pencereler için			
		2.2 W/m²K				2.0 W/m²K			
TÜRKİYE [51]	4 iklim bölgesi	2.8 W/m²K							

4. BİLGİSAYAR PROGRAMLARI ARACILIĞIYLA PENCERE SİSTEMLERİ ISIL PERFORMANSININ BELİRLENMESİ

Pencere sistemlerinde, ısı performansının önemi önceki bölümlerde ortaya konmuştur. Isıl performansta, pencere sistemine ait cam ünitesinin etkisi birincil sırada yer almaktadır. Bu konu oldukça fazla araştırılmış ve birçok hesaplamalar yapılmıştır. Ancak diğer bir pencere alt sistemi olan doğramaların ısı performansına etkisi de azımsanmayacak kadar büyüktür. Bu nedenle bu bölümde oluşturulan farklı doğrama seçeneklerinin bileşen bazında ve sistemin bütünü içerisinde, sisteme olan etkisi simülasyon programları yardımıyla hesaplanacaktır.

Hesaplamalarda iki farklı bilgisayar programı kullanılmaktadır. İlki, doğramaların U-değerlerinin (U üst başlık, U alt başlık, U kenar dikme) hesaplandığı THERM 5.2 programı, ikincisi ise saydam bileşen ve doğramanın U-değerlerini dikkate alarak pencere toplam U-değerinin hesaplandığı WINDOW 5.2 programıdır. Ancak bu programlar için gerekli olan altlıkların hazırlanmasında AUTOCAD programından yararlanılmaktadır. Pencere sistemi ısı performansının hesaplanışına ait akış şeması Şekil 5.1’de görülmektedir.



Şekil 4.1: Hesaplamalara ilişkin akış şeması

4.1 THERM 5.2 Programının Tanıtılması

Therm programı 5.2 (5.2.14) versiyonu 2003 yılında Amerika’ da Lawrence Berkeley National Laboratuvarı (LBNL) tarafından, yapı üreticileri, mühendisler, mimarlar, öğrenciler, öğretim üyeleri ve ısı transferiyle ilgilenen araştırmacılar için Microsoft Windows™ uyumlu geliştirilen, son teknolojiye sahip iki boyutlu ısı transfer programıdır. THERM programı duvar, pencere, çatı, kapı gibi yapı bileşenlerine ait iki boyutlu ısı transfer etkilerinin modellenmesini, yapı elemanının enerji etkinliğini ve lokal sıcaklık bölgelerinin ölçülmesini sağlamaktadır.

Bu çalışma kapsamında THERM programı, doğramaya ait ısı performans değerlerinin hesaplanmasında kullanılacaktır. Kesit, malzeme gibi doğrama özellikleri belirlenen bir pencere sisteminin, ısı performansının bu program kullanılarak doğru ve başarılı bir şekilde hesaplanabilmesi için, öncelikle pencere sistemi bileşenlerini, bu bileşenlerin çeşitlerini ve özelliklerini iyi bilmek gerekmektedir.

THERM 5 programında doğramalara ait U- değerlerinin hesaplanabilmesi için geçen aşamalar girdiler, süreç ve ürün olarak değerlendirilebilir. Girdiler, hesaplanacak olan doğramaya ait kesit çizimleri, kesitte kullanılacak olan ve WINDOW 5 programında hazırlanmış cam ünitesidir. Süreç kısmı, seçilen doğrama tipinin modellendiği, malzemelerin belirlendiği ve modellenen cam ünitesinin adapte edilip sistemin şekillendirildiği kısımdır. rn kısmı ise, modelleme işleminin bitmesi sonucunda doğrama kesatine ait U-değerinin hesaplanması ve elde edilen verileri içerir.

Bir pencere sistemine ait ısı performans değerlerinin hesaplanabilmesi için, sisteme ait doğramanın st başlık, alt başlık ve kenar dikme olmak üzere minimum  kesitinin THERM 5 programında modellenmesi gerekmektedir.

Doğramanın modellenmesi ve hesaplanması sonucu elde edilen değerler, pencere sistemine ait U-değerinin hesaplanabilmesi için WINDOW 5 programına aktarılmaktadır. Therm 5 programının ilk adımdaki ıktıları Window 5 programına girdi teşkil etmektedir.

4.2 WINDOW 5.2 Programının Tanıtılması

WINDOW programı 5.2 (5.2.17a) versiyonu, 2005 yılında Amerika’ da Lawrence Berkeley National Laboratuarı (LBNL) tarafından, pencere toplam ısı performansının hesaplanması (U-değer, SHGC, SC, VT) için geliştirilen bilgisayar programıdır. Program, yeni ürünler tasarlamak ve geliştirmek için, ısı transferi ile ilgili araştırmacıların çalışmaları için veya kamu tarafından enerji yönetmeliklerinin geliştirilmesi için kullanılabilir. THERM programı ile etkileşimli olarak çalışabilmektedir. En önemli özelliği iki program arasında veri alış verişi yapılabilmesidir.

THERM programıyla hesaplanan doğramalara ait U – değerleri, WINDOW 5 programıyla tüm pencere sistemine ait U - değerlerinin hesaplanmasında kullanılmaktadır. WINDOW programı, pencere sistemine ait cam tipi, ara gaz malzemesi, doğrama tipi, dış hava koşulları olmak üzere sistemi etkileyen bileşenlere ilişkin veritabanını içerir. Veritabanında yer alan malzemeler ve özellikleri dışında başka seçenekler üretmek de mümkündür. Hesaplarda doğrama özelliğine ait veriler

THERM programından, diğer bilgiler ise WINDOW 5 programından alınarak kullanılmaktadır.

WINDOW programında hesaplamaların yapılabilmesi için, pencere boyut ve tipinin belirlenmesi, doğramalar için üst başlık, alt başlık ve kenar dikme özelliklerinin ayrı ayrı tanımlanması ve cam ünitesinin seçilmesi gerekmektedir. Hava şartları da hesaplamalarda girdi oluşturan verilerdir.

4.3 Pencere Seçeneklerinin Belirlenmesi

Pencere sistemine ait ısı performans değerlerinin hesaplanabilmesi için tüm sistem bileşenlerinin ayrıntılı olarak tanımlanması ve hesaplanacak olan sistemlere ait kesit ve malzeme özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Yapılan bu çalışmada hedef, pencere sistemlerinin toplam ısı performansının doğrama özelliklerine bağlı olarak değerlendirilmesidir. Bu sebeple hesaplamalarda kullanılacak doğramalar farklı malzeme ve kesit özelliklerine sahip sistemler olarak seçilecektir.

4.3.1 Doğrama Malzeme Seçeneklerinin Belirlenmesi

Simülasyon programları aracılığıyla gerçekleştirilecek olan hesaplamalarda, doğrama seçeneklerini oluştururken öncelikle doğrama malzemelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Her malzeme farklı özellikler göstermekte ve malzeme özelliklerine bağlı olarak pencere sisteminin ısı performansına farklı etkilerde bulunmaktadır.

Hesaplamalarda, kullanılacak olan doğrama tiplerine ait malzeme adları ve ısı performans özellikleri Tablo 4.1’de gösterilmektedir.

Tablo 4.1: Doğrama malzemeleri

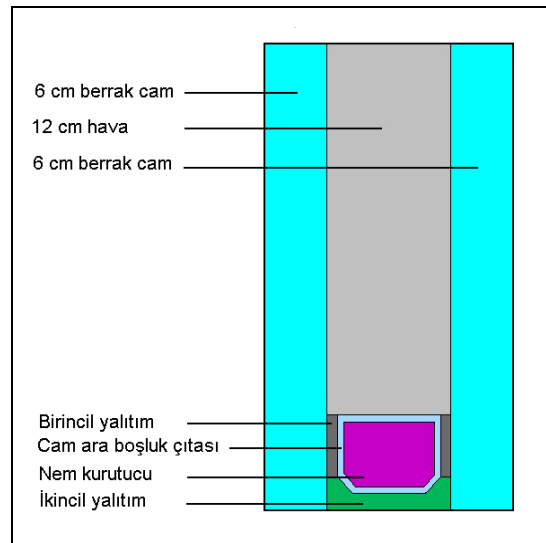
Doğrama Bileşenleri	Malzemeler	Isıl İletkenlik Değeri (W/m-K)	Yayınım Değeri (emissivite)
Ahşap Doğrama	Çam,Ladin,Kökнар,Maun	0,14	0,9
Ahşap Doğrama	Sekoya,Sedir,Duglas Çamı,Hemlock(Kanada Ladini)	0,11	0,9
Alüminyum Doğrama	Eloksallı Alüminyum	237	0,8
Isı Bariyeri	Poliamide 6.6 with 25% fiberglass	0,3	0,9
Vinil Doğrama	Polivinilklorit(PVC) / vinil-rijit	0,17	0,9
Destek Sacı	Çelik	62	0,2
Conta	EPDM	0,25	0,9

4.3.2 Cam Ünitesinin Belirlenmesi

Cam ünitesinin, pencere sistemi ısıl performansında meydana getirdiği etki ve değişimi engelleyebilmek ve doğrama tipleriyle ilgili daha doğru sonuçlar elde edebilmek amacıyla seçilen cam ünitesinin tüm seçeneklerde aynı özelliklere sahip olması gerekmektedir.

Tüm hesaplamalarda 6mm(berrak cam)+12mm(hava)+6mm(berrak cam) ünitesi kullanılmıştır. (Şekil 4.2)

Tablo 4.2’ de yalıtımlı cam ünitesine ait malzeme özellikleri yer almaktadır.



Şekil 4.2: Cam ünitesi

Tablo 4.2: Yalıtımlı Cam ünitesine ait malzemeler

Camlama Ünitesi	Malzemeler	Isı İletkenlik Değeri (W/m-K)	Yayınım Değeri (emissivite)
Cam	Berrak cam (6mm)	1,00	0,84
Birincil Yalıtım	Bütil kauçuk	0,24	0,9
İkincil Yalıtım	%40 yumuşatılmış elastik PVC	0,14	0,9
Nem kurutucu	Silica jel	0,03	0,9
Cam ara boşluk çitası	Paslanmaz çelik	17	0,8
Gaz	Hava (12 mm)	0.024	

4.3.3 İç – Dış Ortam Koşullarının Belirlenmesi

Pencere sistemlerinin U-değerlerini hesaplariken, dış ortam ve iç ortam şartları göz önünde tutulmalıdır. THERM 5 ve WINDOW 5 programları kullanılarak yapılan hesaplamalarda iki farklı hava koşulu seçmek mümkündür. Bunlardan ilki NFRC (National Fenestration Rating Council)’de kabul edilen U.S.A ‘de kullanılan şartlar, diğeri ise CEN (European Committee for Standardization) tarafından Avrupa’da kabul edilip kullanılan dış ve iç ortam koşullarıdır. Bu çalışmada CEN kuruluşu tarafından belirlenen iç ve dış ortam koşulları kullanılmıştır. (Tablo 4.3)

Tablo 4.3: İç ve dış ortam koşulları

İç – Dış Ortam Şartı	İç Ortam Sıcaklığı	Dış Ortam Sıcaklığı
CEN*	20 C°	0 C°

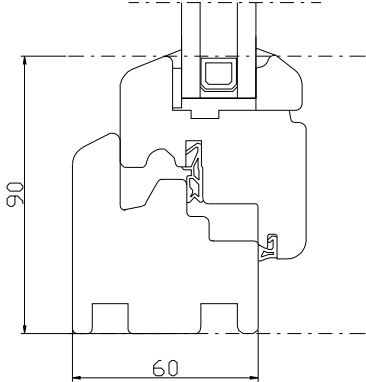
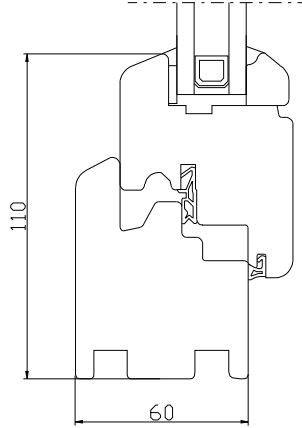
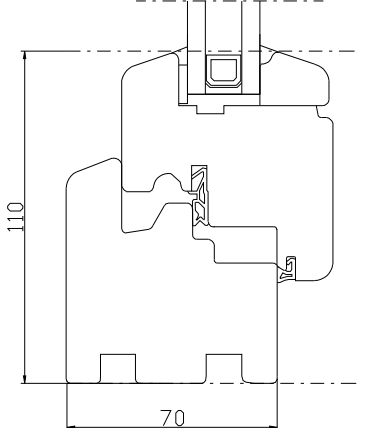
* European Committee for Standardization

4.3.4 Doğrama Kesit Tiplerinin Belirlenmesi

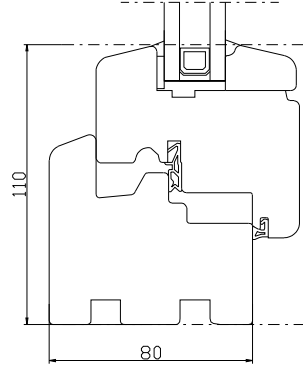
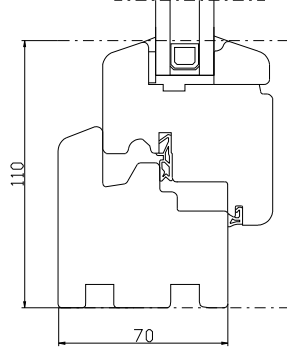
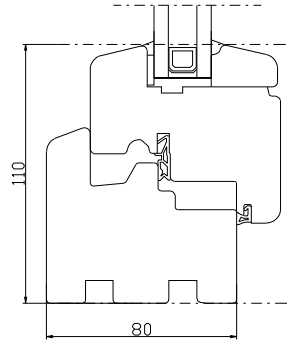
Türkiye pencere üretimi açısından Avrupa’nın İngiltere’den sonra ikinci büyük pazarıdır. Yapılan araştırmalar göstermektedir ki mevcut konut pencerelerinin %20’si alüminyum, %60’ı PVC ve %20’ si ahşaptır [36]. Bu sebeple ısı performans değerlerinin hesaplanmasında, ahşap, alüminyum ve PVC olmak üzere üç malzemeden oluşan ve farklı sistem detaylarına, en ve yükseklik değerlerine sahip doğrama tipleri kullanılacaktır.

Tablo 4.4’de hesaplamalarda kullanılacak olan ahşap malzemeli doğrama kesitleri yer almaktadır. Kesitlerde ısıl geçirgenlik değerleri birbirinden farklı iki farklı ahşap türü düşünülmüştür. 60mm 70mm ve 80mm eninde ve 90 ve 110 mm yüksekliğinde farklı boyutlara sahip çeşitli doğrama tipleri mevcuttur.

Tablo 4.4: Ahşap doğrama tipleri

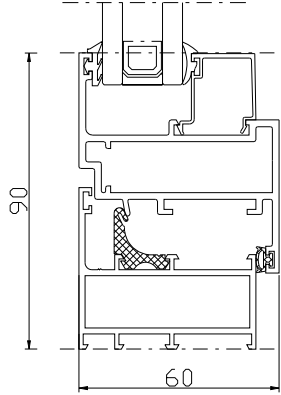
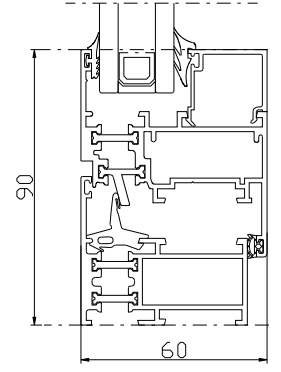
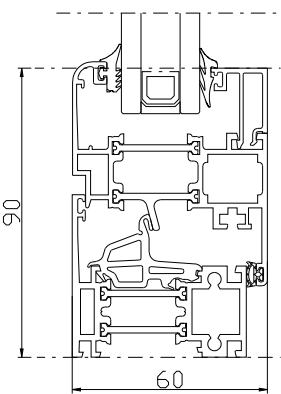
DOĞRAMA SEÇENEKLERİ			
NO	MALZEME	ÖZELLİKLER	KESİT ÇİZİMİ
AH01	Ahşap	En :60mm Yükseklik:90mm Çam, Ladin, Köknar, Maun	
AH02	Ahşap	En :60mm Yükseklik:110mm Çam, Ladin, Köknar, Maun	
AH03	Ahşap	En :70mm Yükseklik:110mm Çam, Ladin, Köknar, Maun	

Tablo 4.4'ün devamı.

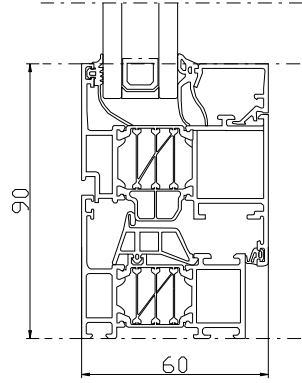
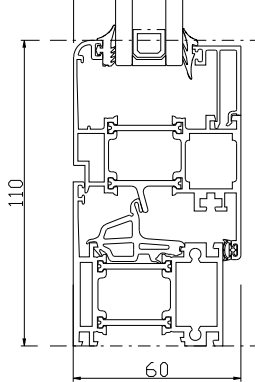
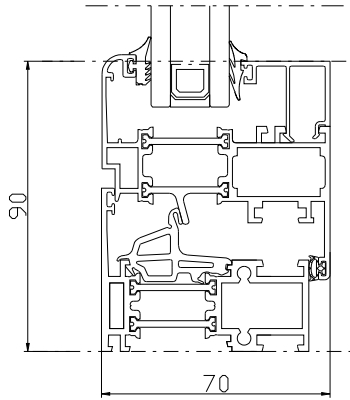
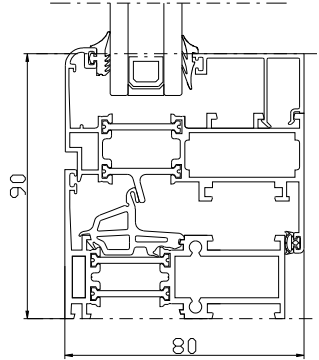
AH04	Ahşap	En :80mm Yükseklik:110mm Çam, Ladin, Köknar, Maun	
AH05	Ahşap	En :70mm Yükseklik:110mm Sekoya, Sedir Duglas Çamı	
AH06	Ahşap	En :80mm Yükseklik:110mm Sekoya, Sedir Duglas Çamı	

Tablo 4.5’de eloksallı alüminyumdan oluşturulan, ısı bariyersiz ve farklı ısı bariyeri çeşitlerine sahip olan, 60mm, 70mm, 80mm kalınlığında, 90mm ve 110 mm yüksekliğinde olmak üzere farklı boyutsal özelliklerde doğrama kesit tipleri görülmektedir.

Tablo 4.5: Alüminyum doğrama tipleri

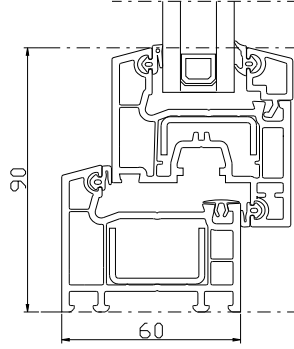
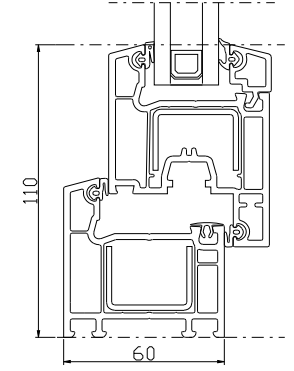
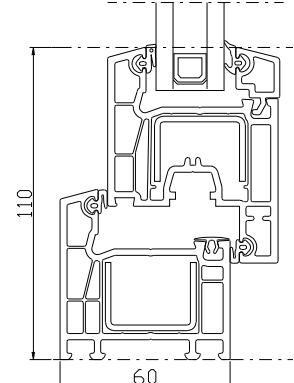
DOĞRAMA SEÇENEKLERİ			
NO	MALZEME	ÖZELLİKLER	KESİT ÇİZİMİ
AL01	Alüminyum	En :60mm Yükseklik:90mm Isı bariyersiz	
AL02	Alüminyum	En :60mm Yükseklik:90mm Kısa Isı bariyerli	
AL03	Alüminyum	En :60mm Yükseklik:90mm Uzun Isı bariyerli	

Tablo 4.5'in devamı.

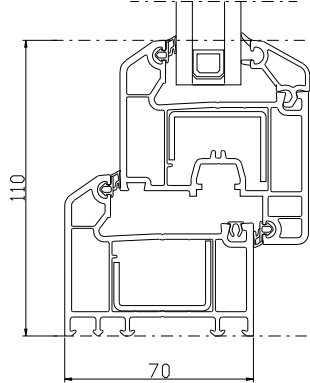
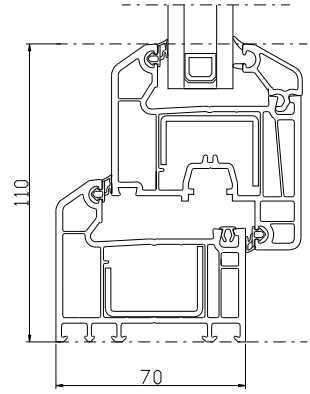
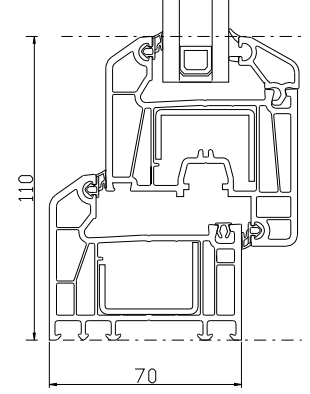
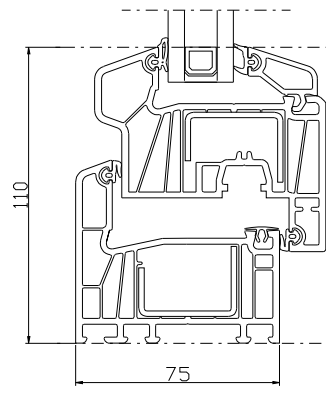
AL04	Alüminyum	En :60mm Yükseklik:90mm Gelişmiş Isı bariyerli	
AL05	Alüminyum	En :60mm Yükseklik:110mm Uzun Isı Bariyerli	
AL06	Alüminyum	En :70mm Yükseklik:90mm Uzun Isı Bariyerli	
AL07	Alüminyum	En :80mm Yükseklik:90mm Uzun Isı Bariyerli	

Pencere ısııl performans değęerlerinin hesaplanmasında kullanılacak olan PVC malzemeye ait sistem kesitlerinde, 60mm, 70mm, 75mm ve 80 mm kalınlığında ve 90mm ve 110 mm yüksekliğinde doğrama tipleri seçilmiştir. Doğramalar 3, 4, 5 ve 6 odacıklı olabilmektedir. İ conta kullanımının da doğramalara etkisi araştırılmıştır. Doğramanın ısııl performansa etkisinin değęerlendirilebilmesi için hesaplanacak olan doğrama tipleri Tablo 4.6’ da yer almaktadır.

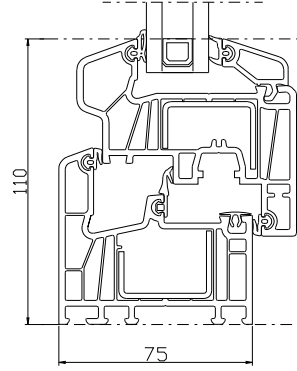
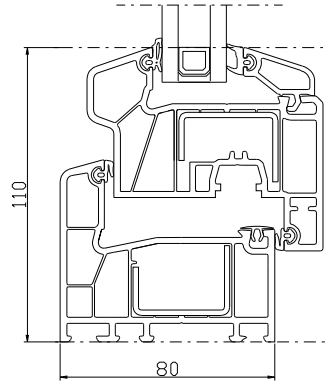
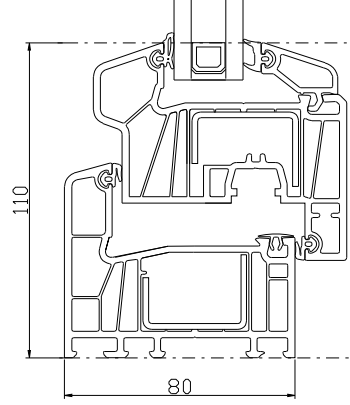
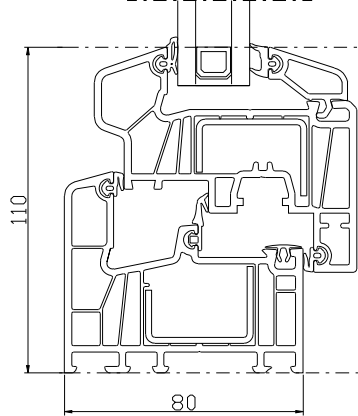
Tablo 4.6: PVC doğrama tipleri

DOğRAMA SEÇENEKLERİ			
NO	MALZEME	ÖZELLİKLER	KESİT ÇİZİMİ
PV01	PVC	En :60mm Yükseklik:90mm 3 Odacıklı	
PV02	PVC	En :60mm Yükseklik:110mm 3 Odacıklı	
PV03	PVC	En :60mm Yükseklik:110mm 4 Odacıklı	

Tablo 4.6'nın devamı.

PV04	PVC	En :70mm Yükseklik:110mm 3 Odacıklı	
PV05	PVC	En :70mm Yükseklik:110mm 4 Odacıklı	
PV06	PVC	En :70mm Yükseklik:110mm 5 Odacıklı	
PV07	PVC	En :75mm Yükseklik:110mm 6 Odacıklı	

Tablo 4.6'nın devamı.

PV08	PVC	En :75mm Yükseklik:110mm 6 Odacıklı Orta Contalı	
PV09	PVC	En :80mm Yükseklik:110mm 4 Odacıklı	
PV010	PVC	En :80mm Yükseklik:110mm 6 Odacıklı	
PV011	PVC	En :80mm Yükseklik:110mm 6 Odacıklı Orta Contalı	

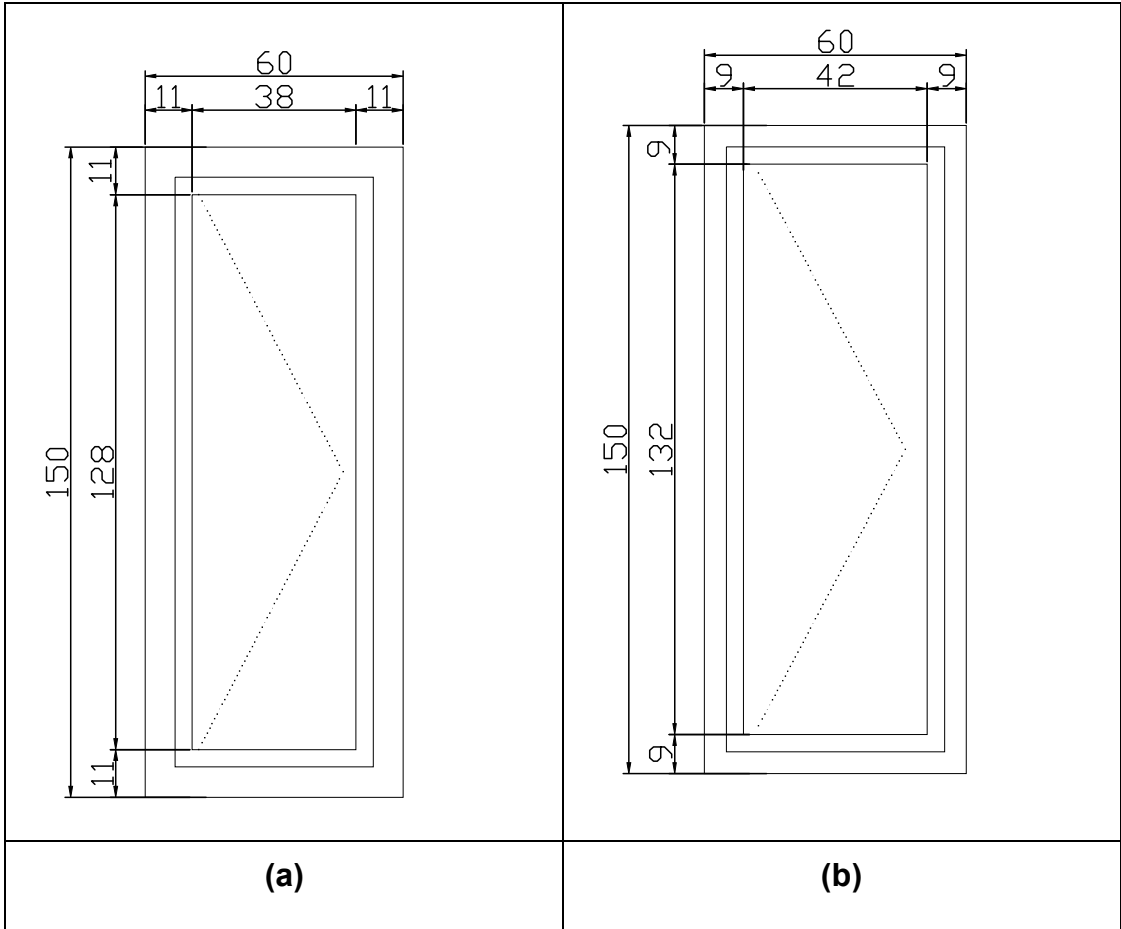
4.3.5 Pencere Boyutunun Belirlenmesi

Bölüm 4.3.4’te yer alan ve pencere ısı performansının değerlendirilmesinde kullanılacak olan doğrama kesitlerinin, hangi boyutta pencere sistemlerine uygulanacağı önemlidir. Pencere boşluk boyutlarıyla ilgili Türk Standartlarında yer alan çeşitli ölçüler söz konusudur. TS 6957 sayılı Nisan 1989 tarihli standart hala geçerliliğini korumaktadır. Bu standart, dikdörtgen şekilli yapı pencerelerinin boşluk boyutlarına dairdir. Standart kapsamında yer alan boyutlar ve kodları Tablo 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.7: TS6957’de yer alan pencere boşluk değerleri [52]

PENCERE BOŞLUĞUNUN ADI	PENCERE BOŞLUĞU BOYUTLARI(cm)		PENCERE BOŞLUĞUNUN ADI	PENCERE BOŞLUĞU BOYUTLARI(cm)	
	ENİ (L)	YÜKSEKLİĞİ (h)		ENİ (L)	YÜKSEKLİĞİ (h)
A1	60	60	D5	150	180
A2	60	90	D6	150	210
A3	60	120	D7	150	240
A4	60	150	E1	180	60
AS	60	180	E2	180	90
A6	60	210	E3	180	120
A7	60	240	E4	180	150
B1	90	60	E5	180	180
B2	90	90	E6	180	210
B3	90	120	E7	180	240
B4	90	150	Fi	210	60
B5	90	180	F2	210	90
B6	90	210	F3	210	120
B7	90	240	F4	210	150
C1	120	60	F5	210	180
C2	120	90	F6	210	210
C3	120	120	F7	210	240
C4	120	150	GI	240	60
C5	120	180	O2	240	90
C6	120	210	G3	240	120
C7	120	240	G4	240	150
D1	150	60	G5	240	180
D2	150	90	G6	240	210
D3	150	120	G7	240	240
O4	150	150			

Hesaplamalarda tercih edilen boyut, bir pencerenin ortalama giriş altı ve 90 cm pencere parapet mesafesinden sonra geriye kalan boşluk yüksekliği ve minimum en genişliği olarak kabul edilmiştir. Hesaplamalarda kullanılan A4 kodlu pencereye ait boşluk boyutları yükseklik (h) 150 cm, en (L) ise 60 cm dir. Tek yöne açılır kanatlı sistem tercih edilmiştir. Bölüm 4.3.4’ te yer alan kesitlerden de anlaşılacağı gibi doğrama yüzey kalınlıkları 9 cm ve 11 cm olmak üzere 2 farklı ölçüdedir. (Şekil 4.3)

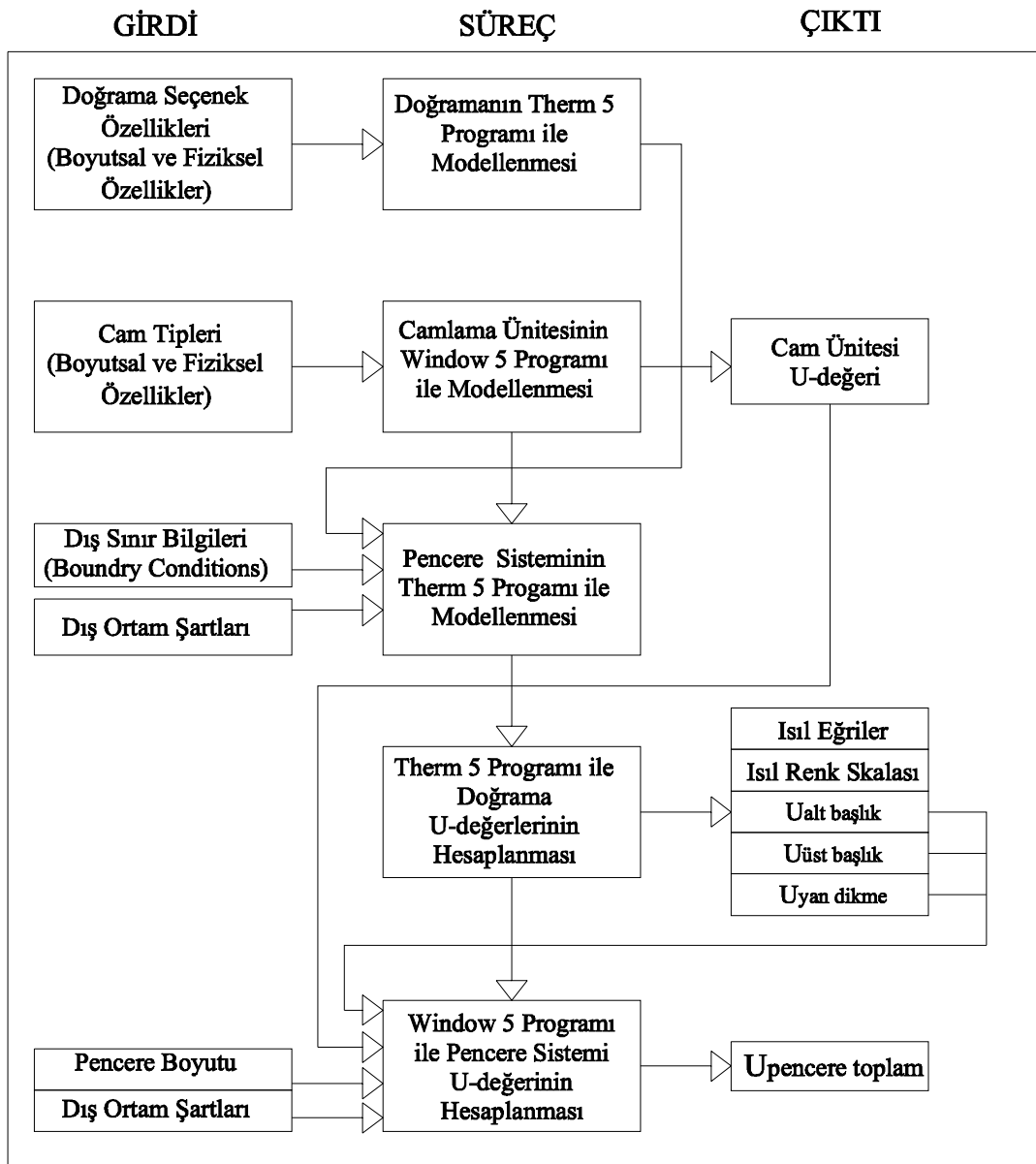


Şekil 4.3: Çalışmada kullanılan pencere boyutları

Şekil 4.3’de yer alan a ve b pencerelerinde, doğrama ve cam yüzeylerin pencere içinde kapladıkları alan yüzdeleri farklıdır. Şekil a’ da doğrama alanı %45.9, cam alan %54.1 iken Şekil b’ de doğrama alanı %38.4 cam alanı ise %61.6’ tür. Doğrama yüksekliğinde gerçekleşen 2cm’lik bir artış, doğrama alanında %7.5 değerinde bir artışa sebep olmaktadır. Bölüm 4.5’de yer alan hesaplamalara ait sonuçlar arasında doğrama alanında gerçekleşen bu artışın U-değerine olan etkisi görülmektedir.

4.4 Pencere Sistemlerinin U-Değerlerinin Hesaplanma Süreci

Pencereye ait tüm kararların alınmasının ardından modelleme sürecine geçilebilir. Modelleme süreci bir sistematik içerisinde gerçekleşmekte ve ‘girdiler, süreç, çıktılar’ şeklinde işlemektedir. Modellemede; atılan adımlar, programların kullanım sırası ve birbiriyle olan ilişkisi önem taşımaktadır. Gerçekleştirilen adımlar, doğramanın modellenmesi, cam ünitesinin modellenmesi, pencerenin modellenmesi ve hesaplamaların yapılması şeklinde kısaca sıralanabilir. Pencerenin modellemesine ilişkin adımlar Şekil 4.4’de görülmektedir.

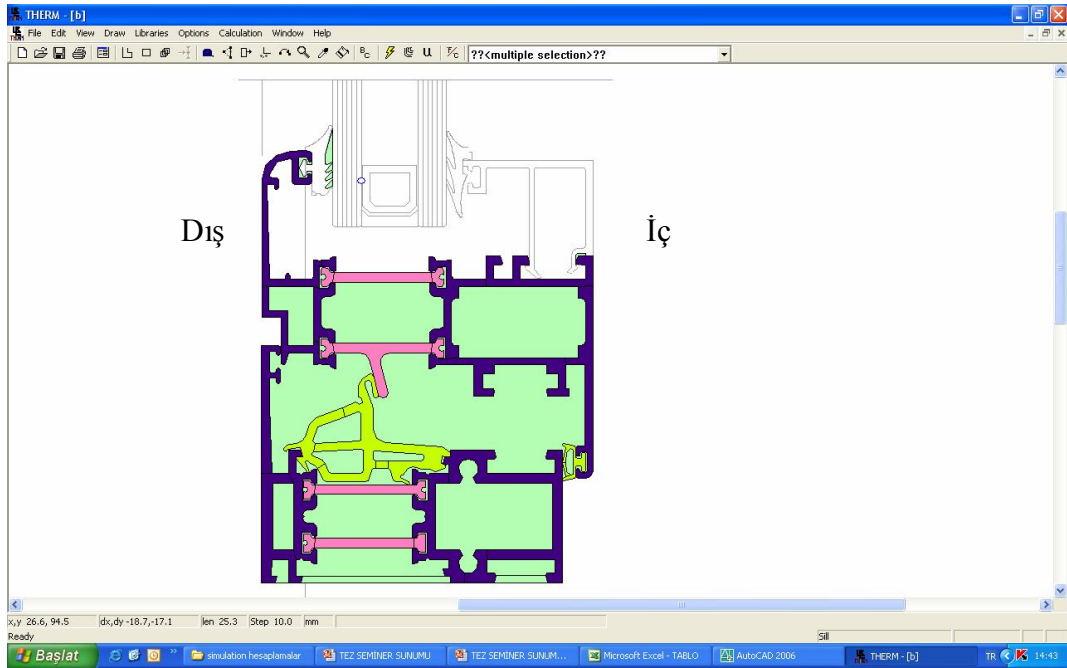


Şekil 4.4: Pencerenin modellemesine ilişkin adımlar

4.4.1 Doğramanın Therm 5.2 Programı ile Modellenmesi

Hesaplamaların yapılabilmesi için ilk adım, U-değeri hesaplanacak olan pencereye ait doğrama kesitinin çizimidir. Çizimler ilk olarak AUTOCAD programında gerçekleştirilmektedir. Tüm çizimlerin, daha sonra THERM programında kullanılabilmeleri için dxf. formatında kaydedilmeleri gerekir.

AUTOCAD programı yardımıyla çizilip hazırlanan doğrama kesitine ait çizim, THERM programında yer alan <Underlay> komutuyla altlık haline getirilir ve THERM programıyla, mevcut altlık üstünden doğrama kesiti tekrar çizilir. Tüm malzemeler tanımlanır. Şekil 4.5'te yarısı THERM programı ile tanımlanmış altlık görülmektedir.

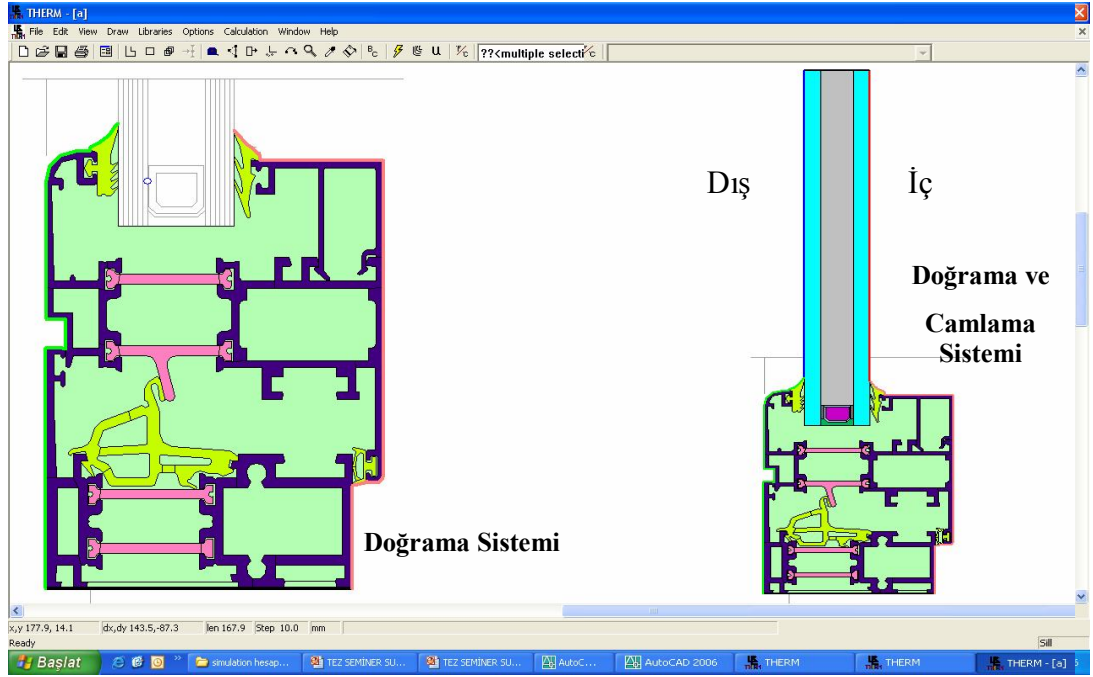


Şekil 4.5: Yarısı THERM programı ile tanımlanmış altlık

4.4.2 Yalıtımlı Cam Ünitesinin WINDOW 5.2 Programı İle Modellenmesi

Doğramaya ait tüm malzemelerinin tanımlanıp, çizilmesinin ardından WINDOW programında oluşturulan cam ünitesi doğrama ile bütünleştirilmektedir. WINDOW programında veritabanı içinde cam tipleri mevcuttur ancak istenilmesi durumunda farklı cam tipleri de oluşturulabilir.

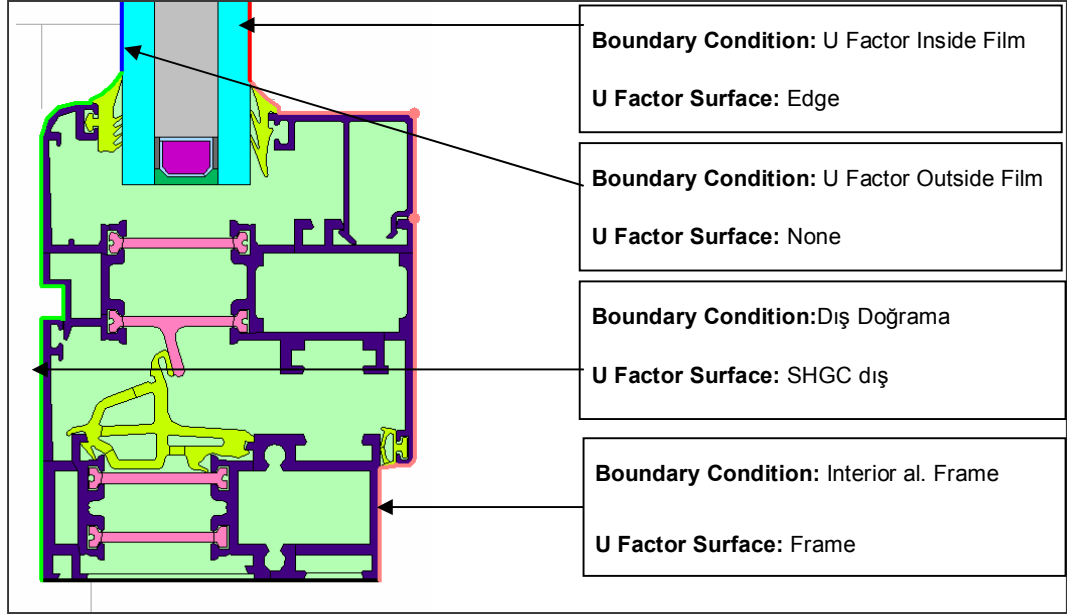
Cam ünitesi THERM programında yer alan <Libraries> komutu altındaki <Glazing System> komutuyla sisteme eklenmektedir. Cam ünitesini doğramaya eklerken <draw> komutu altındaki <locator> komutu kullanılarak sabit bir nokta belirlenmelidir. Ayrıca 'orientation' kısmını yukarı (up) ya da aşağı (down) şeklinde tanımlamak gerekmektedir. Şekil 4.6'te cam ünitesi eklenmemiş ve eklenmiş haliyle THERM 5 programında modellenmiş pencere sistem kesiti görülmektedir.



Şekil 4.6: Cam ünitesi eklenmemiş ve eklenmiş haliyle THERM programında modellenmiş pencere sistem kesiti

4.4.3 Pencere Sisteminin THERM 5.2 Programı ile Modellenmesi

Doğrama U-değerinin doğru olarak hesaplanabilmesi için doğrama ve cam ünitesi tamamlanmış olan pencere kesitinin, dış ortamla etkileşim halinde olan bütün bileşenlerinin sınırlarının tanımlanması gerekmektedir. Araç çubuğunda yer alan <Boundary conditions> komutu kullanılarak tanımlanan sınırlar iç veya dış, cam yüzeyi ya da doğrama yüzeyi oluşuna göre farklı özellikler göstermektedir. Tanımlanan yüzey özellikleri arasında sıcaklık dereceleri ve yüzey iletim katsayılarına ait veriler yer almaktadır. Bu çalışmada, iç ortam sıcaklığı 20 C° dış ortam sıcaklığı ise 0 C° dir.(Şekil 4.7)

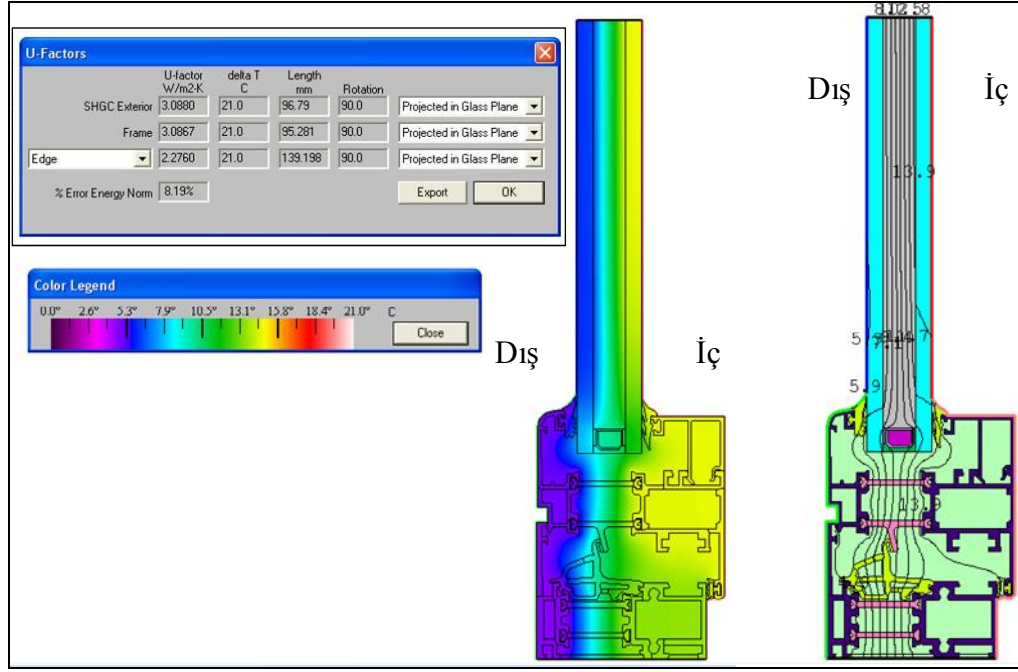


Şekil 4.7: Pencere sistemi dış sınırları

4.4.4 THERM 5.2 Programı ile Doğrama U-Değerinin Hesaplanması

Sıralanan tüm işlemler gerçekleştirilip, kesit çizimi tamamlandıktan sonra hesaplamalar yapılabilir. Hesaplamalar sonucu doğramaya ait U-değeri bulunur. Sisteme ait sıcaklık değerlerini renk skalası şeklinde veya sıcaklık eğrileri olarak görmek mümkündür. Renk skalasında mor renkten, kırmızıya doğru gidildikçe sıcaklık derecesi artmaktadır. Sıcaklık eğrileri kesit yüzeylerinde yer alan sıcaklık derecelerini sayısal değer olarak gösterir. Bulunan sonuçlar Şekil 4.8’de gösterilmektedir.

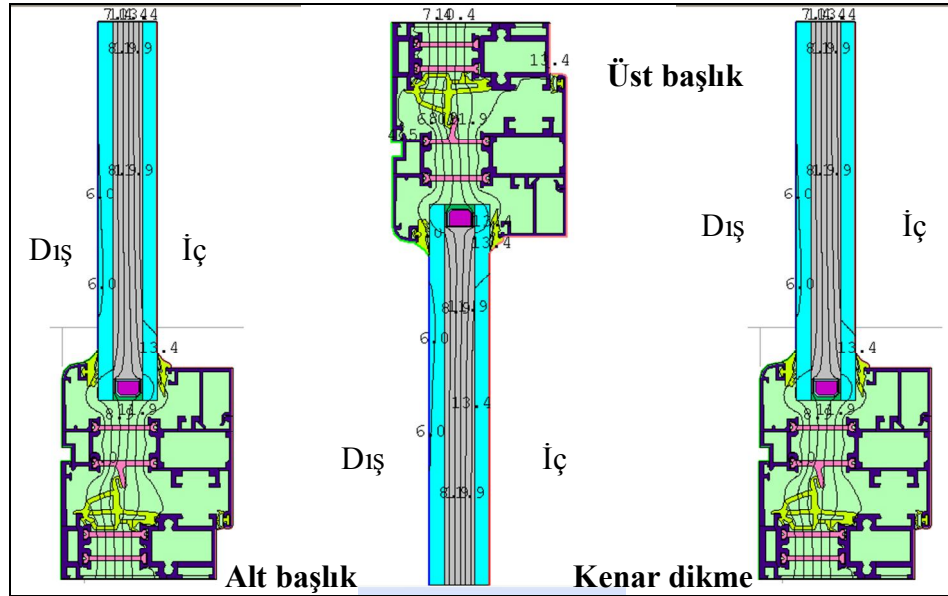
THERM programı ile hesaplanan doğramaların, WINDOW programında kullanılarak pencereye ait toplam U-değerlerinin bulunabilmesi için doğramanın üst başlık, alt başlık ve kenar dikme olmak üzere en az üç kesitin modellenmesi gerekmektedir.



Şekil 4.8: Hesaplamalara ait sonuç göstergeleri

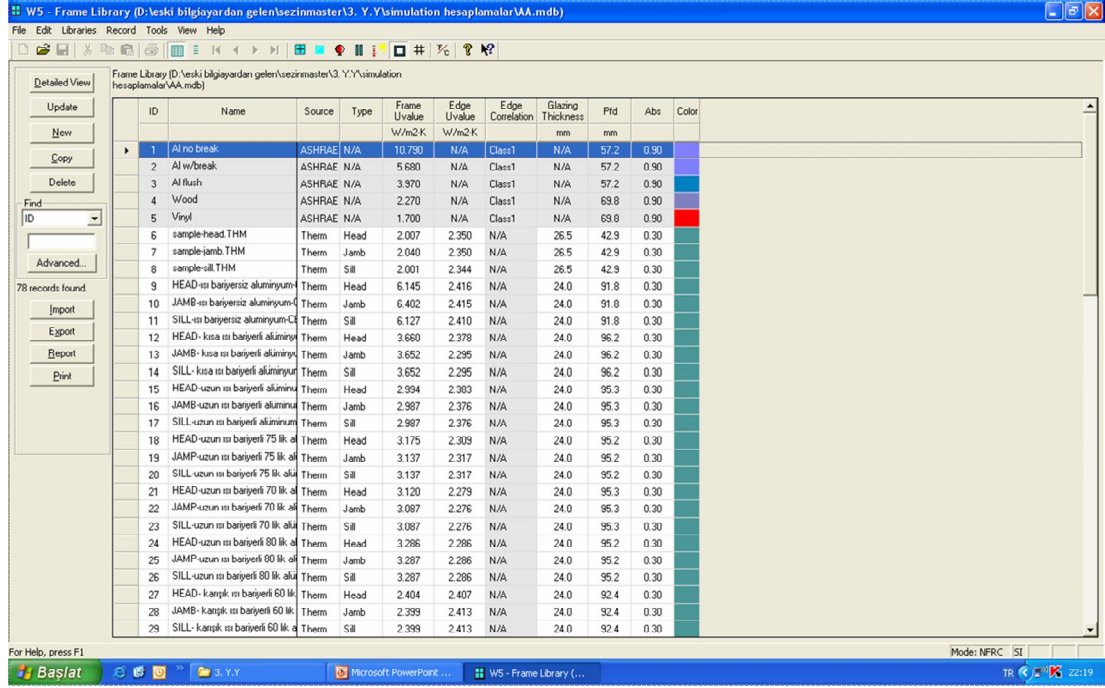
4.4.5 Window 5.2 Programı ile Pencere Sistemi U-Değerinin Hesaplanması

Pencere sistemine ait toplam U-değerinin hesaplanabilmesi için, THERM programında modellenen üst başlık, alt başlık ve kenar dikmeye ait hesaplama sonuçları gerekmektedir. Şekil 4.9’de THERM’de hazırlanan alt başlık, üst başlık ve kenar dikmeler görülmektedir.



Şekil 4.9: THERM programına ait alt başlık, üst başlık ve kenar dikme çizimleri

THERM 5 programı ile elde edilen sonuçlar doğramaya aittir. Bu sonuçlar WINDOW programında kullanılarak tüm pencere sistemine ait U-değerlerinin hesaplanmasını sağlar. Doğramaya ait sonuçlar, <Libraries> komutu altında yer alan <Frame> seçeneğinde <Import> komutunun kullanılmasıyla WINDOW programına aktarılır. Hesaplamalarda kullanılacak tüm kesitlere ait sonuçlar bu şekilde WINDOW programına aktarılmalıdır. (Şekil 4.10)



W5 - Frame Library (D:\eski bilgisayar\gelen\uzcinmaster\3. Y.Y\simulation hesaplamalar\AA.mdb)

File Edit Libraries Record Tools View Help

Frame Library (D:\eski bilgisayar\gelen\uzcinmaster\3. Y.Y\simulation hesaplamalar\AA.mdb)

ID	Name	Source	Type	Frame U-value W/m ² K	Edge U-value W/m ² K	Edge Correlation	Glazing Thickness mm	Pfd	Abs	Color
1	Al no break	ASHRAE	N/A	10.790	N/A	Class1	N/A	57.2	0.90	
2	Al w/break	ASHRAE	N/A	5.680	N/A	Class1	N/A	57.2	0.90	
3	Al flush	ASHRAE	N/A	3.970	N/A	Class1	N/A	57.2	0.90	
4	Wood	ASHRAE	N/A	2.270	N/A	Class1	N/A	69.8	0.90	
5	Vinyl	ASHRAE	N/A	1.700	N/A	Class1	N/A	69.8	0.90	
6	sample-head THM	Therm	Head	2.007	2.350	N/A	26.5	42.9	0.30	
7	sample-jamb THM	Therm	Jamb	2.040	2.350	N/A	26.5	42.9	0.30	
8	sample-sill THM	Therm	Sill	2.001	2.344	N/A	26.5	42.9	0.30	
9	HEAD-ısı bariyerli alüminyum	Therm	Head	6.145	2.416	N/A	24.0	91.8	0.30	
10	JAMB-ısı bariyerli alüminyum	Therm	Jamb	6.402	2.415	N/A	24.0	91.8	0.30	
11	SILL-ısı bariyerli alüminyum	Therm	Sill	6.127	2.410	N/A	24.0	91.8	0.30	
12	HEAD- kısa ısı bariyerli alüminyum	Therm	Head	3.660	2.378	N/A	24.0	96.2	0.30	
13	JAMB- kısa ısı bariyerli alüminyum	Therm	Jamb	3.652	2.295	N/A	24.0	96.2	0.30	
14	SILL- kısa ısı bariyerli alüminyum	Therm	Sill	3.652	2.295	N/A	24.0	96.2	0.30	
15	HEAD-uzun ısı bariyerli alüminyum	Therm	Head	2.994	2.303	N/A	24.0	95.3	0.30	
16	JAMB-uzun ısı bariyerli alüminyum	Therm	Jamb	2.987	2.376	N/A	24.0	95.3	0.30	
17	SILL-uzun ısı bariyerli alüminyum	Therm	Sill	2.987	2.376	N/A	24.0	95.3	0.30	
18	HEAD-uzun ısı bariyerli 75 lk. al	Therm	Head	3.175	2.309	N/A	24.0	95.2	0.30	
19	JAMB-uzun ısı bariyerli 75 lk. al	Therm	Jamb	3.137	2.317	N/A	24.0	95.2	0.30	
20	SILL-uzun ısı bariyerli 75 lk. al	Therm	Sill	3.137	2.317	N/A	24.0	95.2	0.30	
21	HEAD-uzun ısı bariyerli 70 lk. al	Therm	Head	3.120	2.279	N/A	24.0	95.3	0.30	
22	JAMB-uzun ısı bariyerli 70 lk. al	Therm	Jamb	3.087	2.276	N/A	24.0	95.3	0.30	
23	SILL-uzun ısı bariyerli 70 lk. al	Therm	Sill	3.087	2.276	N/A	24.0	95.3	0.30	
24	HEAD-uzun ısı bariyerli 80 lk. al	Therm	Head	3.286	2.286	N/A	24.0	95.2	0.30	
25	JAMB-uzun ısı bariyerli 80 lk. al	Therm	Jamb	3.287	2.286	N/A	24.0	95.2	0.30	
26	SILL-uzun ısı bariyerli 80 lk. al	Therm	Sill	3.287	2.286	N/A	24.0	95.2	0.30	
27	HEAD- kançık ısı bariyerli 60 lk. al	Therm	Head	2.404	2.407	N/A	24.0	92.4	0.30	
28	JAMB- kançık ısı bariyerli 60 lk. al	Therm	Jamb	2.399	2.413	N/A	24.0	92.4	0.30	
29	SILL- kançık ısı bariyerli 60 lk. al	Therm	Sill	2.399	2.413	N/A	24.0	92.4	0.30	

78 records found

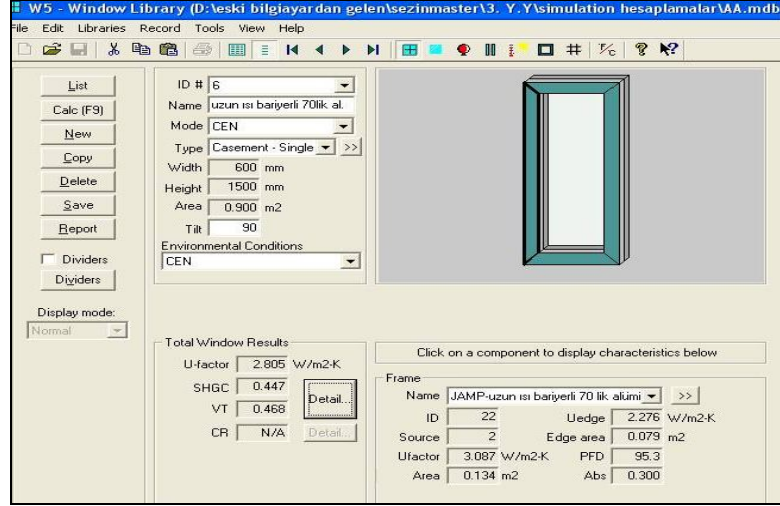
For Help, press F1

Mode: NFRC SI

TR 22:19

Şekil 4.10: WINDOW programına aktarılan doğrama seçenekleri

WINDOW programında <Libraries> komutu altında yer alan <Window> seçeneğinin kullanılmasıyla boyutu belirlenen pencere sistemine, hesaplanmış olan doğrama özellikleri eklenir. Seçilen cam tipinin de sisteme eklenmesinin ardından pencere toplam U-değeri hesaplanır. (Şekil 4.11)



Şekil 4.11: WINDOW programı hesaplama penceresi

4.5 THERM 5.2 ve WINDOW 5.2 Programı ile Hesaplanan U- Değerleri

Özellikleri belirlenmiş olan doğramaların THERM 5 programıyla modellenmesi ve ısı geçirgenlik değerlerinin hesaplanması sonucu doğrama alt başlığı (U_a), doğrama üst başlığı ($U_{\bar{u}}$) ve doğrama kenar dikme U-değerleri (U_k) elde edilmiştir.

Bu değerlerin WINDOW 5 programında kullanılmasıyla, tüm pencere sistemine ait U-değerleri (U_p) hesaplanmıştır.

Bu hesaplamalar sonucu elde edilen değerler Tablo 4.8, Tablo 4.9 ve Tablo 4.10’ da yer almaktadır.

Tablo 4.8: Ahşap Pencere Seçeneklerinin U-değerleri

AHŞAP DOĞRAMA SEÇENEKLERİ							
KOD	ÖZELLİĞİ	Profil Eni (mm)	Profil Yüksekliği (mm)	U_a (W/m ² K)	$U_{\bar{u}}$ (W/m ² K)	U_k (W/m ² K)	U_p (W/m ² K)
AH01	Çam,Ladin,Köknar,Maun	60	90	1.714	1.713	1.714	2.296
AH02	Çam,Ladin,Köknar,Maun	60	110	1.653	1.653	1.653	2.191
AH03	Çam,Ladin,Köknar,Maun	70	110	1.530	1.529	1.530	2.131
AH04	Çam,Ladin,Köknar,Maun	80	110	1.412	1.413	1.412	2.053
AH05	Sekoya,Sedir,Duglas Çamı	70	110	1.337	1.337	1.337	2.043
AH06	Sekoya,Sedir,Duglas Çamı	80	110	1.228	1.228	1.228	1.968

Tablo 4.9:Alüminyum Pencere Seçeneklerinin U-değerleri

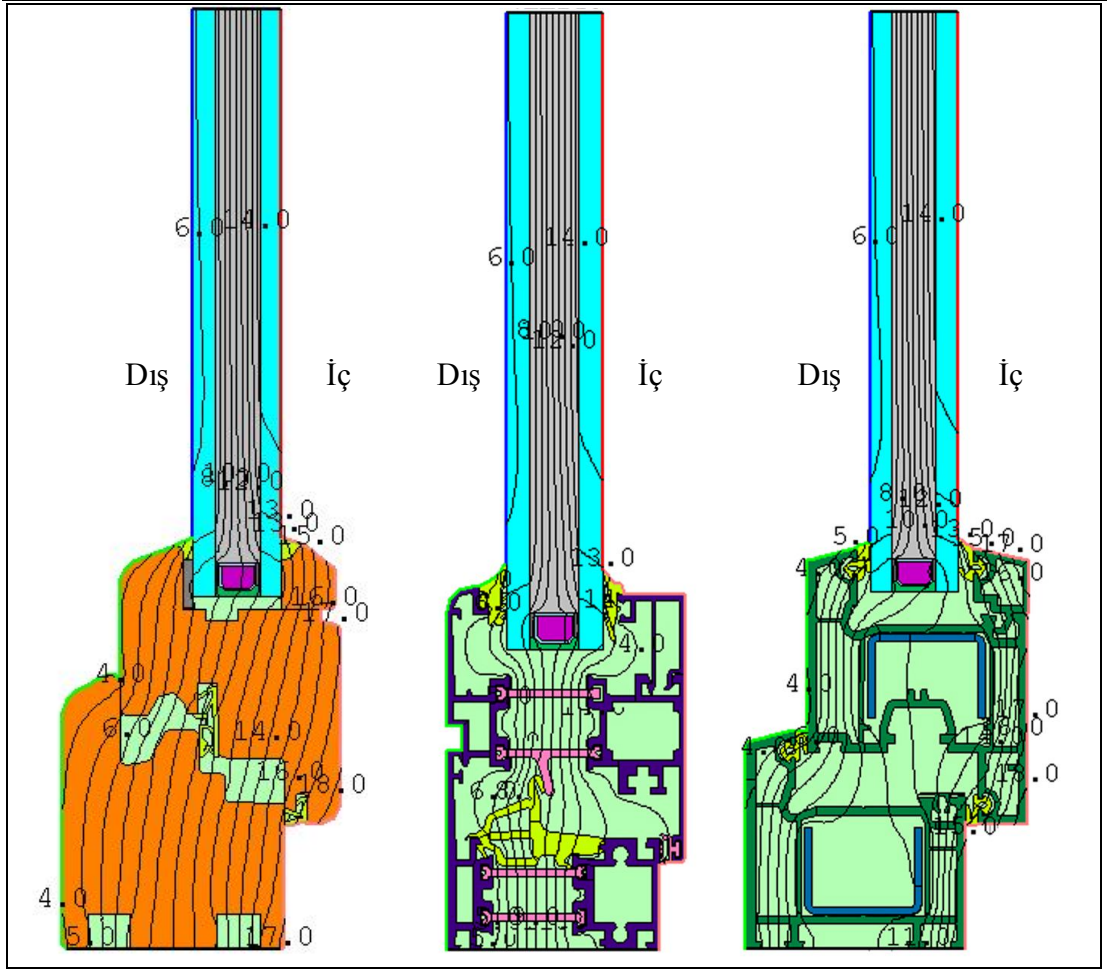
ALÜMİNYUM DOĞRAMA SEÇENEKLERİ							
KOD	ÖZELLİĞİ	Profil Eni (mm)	Profil Yüksekliği (mm)	Ua (W/m²K)	Uü (W/m²K)	Uk (W/m²K)	Up (W/m²K)
AL01	Isı Bariyersiz	60	90	6.127	6.145	6.402	4.098
AL02	Kısa Isı Bariyerli	60	90	3.652	3.660	3.652	3.041
AL03	Uzun Isı Bariyerli	60	90	2.987	2.994	2.987	2.786
AL04	Gelişmiş Isı Bariyerli	60	90	2.399	2.404	2.399	2.560
AL05	Uzun Isı Bariyerli	60	110	2.914	2.921	2.914	2.768
AL06	Uzun Isı Bariyerli	70	90	3.087	3.120	3.087	2.805
AL07	Uzun Isı Bariyerli	80	90	3.287	3.286	3.287	2.886

Tablo 4.10: PVC Pencere Seçeneklerinin U-değerleri

PVC DOĞRAMA SEÇENEKLERİ							
KOD	ÖZELLİĞİ	Profil Eni (mm)	Profil Yüksekliği (mm)	Ua (W/m²K)	Uü (W/m²K)	Uk (W/m²K)	Up (W/m²K)
PV01	3 Odacıklı	60	90	1.955	1.955	1.955	2.367
PV02	3 Odacıklı	60	110	1.872	1.872	1.872	2.301
PV03	4 Odacıklı	60	110	1.831	1.831	1.831	2.279
PV04	3 Odacıklı	70	110	1.703	1.703	1.703	2.209
PV05	4 Odacıklı	70	110	1.650	1.650	1.650	2.185
PV06	5 Odacıklı	70	110	1.610	1.610	1.610	2.164
PV07	6 Odacıklı	75	110	1.561	1.561	1.561	2.125
PV08	6 Odacıklı Orta Contalı	75	110	1.535	1.535	1.535	2.100
PV09	4 Odacıklı	80	110	1.617	1.617	1.617	2.151
PV10	6 Odacıklı	80	110	1.552	1.552	1.552	2.121
PV11	6 Odacıklı Orta contalı	80	110	1.527	1.527	1.527	2.110

4.6 THERM 5.2 Programı ile Hesaplanan Doğrama Isıl Eğrileri

Kesit kalınlığı 60mm, kesit yüksekliği 110 mm olan ahşap, PVC ve alüminyum doğramalara ait ısıl eğri hareketleri Şekil 4.12 de görülmektedir. 1'er derece arayla geçen ısıl eğrilerin doğrultu ve yoğunlukları, seçilen doğramaya bağlı olarak değişiklik göstermektedir.



Şekil 4.12: Ahşap, alüminyum ve PVC doğramalara ait ısııl eğriler

Ahşap doğramada ısııl eğrilerin eşit aralıklarla, düzenli bir yol izledikleri görülmektedir. Homojen bir dağılım söz konusudur. Alüminyum doğramada ise ısııl eğriler özellikle ısı bariyerleri etrafında yoğunlaşmaktadır. Isı bariyerleri, ısı geçişine izin vermemektedir. PVCde ısııl eğriler birinci ve üçüncü odacıkta daha yoğundur. PVCde rijitlik sağlamak amaçlı kullanılan destek sacı iç yüzeye ısı iletimini arttırmaktadır.

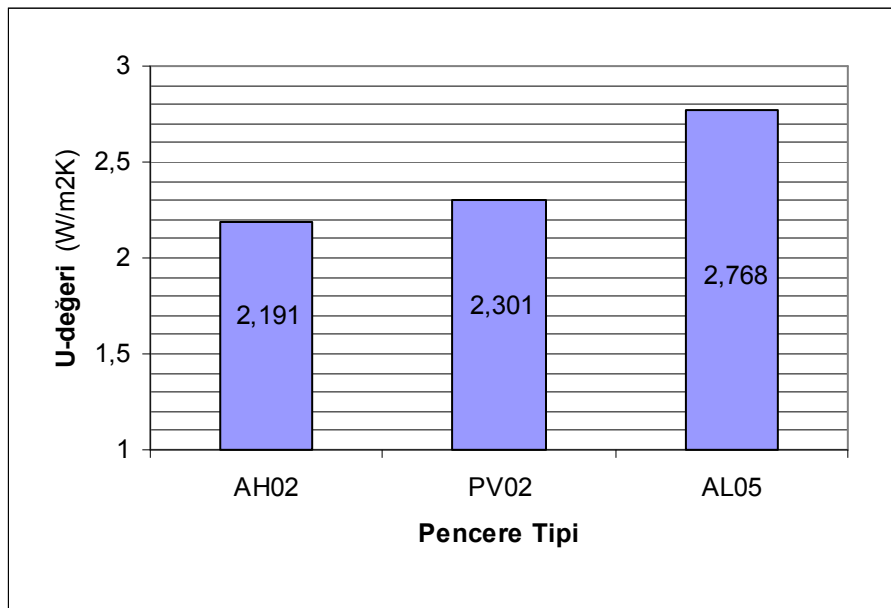
5. FARKLI DOĞRAMA SEÇENEKLERİNİN, PENCERE SİSTEMİNİN ISIL PERFORMANSINA ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

5.1 Doğrama Malzeme Özelliklerine İlişkin Değerlendirmeler

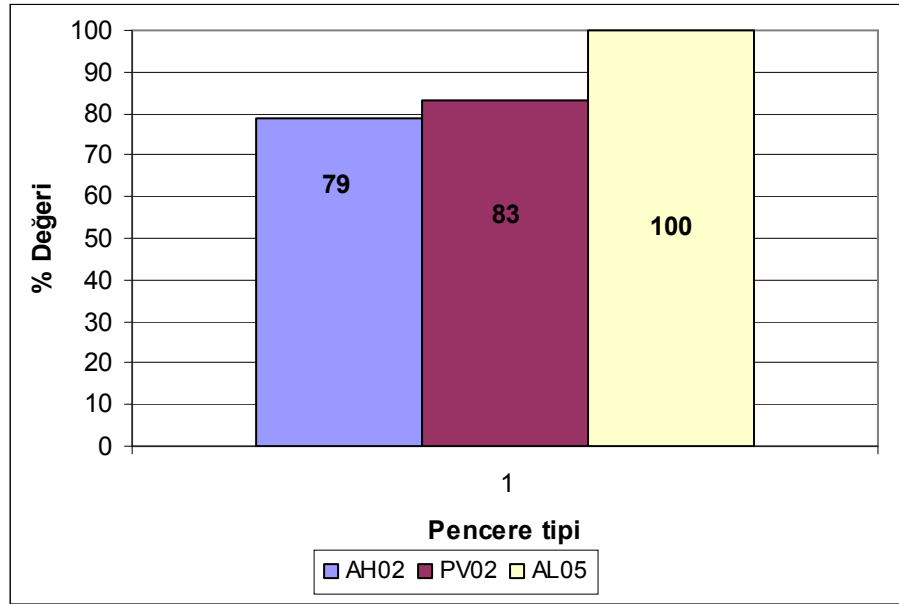
Doğrama malzemesi pencere toplam U-değerini etkilemektedir. Ahşap, alüminyum veya PVC doğrama kullanımı bu sebeple önem taşımaktadır.

5.1.1 Doğrama Malzemesi

Pencerelerde kullanılan doğrama malzemesinin, pencere ısı performansına olan etkisi bu bölümde değerlendirilecektir. Aynı kesit kalınlığına ve yüksekliğine sahip ahşap, alüminyum ve PVC doğramalar ele alınmıştır. Tablo 4.8, Tablo 4.9 ve Tablo 4.10'da yer alan AH02, AL05 ve PV02 pencere tipleri değerlendirmelerde kullanılmıştır. Değerlendirmelere ait grafikler Şekil 5.1 ve Şekil 5.2'de görülmektedir.



Şekil 5.1: Doğrama malzeme seçeneklerine bağlı U-değerleri

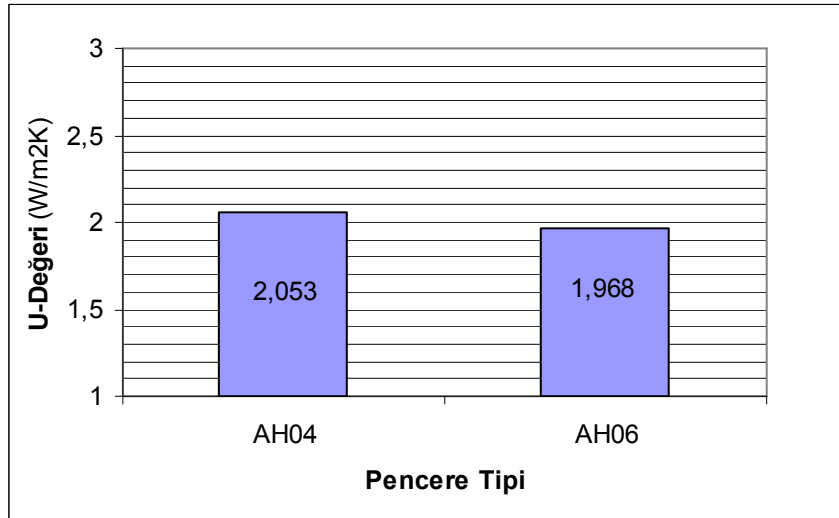


Şekil 5.2: Farklı doğrama malzemelerine bağlı olarak pencere sistemi U-değerlerinde meydana gelen artış yüzdeleri

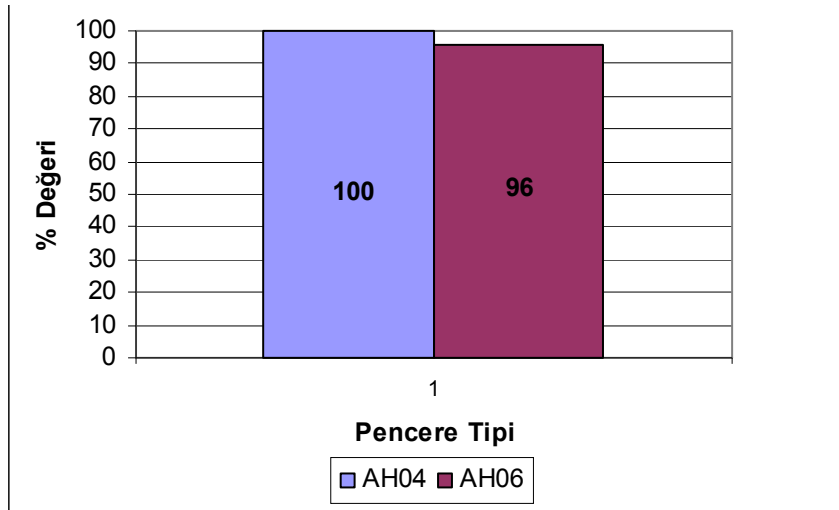
Şekil 5.1 ve Şekil 5.2’de görüldüğü gibi kalınlığı 60mm, yüksekliği 110mm alınan aynı cam ünitesine sahip ahşap, PVC ve alüminyum doğrama seçenekleri arasında ahşap doğramadan, alüminyum doğramaya gidildikçe pencere sistemine ait U-değeri artmaktadır. PVC doğramanın ısıl performansı alüminyumdan %17 oranında, ahşap doğramanın ise PVCden %4 oranında daha iyidir.

5.1.2 Ahşap Malzeme Türü

Pencerde kullanılan ahşap malzeme, ağaç türüne bağlı olarak farklı ısıl performans değerleri göstermektedir. Tablo 4.8’de U-değerleri farklı ağaç türlerine ait ahşap doğramalar mevcuttur. İlki çam, ladin, köknar, maun gibi ağaçlar, ikincisi ise, daha düşük U-değerine sahip sekoya, sedir, duglas çamıdır. Farklı ahşap türlerinin ısıl performansa etkilerinin değerlendirilebilmesi için kesit kalınlığı ve yüksekliği aynı olan AH04 ve AH06 pencere tipleri değerlendirilmeye alınmıştır. (Şekil 5.3, Şekil 5.4)



Şekil 5.3: Ahşap türüne bağlı U-değerleri



Şekil 5.4: Ahşap türüne bağlı olarak pencere sistemi U-değerlerinde meydana gelen artış yüzdesi

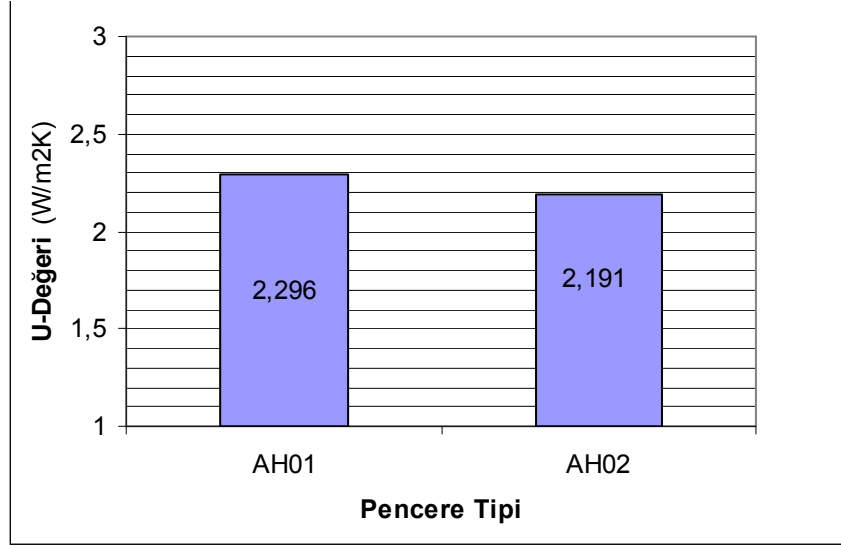
Doğramalarda kullanılan ahşap türündeki farklılaşmanın pencere sistemi U-değerinde %4 oranında azalma sağladığı görülmektedir. Bu değer pencere sistemleri için önemli bir değerdir.

5.2 Doğrama Boyutsal Özelliklerine İlişkin Değerlendirmeler

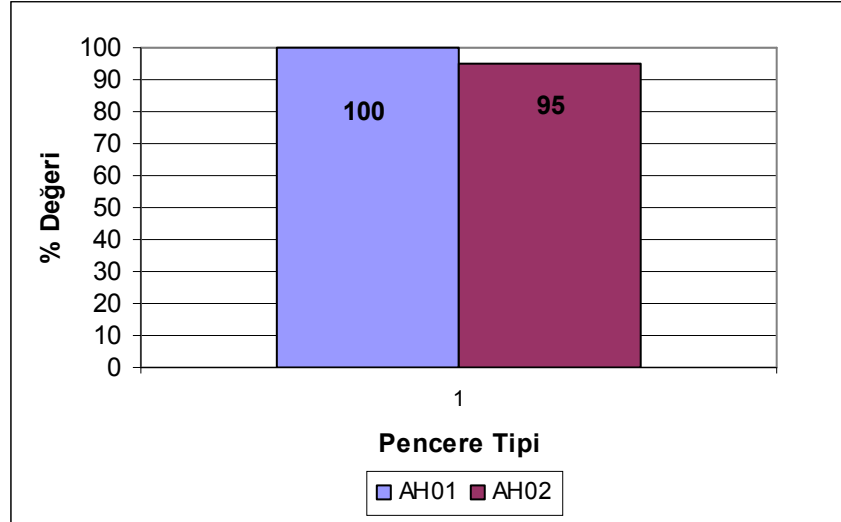
Pencere sistemi toplam U-değeri, doğramanın kapladığı alana ve doğrama en kesit genişliğine bağlı olarak değişmektedir.

5.2.1 Doğrama Alanı

Cam ve doğrama alanının, pencere toplam U-değerine olan etkisini görebilmek için malzeme özelliği ve kesit kalınlığı aynı olan ancak kesit yüksekliği 90mm ve 110mm olarak değişen ahşap, alüminyum ve PVC doğramalar ele alınmıştır. Değerlendirme için seçilecek olan pencere tipleri Tablo 4.8, Tablo 4.9 ve Tablo 4.10'da yer alan AH01, AH02, AL03, AL05 ve PV01, PV02'dir.

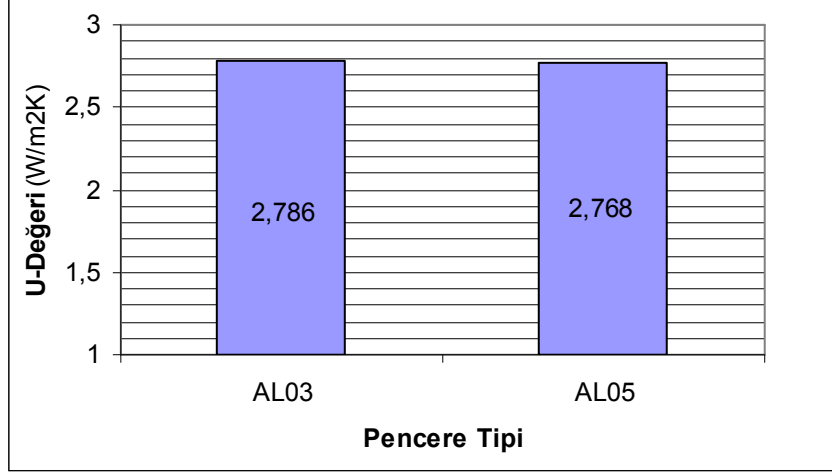


Şekil 5.5: Ahşap doğrama alanına bağlı U-değerleri



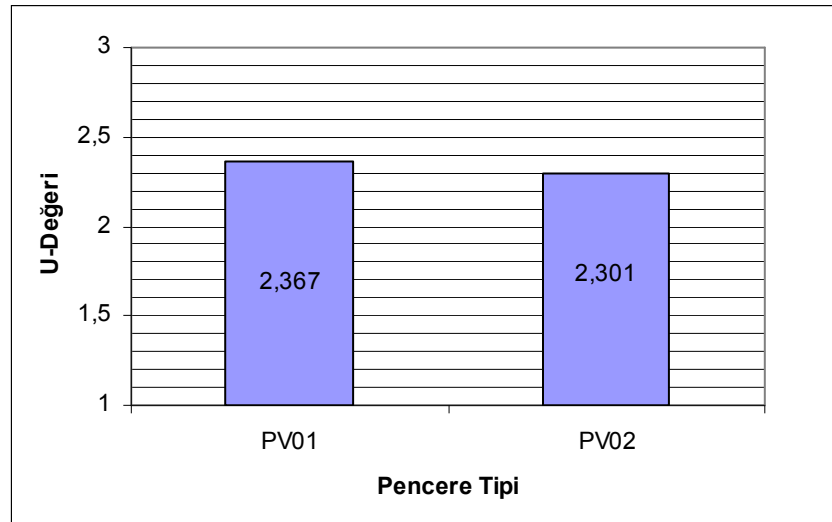
Şekil 5.6: Ahşap doğrama alanına bağlı olarak pencere sistemi U-değerlerinde meydana gelen artış yüzdesi

Şekil 5.5 ve Şekil 5.6’da yer alan, ahşap doğrama alanının ısı performansına etkisini incelediğimizde, doğrama alanının artıkça, U-değerinin düştüğü görülmektedir. Pencere alanı içerisinde doğrama alanı %38.4’den %45.9’a çıktığında U-Değeri %5 oranında düşmektedir.

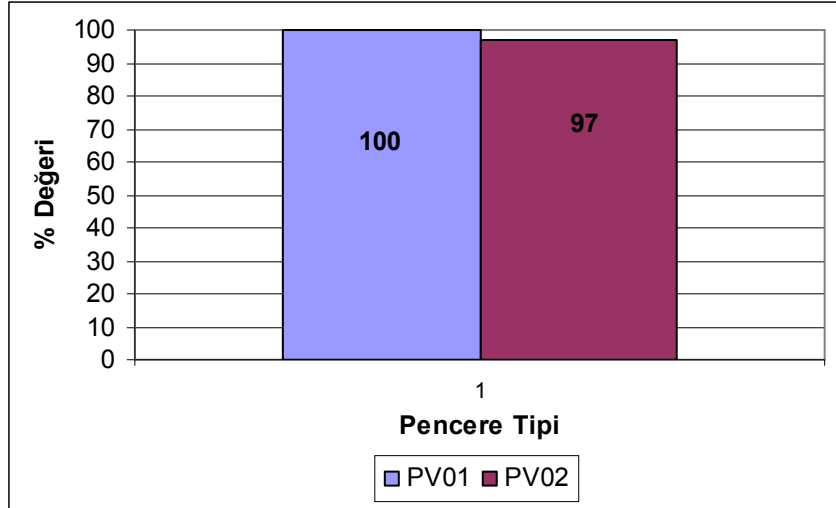


Şekil 5.7: Alüminyum doğrama alanına bağlı U-değerleri

Alüminyum doğrama alanındaki değişimin sisteme etkisi incelendiğinde ise %1 oranında bir fark görülmektedir. Doğrama alanındaki artış U-değerinde azda olsa bir düşüşe sebep olmakta ancak toplam performansı önemli oranda etkilemediği görülmektedir.



Şekil 5.8: PVC doğrama alanına bağlı U-değerleri



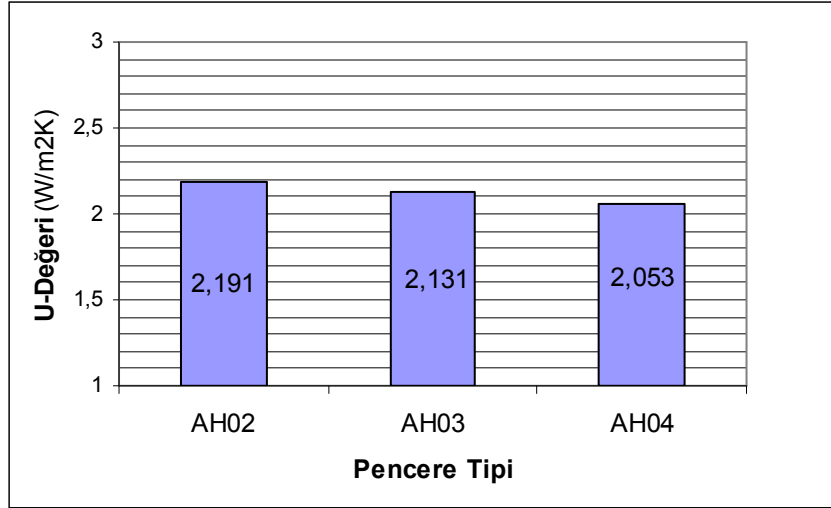
Şekil 5.9: PVC doğrama alanına bağlı olarak pencere sistemi U-değerlerinde meydana gelen artış yüzdesi

Kalınlığı (60mm), odacık sayısı (3 odacık) aynı olan PVC doğramaların alanında meydana gelen artış, U- değerinde %3 lük bir iyileşme sağlamaktadır. (Şekil 5.9)

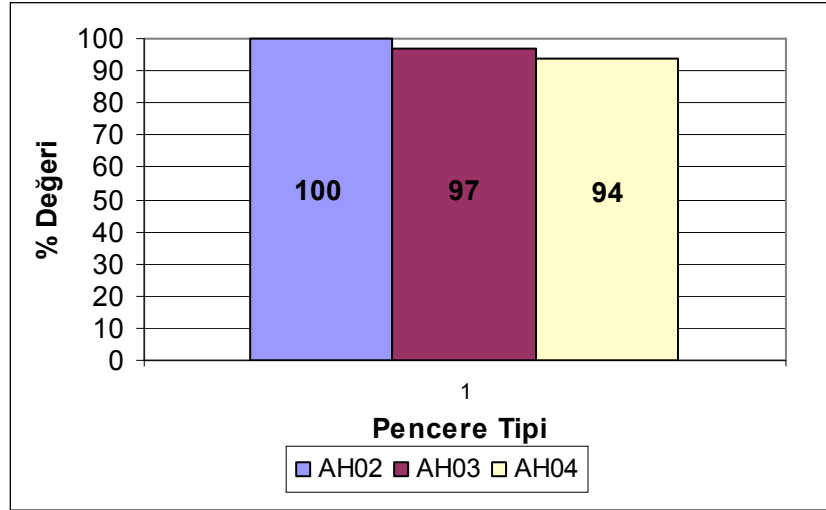
Çalışmada esas alınan 60mm x 150mm boyutlarındaki bir pencerenin doğrama alanında gerçekleşen %7.5 luk artış en çok ahşap, ardından PVC, son olarak ise alüminyum pencerelerin toplam U-değerini etkilemektedir.

5.2.2 Doğrama Kesit Kalınlığı

Pencerelerde, doğrama kesit kalınlığının ısı performansına etkisini değerlendirebilmek için tüm özellikleri aynı, kalınlıkları farklı doğrama kesitlerinin karşılaştırılması gerekmektedir. Bu amaçla, ahşap, alüminyum ve PVC'ye ait Tablo 4.8, Tablo 4.9 ve Tablo 4.10'da yer alan AH02, AH03, AH04 AL03, AL06, AL07 ve PV03, PV05, PV09 pencere tiplerine ait U-değerleri karşılaştırılacaktır.

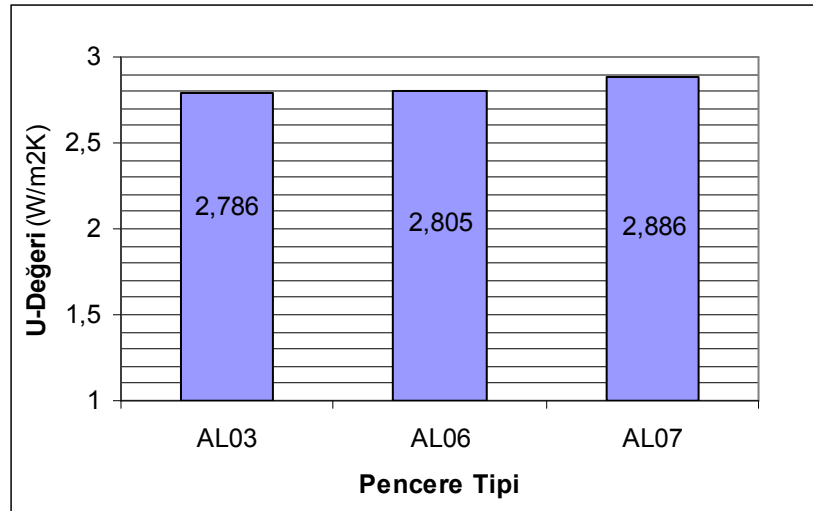


Şekil 5.10: Ahşap doğrama kesit kalınlığına bağlı U-değerleri

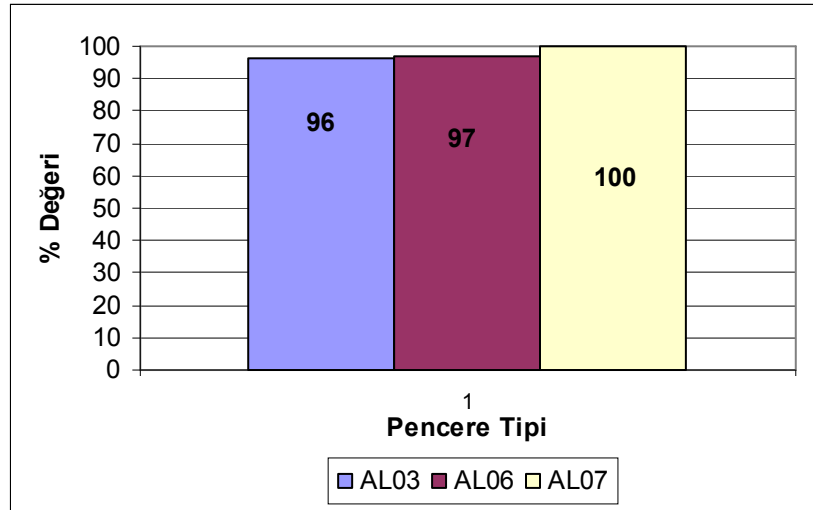


Şekil 5.11: Ahşap doğrama kesit kalınlığına bağlı olarak pencere sistemi U-değerlerinde meydana gelen artış yüzdesi

Ahşap türü, pencere içerisindeki alanı ve kesit özellikleri aynı ancak en kalınlığı 60mm, 70mm ve 80mm arasında değişen doğramalar karşılaştırıldığında, ahşap doğrama eni 60mm'den 70mm'ye çıktığında U-değerinde %3'lük, 70mm'den 80mm'ye çıktığında ise yine %3'lük bir düşüş olduğu görülmektedir. Doğramanın kesit kalınlığı arttıkça, ısı performansıda artmaktadır.(Şekil 5.11)

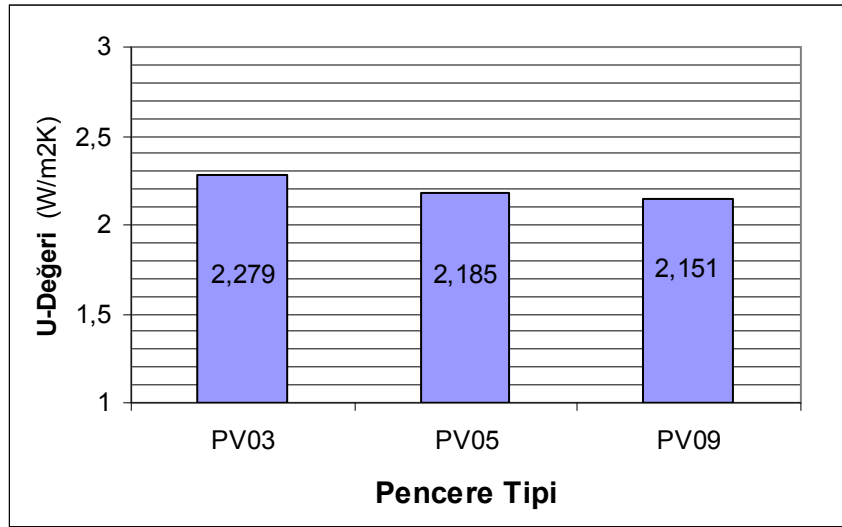


Şekil 5.12: Alüminyum doğrama kesit kalınlığına bağlı U-değerleri

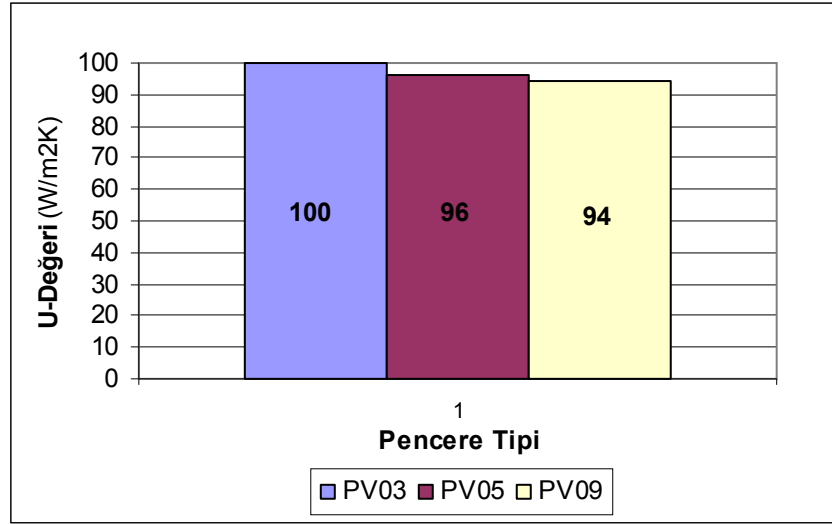


Şekil 5.13: Alüminyum doğrama kesit kalınlığına bağlı olarak pencere sistemi U-değerlerinde meydana gelen artış yüzdesi

Uzun ısı bariyerli, pencere yüzeyinde kapladığı alan ve kesit yüksekliği aynı ancak kesit kalınlığı, 60mm, 70mm ve 80mm arasında değişen alüminyum doğrama tiplerinin, pencere ısı performansına olan etkisi incelendiğinde, doğrama kesitinde meydana gelen artışın ahşap doğramanın tersine, U-değerini artırdığını görmekteyiz.



Şekil 5.14: PVC doğrama kesit kalınlığına bağlı U-değerleri



Şekil 5.15: PVC doğrama kesit kalınlığına bağlı olarak pencere sistemi U-değerlerinde meydana gelen artış yüzdesi

Kesit yüksekliği 110 mm, odacık sayısı 4, kesit kalınlığı 60mm, 70mm ve 80mm olarak değişen PVC doğramalar incelendiğinde, artan kesit kalınlığına bağlı olarak U-değerlerinde düşüş görülmektedir. Kesit kalınlığı 60mm'den 70mm'ye çıktığında %4, 70mm'den 80mm'ye çıktığında ise %2 oranında bir iyileşme söz konusudur.

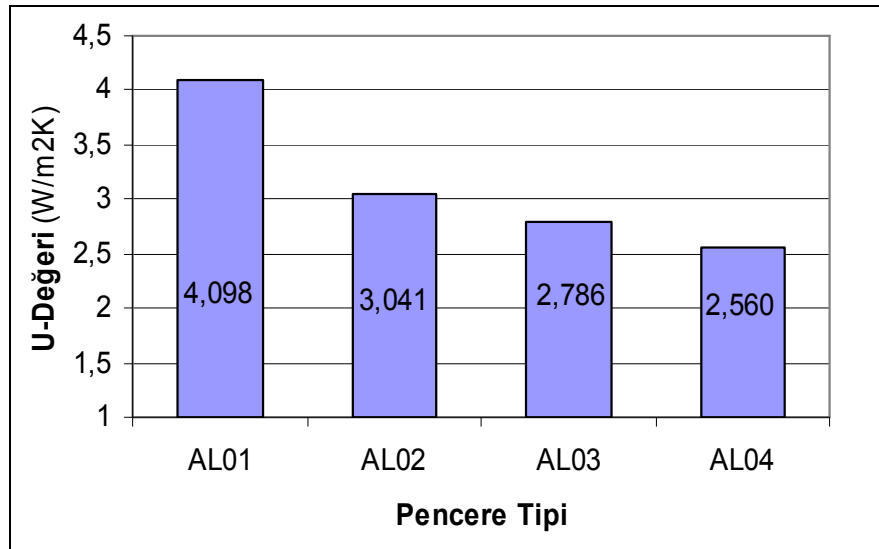
Sonuç olarak, doğrama kesitinde meydana gelen değişimin, pencere ısı performansına olan etkisi incelendiğinde, ahşap ve PVC doğramalarda kesit kalınlığı arttıkça U-değerinin düştüğü, alüminyumda ise kesit kalınlığı arttıkça, U-değerinin arttığı görülmektedir.

5.3 Doğrama Kesit Özelliklerine İlişkin Değerlendirmeler

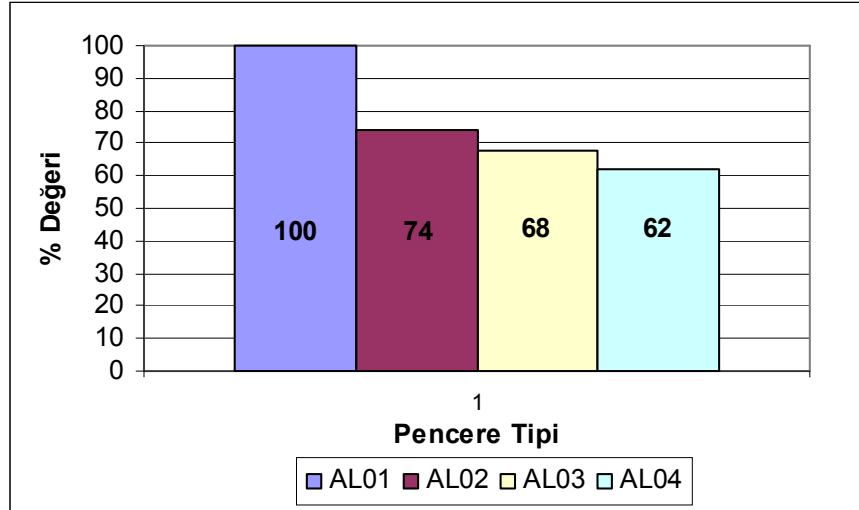
Tercih edilen malzemeye bağlı olarak doğramalara ait farklı özellikler mevcuttur. Bu özellikler pencere ısıl performans özelliklerini etkilemektedir. Alüminyumda kullanılan ısı bariyeri tipi, PVC doğrama oda sayısı ve conta çeşidi pencere sistemi toplam U-değerini değiştirmektedir.

5.3.1 Alüminyum Doğrama Isı Bariyerleri

Alüminyum doğramalar, ısı bariyersiz olabildiği gibi bunun yanında farklı ısı bariyerleri kullanılarak da üretilmektedir. Isı bariyerlerindeki farklar pencere ısıl performansında değişikliğe neden olmaktadır. U-değerlerinde meydana gelen farklılıkları değerlendirebilmek için Tablo 4.9’de U-değerleri görülen AL01, AL02, AL03 ve AL04 kodlu; ısı bariyersiz, kısa ısı bariyerli, uzun ısı bariyerli ve gelişmiş ısı bariyerli, kesit kalınlığı 60mm, kesit yüksekliği ise 90mm olan pencere tipleri ele alınacaktır.



Şekil 5.16: Isı bariyeri türüne bağlı U-değerleri



Şekil 5.17: Isı Bariyeri türüne bağlı olarak pencere sistemi U-değerlerinde meydana gelen artış yüzdesi

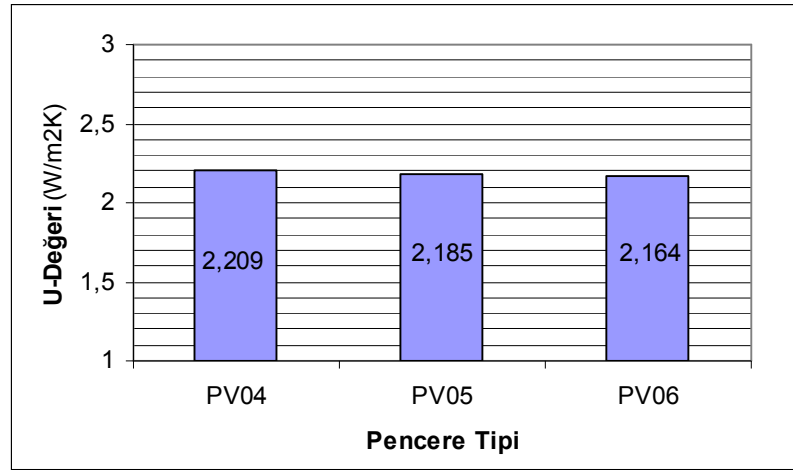
Alüminyum doğramada, ısı bariyersiz ürünlerden, sırasıyla kısa ısı bariyerli, uzun ısı bariyerli ve gelişmiş ısı bariyerli ürünlere gidildikçe, U-değerinin oldukça düştüğü görülmektedir. Kısa ısı bariyerli ürünlerde bariyersize göre %26'lık bir değişim söz konusudur. Bu oran uzun ısı bariyeri ve gelişmiş ısı bariyeri kullanımına gidildikçe %32 ve %38 oranında azalmaktadır.

Hesaplamalar sonucunda ısı bariyerlerinin pencere toplam U-değerinde oldukça büyük etkiye sahip olduğu görülmektedir. Ulaşılan değerler, pencere U-değerleri açısından oldukça yüksektir.

5.3.2 PVC Doğramada Kesit Farklılıkları

PVC Doğrama Odacık Sayısı

PVC doğramalar farklı odacık sayılarında üretilebilmektedir. Doğramalardaki odacık sayısı pencereye ait ısı performans değerini etkilemektedir. U-değerinde meydana gelen değişimi değerlendirebilmek için, 3, 4 ve 5 odacıklı, kesit kalınlığı 70 mm, kesit yüksekliği 110 mm olan PVC doğramalar incelenmiştir. Tablo 4.10'da yer alan PV04, PV05 ve PV06 kodlu pencere tiplerine ait U-değerleri değerlendirilecektir.

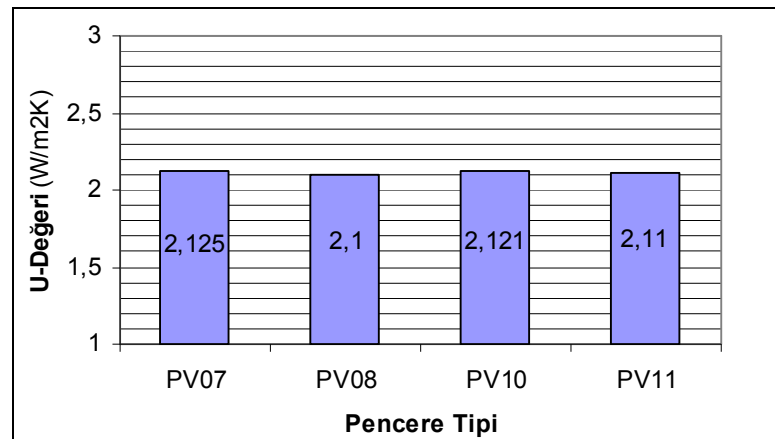


Şekil 5.18: PVC doğrama odacık sayısına bağlı U-değerleri

İncelenen örneklerde U-değerleri arasında %1 oranında bir değişimin söz konusu olduğu görülmektedir. Odacık sayısı arttıkça U-değeri düşmektedir ancak tek başına odacık sayısının sisteme olan etkisi oldukça düşüktür. Bu durumda PVC pencerelerdeki odacık sayısındaki artış, esas olarak ısı performansını iyileştirmeye yönelik değil rüzgar etkilerine veya cam yüzey alanının artmasına bağlı taşıyıcılık ölçütlerinin sağlanmasına yönelik bir tedbir olarak ele alınmalıdır.

PVC Doğrama Conta tipi

Pencerelerde yer alan contalar, pencere ısı performansını etkilemektedir. Pencerelerde orta conta bulunması veya bulunmaması sisteme ait U-değerini değiştirmektedir. Tablo 4,10'da yer alan 75mm ve 80mm'lik orta contasız ve orta contalı, PV07, PV08, PV10 ve PV11 kodlu pencere tipleri ısı performans değerleri açısından değerlendirilecektir.



Şekil 5.19: PVC doğrama conta tipine bağlı U-değerleri

PVC doğramalarda orta conta kullanımının pencere toplam U-değerine olan etkisi %1 oranındadır. Orta contalı PVC pencere U-değerinin, orta contasız PVC pencere U-değerinden %1 oranında daha düşük olduğu görölmektedir. Orta conta kullanımı U-değerini düşürmektedir ancak tek başına pencere U-değerine etkisi oldukça düşüktür ve tek başına ısı performansını etkilediği söylemek olası değildir.

6. GENEL SONUÇLAR

Yapı dış kabuğunu oluşturan önemli bileşenlerden biri olan pencereler gelişen teknoloji paralelinde, gerek işlevsel gerekse estetik yönleri açısından ilerlemekte ve kullanıcı ihtiyaçlarına daha iyi çözümler sunmaktadır. Saydam cephe elemanları olarak pencereler, gerek ses ve ışık, gerekse ısı ve güvenlik açısından dış kabuğun zayıf noktalarını oluşturmaktadır. Bu sebeple, yapılarda kullanılan pencereler, kullanıcının dış ortamla olan bağlantısını ve ışık, hava gibi doğal ihtiyaçlarını sağlarken, iç ortam konfor şartlarını da koruyabilecek özellikte ve teknolojide olmalıdır. Bu amaçla, araştırmalar devam etmekte ve pencere teknolojisi sürekli gelişmektedir.

Günümüzde gelişen yapı teknolojisi, enerji odaklı olup, enerji etkin yapı tasarımını ve ısıtma-soğutma gibi enerji yüklerini minimuma indirmeyi hedeflemektedir. Bu konuda, pencerelere de önemli görevler düşmektedir. Pencere sistemleri ısı kayıpların oldukça fazla yaşandığı büyük saydam alanlardır. Meydana gelen ısı kayıplarını azaltmak amacıyla, pencerelerde farklı çözümlere gidilmektedir.

Pencere sistemi ısı performansı, cam ünitesi U-değeri ve doğrama U-değerinin etkisiyle oluşan pencere toplam U-değerine göre değerlendirilmektedir. Bugüne kadar yapılmış olan çalışmaların çoğu, cam ünitesinin ısı performansının değerlendirilmesine yöneliktir. Bu durum, cam ünitesinin pencere içerisindeki alanının fazlalığına ve cam malzemesinin ısı açıdan zayıf oluşu nedeniyle ısı performansına olan etkisine bağlanabilir. Ancak sistem bir bütündür ve bütünün tüm bileşenleri sisteme etki etmektedir. Bu açıdan doğramanın pencere toplam ısı performansına etkisi göz ardı edilmemesi gereken önemli bir konudur.

Bu çalışma kapsamında, farklı doğrama seçenekleriyle oluşturulan pencere tiplerinin U-değerine olan etkisi incelenmiştir. Çalışma kapsamında konutlarda en çok tercih edilen ahşap, alüminyum ve PVC doğramalar ele alınmıştır. Yirmi dört farklı

doğrama seçeneğiyle oluşturulan pencerelere ait U-değerleri Lawrence Berkeley National Laboratuvarı (LBNL) tarafından üretilen THERM 5.2 ve WINDOW 5.2 programları ile hesaplanmıştır. Tüm seçeneklerde cam tipine ait özellikler ve ortam şartları aynıdır. Elde edilen sonuçlar, ‘doğrama malzeme özelliklerine ilişkin değerlendirmeler’, ‘doğrama boyutsal özelliklerine ilişkin değerlendirmeler’ ve ‘doğrama kesit özelliklerine ilişkin değerlendirmeler’ olmak üzere üç ana başlık altında yer alan toplam altı ölçüt açısından incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

Değerlendirmeler sonucunda; doğramada tercih edilen malzeme türünün önemi ortaya çıkmıştır. Ahşap doğramaların ısı performans değerleri, alüminyum ve PCV’ye göre çok daha başarılıdır. U-değeri alüminyum malzeme yerine PVC malzeme kullanımı durumunda %17, ahşap kullanılması durumunda ise %21 oranında düşmektedir. Bu oranlar pencereler için oldukça büyük değerlerdir ve göz ardı edilmemelidir.

Bir pencere yüzey alanı içerisinde doğrama ve cam yüzeylerin kapladıkları alanlar farklıdır. Boyutu 60 mm’ye 150 mm olan sabit bir pencere de doğrama alanının % 7.5 oranında artması durumunda en çok ahşap doğrama ardından PVC ve daha sonrada alüminyum doğrama U-değerlerinde düşüş yaşandığı görülmektedir. Ahşapta %5, PVC’de %3 oranında olan ısı iyileşme, alüminyumda (%1 oranında) ise yok denecek kadar azdır

Doğramaların kesit kalınlığındaki artışın, ahşap ve PVC de birbirine denk oranda U-değerinde düşüşe sebep olduğu ancak alüminyumda tam tersi bir etki yaratıp U-değerini artırdığı görülmektedir.

Ahşap doğramalarda tercih edilen ağaç türünün %4 oranında etkili olduğu söylenebilir. Isı performans açısından iyi bir ahşap türü tercih edildiğinde, pencere toplam U-değeri düşmektedir.

Alüminyum doğramada ısı bariyerlerin önemi yine bu çalışma paralelinde ortaya konmuştur. Kullanılan ısı bariyeri türü, alüminyum doğramalardaki en önemli parametredir ve sisteme ait U-değerini çok büyük oranlarda etkilemektedir.

PVC’ye ait odacık sayısının ise, aynı kesit kalınlığındaki doğramalar incelendiğinde, sisteme etkisinin yok denecek kadar az olduğu görülmektedir. 3, 4 ve 5 odacıklı

ürünler arasında U-değerinde sadece %1 oranında bir düşüş gerçekleşmektedir. Yine PVC doğramada kesitinde kullanılan orta contalar da sistemi %1 oranında etkilemektedir. Bu oran oldukça düşüktür.

Sonuç olarak, pencere sistemi ısıl performansı değerlendirilirken, öncelikle malzeme seçimi önem taşımaktadır. Ahşap malzeme seçilmesi durumunda pencere sistemi U-değerini öncelikle ahşap doğrama alanının, ardından ahşap türünün ve daha sonrada kesit kalınlığının etkilediği söylenebilir. Alüminyum doğrama kullanımı durumunda ise, öncelikle ısı bariyeri tipi, ardından kesit kalınlığı ve son olarak da doğrama alanı gelmektedir. PVC malzeme de ise kesit kalınlığını, doğrama alanı, odacık sayısı ve conta tipi takip etmektedir. Pencere sistemi toplam U-değerine etki eden doğrama özellikleri, Tablo 6.1 ve Şekil 6.1’ de etki ediş düzeyine göre bir (az etkili) ve üç (çok etkili) değerleri arasında gösterilmiştir.

Tablo 6.1: Doğrama özelliklerinin U-değerine etki ediş düzeyi

Doğrama Malzemesi	Ahşap Doğrama		Alüminyum Doğrama		PVC Doğrama	
	Etki düzeyi	Yüzde	Etki düzeyi	Yüzde	Etki düzeyi	Yüzde
Ahşap Türü	2	%4	-		-	-
Doğrama Alanı	3	%5	1	(%1)	2	%3
Kesit Kalınlığı	1	%3	2	(%1-%4)	3	%2-%6
Isı Bariyerleri	-		3	(%6%38)	-	-
Odacık Sayısı	-		-		1	%1
Conta tipi	-		-		1	%1



Şekil 6.1: Doğrama özelliklerinin U-değerine etki ediş düzeyi

Bu çalışmada pencere sistemlerinin, doğrama alt bileşenine bağlı olarak, ısıı performans özelliklerinde meydana gelen değişim incelenmiştir. Ancak bu inceleme eleman düzeyindedir ve yapı düzeyinde, konum, iklimsel özellikler gibi etmenlere bağlı değerlendirmeleri kapsamamaktadır. Bundan sonraki çalışmalarda pencere sistemlerinde tercih edilen doğrama sistemlerinin, yapı düzeyinde ısıı performansa etkisi değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] **Berköz, S.**, 1975. Yapımda Sistemler Yaklaşımı, İ.T.Ü, İstanbul.
- [2] **Balanlı, A., Öztürk, A.**, 2006. Yapı Biyolojisi Yaklaşımlar, Y.T.Ü, İstanbul.
- [3] **Balanlı, A.**, 1983. Doğramalar, Ders Notu I, Y.T.Ü, İstanbul
- [4] **Arasteh D., Carmody J., Lee, E., Selkowitz S., Willmert, T.**, 2003. Window Systems For High-Performance Buildings, W.W. Norton & Company, London.
- [5] **Ashrae.**, 2005. Ashrae Handbook, Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air – Conditioning Engineers, Inc., Atlanta, USA.
- [6] **Ashrae.**, 1993. Ashrae Handbook, Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air – Conditioning Engineers, Inc., Atlanta, USA.
- [7] **Mitchell, R., Kohler, C., Arasteh, D.**, 2003, THERM 5 / WINDOW 5 Simulation Manuel, Lawrence Berkeley National Laboratory, LBNL-48255.
- [8] **Button, D., Pye Brain.**, 1993. Glass in Building, A Guide to Modern Architectural Glass Performance, Pilkington Glass Limited, London, England.
- [9] **Keith, E. and Elder, P.B.**, 2001. Energy Management Handbook- Building Envelope, The Fairmont Press, Washington.
- [10] **Ashrae.**, 2004. 90.1 User's Manual, American Society of Heating, Refrigerating and Air – Conditioning Engineers, Inc., Atlanta, USA.
- [11] **Schittich, C.**, 2001. In Detail Building Skins, Concepts, Layers, Materials, Birkhauser-Publishers for Architecture, Berlin.
- [12] **Binan, M.**, 1995. Ahşap Pencereleler, Birsen Yayınevi Ltd. Şti., İstanbul.

- [13] **Carmody, J. and Selkowitz S.**, 2004. Time Sever Standards for architectural Design, in Windows, pp. 1-13, Eds. Watson, D, and Crosbie, M.J., McGraw-Hill Companies Inc., New York.
- [14] **Givoni, B.**, 1991. Handbook of Architectural Technology, in Window in Buildings, pp. 293-306, Eds. Cowen, H, J., Van Nostrand Reinhold, New York.
- [15] **Arasteh, D., Carmody J., Hescong L., Selkowitz S.**, 2000. Residential Windows, A Guide to New Technologies and Energy Performance, W.W. Norton & Company, London.
- [16] **İzgi, U.**, 1983. Pencere – Hafif Cepheler, Yardımcı Koruyucular, Yay Yayıncılık Tic. Ltd. Şti., İstanbul.
- [17] **Ayçam, İ., Utkutuğ, G.S.**, 1999. Farklı Malzemelerle Üretilen Pencere Tiplerinin Isıl Performanslarının İncelenmesi ve Enerji Etkin Pencere Seçimi, *IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi*, İzmir, Kasım, s. 61-73.
- [18] **Allen, E.**, 1998. Fundamentals of Building Construction, John Wiley & Sons. Inc., USA.
- [19] **Hardie, G.M.**, 1995. Building Construction Principles – Practices - Meterials, Prentice Hall, New Jersey.
- [20] **Ledbetter, S.R., Walker, A.R., and Keiller, A.P.**, 2006. Structural Use of Glass, *Journal of Architectural Engineering*, **12**, 137-149.
- [21] **Trakya Cam.**, 2006. Yapıda Cam, *Mimarlıkta Malzeme Dergisi* , **1**, 15-21.
- [22] **Manfra, L.**, 2007. Electrochromic glass is revolutionizing daylighting control, *Architect Magazine, Architect On Line*.
- [http://www.architectmagazine.com/industry-news-print.asp?sectionID=1550&articleID=489119].
- [23] **Arasteh, D.**, 1995. Advances in Window Technology: 1973-1993, Ernest Orlando Lawrence Berkley National Laboratory, California, USA.
- [24] **Barry, R.**, 1994. The Construction of Buildings, Blackwell Scientific Publications, Oxford.

- [25] **Mills, H., Lemaitre, A.,** 1996. Windows & Skylights, Sunset Publishing Corporation, United States.
- [26] **Bower, J.,** 2000. Healthy House Building for the New Millennium, Healthy House Institute, Bloomington.
- [27] **Ching, F.D.K., Winkel, S.R.,** 2003. Building Codes Illustrated., John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.
- [28] **Levy, S.M.,** 2001. Construction Building Envelope and Finishes Databook, McGraw – Hill Companies Inc., U.S.A.
- [29] Greener Building Center for Resource Conservation
[http://www.greenerbuilding.org/buying_advice.php?cid=58].
- [30] **Bower, J.,** 2001. Healthy House, The Healthy House Institute, Bloomington.
- [31] **Popescu, C.M., Phaobunjong, K., and Ovararin, N.,** 2003. Estimating Building Costs, Doors and Windows, Marcel Dekker Inc., New York.
- [32] **Uçar, C.,** 2007. Kişisel görüşme.
- [33] **Gustavsen, A., Jelle, B.P., Arasteh, D., Kohler, C.,** 2007. State of the Art Highly Insulating Window Frames – Research and Market Review, AIT AS e-dit, Norway.
- [34] **Tamer, O.M.,** 2003. Pencere İmalatı, Aka Ofset A.Ş., İstanbul.
- [35] **Sahmidt, J.,** 2005. Bir Cephe Elemanı Olarak ‘Pencere Bağlantıları’ yeni Yapılarda Gelişmeler ve Öneriler, Rosenheim
- [36] **Thumann, A.,** 2002. Plant Engineers and Managers Guide to Energy Conservation, Reducing Building Energy Losses, The Fairmont Press, Washington.
- [37] **Lechner N.,** 1991. Heating, Cooling, Lighting Design Methods for Architects, John Wiley & Sons, Canada.
- [38] **Turner, D.P.,** 1971. Windows and Environment, Windows and Heat, Pilkington Brothers Limited, USA.

- [39] **Özkan, E.**, 1976. Yapım Sistemlerinin Seçimi İçin Bir Yöntem, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [40] **Staib, S., Sobek, B.S.**, 1999. Glass Construction Manual, Birkhauser – Publishers for Architecture, Basel, Switzerland.
- [41] **TS EN 673**, 2001. Cam Yapılarda Kullanılan- Isı geçirgenliğinin (U değeri) Tayini- Hesaplama Metodu, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [42] **Sengupta, J., Chapman, K.S., Keshavars, A.**, 2005. Window Performance for Human Thermal Comfort, ASHRAE, USA.
- [43] **International Code Council.**, 2007. International Energy Conservation Code, International Code Council, Inc, USA.
- [44] **Gonçalves, H.**, 2007. Intelligent Energy Europe, *Review of performance regulation affecting product characteristics per country/climatic zones*, Ineti, Portugal.
- [45] **Ministry of the Environment.**, 2002. *Thermal Insulation in a Building-Regulations 2003.*, Housing and Building Department., Helsinki, Finland.
- [46] **Chichester District Council.**, 2005. Building Regulations 2000, *Thermal Insulation and Energy Conservation to Dwellings*, West Sussex, UK.
- [47] **TS-825**, 1998. Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [48] **TS-6957**, 1989. Binalarda Pencere Boşlukları Boyutları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [49] **The Office of Energy Efficiency of Natural Resources.**, 2004. Improving Window Energy, Canada.
- [http://www.oeenr.gc.ca/residential/personal/documents/windows-eng.pdf]
- [50] [<http://www.schueco.com/web/tr/home/products/pencere/alueminyum>]
- [51] **Schüco International KG.**, 2004. Sun Control – Active, Germany.

[52] **Glass On Web.**, 2007. Electrochromic glass.

[<http://www.glassonweb.com/glassmanual/topics/index/electrochromic.htm>].

EK-A

Therm 5.2 Programında Yapılan Hesaplamalara Ait Raporlar

Therm Version 5.2 (5.2.14)

Date: Sat Sep 13 10:34:12 2008

Created by:

Created for:

Therm Filename: HEAD60X110 luk ahpap((çam,ladin,kök nar,maun).THM

Cross Section Type: Head

Underlay Name:60x110 Ahpap.dxf

U-factors

Name	Length mm	Basis	U-factor W/m2-K
SHGC Exterior	111.72	Unknown	1.6258
Frame	112.21	Unknown	1.6528
Edge	56.25	Unknown	2.4419

Solid Materials

Name	Conductivity W/m-K	Emissivity
Polyvinylchloride (PVC) Flexible,with 40% Softener*	0.14	0.90
Butyl rubber, (Isobutene), Solid / Hot Melt*	0.24	0.90
Steel - Stainless (Oxidized)*	17.00	0.80
Silica Gel (Desiccant) - Loose Fill*	0.03	0.90
Pine, Spruce, Fir, Larch, Mahogany*	0.14	0.90
Ethylene Propylene Diene Monomer (EPDM)*	0.25	0.90
Butyl rubber*	0.24	0.90

Cavities

Name: Frame Cavity - CEN Simplified

Gas Fill: Air

Convection Model: CEN

Radiation Model: Standard

Poly Heat	Side 1	Side 2	Dimension	Nu	Keff
Cavity	Temp	Emis	Temp	Emis	Horz. Vert. #
ID Flow					
Height					
Dir	C	C	mm	mm	W/m-K
mm					

32	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	22.08	5.31	N/A	0.0913
N/A									
33	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	18.64	12.07	N/A	0.0837
N/A									
34	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	16.12	13.81	N/A	0.0747
N/A									
35	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	3.04	5.00	N/A	0.0354
N/A									
12	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	3.67	2.45	N/A	0.0358
N/A									
15	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.33	5.68	N/A	0.0301
N/A									
16	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.46	4.86	N/A	0.0337
N/A									
17	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.76	2.49	N/A	0.0309
N/A									
18	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.07	1.22	N/A	0.0309
N/A									
19	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.69	1.27	N/A	0.0325
N/A									
20	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	10.96	0.44	N/A	0.0508
N/A									
21	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	11.10	0.77	N/A	0.0515
N/A									
22	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	12.12	8.76	N/A	0.0610
N/A									
23	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	11.78	8.86	N/A	0.0602
N/A									

Glazing Systems

Name	COG U-factor W/m2-K	Overall Thickness mm	Cavity Height mm
Double Clear Air	2.81	24.00	1000.00

Standard Boundary Conditions

None

Advanced Boundary Conditions

Name	Convection		Const	Black Body	Const
	Temp	Film	Flux	Radiation	Temp
	C	Coef W/m2-K	Heat W/m2	View Temp Fact C	Temp C
dýb çerçeve	0.00	26.000		Enc. Model	
HEAD60X110 luk ahþap((çam,ladi n,köknar,maun):Double Clear Ai r (ID:9) U-factor Outside Film	0.00	19.065		Enc. Model	
HEAD60X110 luk ahþap((çam,ladi n,köknar,maun):Double Clear Ai r (ID:9) U-factor Inside Film	20.00	3.371		Enc. Model	
Interior Wood/Vinyl Frame (con vection only)*	21.00	2.440		Enc. Model	

Calculation Specifications

Mesh Parameter : 7
Estimated Error: 7.6%

Calculations done in Version 5.2 (5.2.14)

Therm Version 5.2 (5.2.14)
Date: Sat Sep 13 10:37:16 2008

Created by:
Created for:

Therm Filename: JAMB60X110 luk ahpap((çam,ladin,kök nar,maun).THM
Cross Section Type: Jamb
Underlay Name: 60x110 Ahpap.dxf

U-factors

Name	Length mm	Basis	U-factor W/m2-K
SHGC Exterior	111.72	Unknown	1.6261
Frame	112.21	Unknown	1.6533
Edge	56.25	Unknown	2.4425

Solid Materials

Name	Conductivity W/m-K	Emissivity
Polyvinylchloride (PVC) Flexible, with 40% Softener*	0.14	0.90
Butyl rubber, (Isobutene), Solid / Hot Melt*	0.24	0.90
Steel - Stainless (Oxidized)*	17.00	0.80
Silica Gel (Desiccant) - Loose Fill*	0.03	0.90
Pine, Spruce, Fir, Larch, Mahogany*	0.14	0.90
Ethylene Propylene Diene Monomer (EPDM)*	0.25	0.90
Butyl rubber*	0.24	0.90

Cavities

Name: Frame Cavity - CEN Simplified
 Gas Fill: Air
 Convection Model: CEN
 Radiation Model: Standard

Poly Cavity ID Height mm	Heat Flow Dir	Side 1		Side 2		Dimension		Nu #	Keff W/m-K
		Temp C	Emis	Temp C	Emis	Horz. mm	Vert. mm		
32	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	22.08	5.31	N/A	0.0913
39.4									
33	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	18.64	12.07	N/A	0.0837
39.4									
34	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	16.12	13.81	N/A	0.0747
39.4									
35	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	3.04	5.00	N/A	0.0354
39.4									
12	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	3.67	2.45	N/A	0.0358
39.4									
15	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	1.33	5.68	N/A	0.0301
39.4									
16	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	2.46	4.86	N/A	0.0337
39.4									
17	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	1.76	2.49	N/A	0.0309
39.4									
18	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	2.07	1.22	N/A	0.0309
39.4									
19	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	2.69	1.27	N/A	0.0325
39.4									
20	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	10.96	0.44	N/A	0.0508
39.4									
21	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	11.10	0.77	N/A	0.0515
39.4									
22	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	12.12	8.76	N/A	0.0610
39.4									

23 Jamb: left to right 15.00 0.90 5.00 0.90 11.78 8.86 N/A 0.0602
39.4

Glazing Systems

Name	COG U-factor W/m2-K	Overall Thickness mm	Cavity Height mm
Double Clear Air	2.81	24.00	1000.00

Standard Boundary Conditions

None

Advanced Boundary Conditions

Name	Convection Temp	Film Coef W/m2-K	Const Flux Heat W/m2	Black Body Radiation View Temp Fact C	Const Temp Temp C
dýp çerçeve	0.00	26.000		Enc. Model	
Interior Wood/Vinyl Frame (convection only)*	21.00	2.440		Enc. Model	
JAMB60X110 luk ahþap((çam,ladin,köknar,maun):Double Clear Air (ID:9) U-factor Inside Film	20.00	3.371		Enc. Model	
JAMB60X110 luk ahþap((çam,ladin,köknar,maun):Double Clear Air (ID:9) U-factor Outside Film	0.00	19.065		Enc. Model	

Calculation Specifications

Mesh Parameter : 7
Estimated Error: 7.6%

Therm Version 5.2 (5.2.14)
Date: Sat Sep 13 10:39:23 2008

Created by:
Created for:

Therm Filename: SILL60X110 luk ahþap((çam,ladin,köknar,maun).THM
Cross Section Type: Sill
Underlay Name: 60x110 Ahþap.dxf

U-factors

Name	Length mm	Basis	U-factor W/m2-K
SHGC Exterior	111.72	Unknown	1.6261
Frame	112.21	Unknown	1.6533
Edge	56.25	Unknown	2.4425

Solid Materials

Name	Conductivity W/m-K	Emissivity
Polyvinylchloride (PVC) Flexible,with 40% Softener*	0.14	0.90
Butyl rubber, (Isobutene), Solid / Hot Melt*	0.24	0.90
Steel - Stainless (Oxidized)*	17.00	0.80
Silica Gel (Desiccant) - Loose		

Fill*	0.03	0.90
Pine, Spruce, Fir, Larch, Mahogany*	0.14	0.90
Ethylene Propylene Diene Monomer (EPDM)*	0.25	0.90
Butyl rubber*	0.24	0.90

Cavities

Name: Frame Cavity - CEN Simplified
Gas Fill: Air
Convection Model: CEN
Radiation Model: Standard

Poly Cavity ID	Heat Flow Dir	Side 1		Side 2		Dimension		Nu #	Keff W/m-K
		Temp	Emis	Temp	Emis	Horz. mm	Vert. mm		
Height mm		C		C					
32	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	22.08	5.31	N/A	0.0913
N/A									
33	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	18.64	12.07	N/A	0.0837
N/A									
34	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	16.12	13.81	N/A	0.0747
N/A									
35	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	3.04	5.00	N/A	0.0354
N/A									
12	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	3.67	2.45	N/A	0.0358
N/A									
15	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.33	5.68	N/A	0.0301
N/A									
16	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.46	4.86	N/A	0.0337
N/A									
17	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.76	2.49	N/A	0.0309
N/A									
18	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.07	1.22	N/A	0.0309
N/A									
19	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.69	1.27	N/A	0.0325
N/A									
20	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	10.96	0.44	N/A	0.0508
N/A									
21	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	11.10	0.77	N/A	0.0515
N/A									
22	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	12.12	8.76	N/A	0.0610
N/A									
23	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	11.78	8.86	N/A	0.0602
N/A									

Glazing Systems

Name	COG U-factor W/m2-K	Overall Thickness mm	Cavity Height mm
Double Clear Air	2.81	24.00	1000.00

Standard Boundary Conditions

None

Advanced Boundary Conditions

Name	Convection		Const Flux	Black Body Radiation	Const Temp
	Temp	Film Coef	Heat	View Temp	Temp
	C	W/m2-K	W/m2	C	C
dýp çerçeve	0.00	26.000		Enc. Model	

Interior Wood/Vinyl Frame (convection only)*	21.00	2.440	Enc. Model
SILL60X110 luk ahþap((çam,ladin,köknar,maun):Double Clear Air (ID:9) U-factor Inside Film	20.00	3.371	Enc. Model
SILL60X110 luk ahþap((çam,ladin,köknar,maun):Double Clear Air (ID:9) U-factor Outside Film	0.00	19.065	Enc. Model

Calculation Specifications

Mesh Parameter : 7
Estimated Error: 7.6%

Therm Version 5.2 (5.2.14)
Date: Sat Sep 13 10:42:39 2008

Created by:
Created for:

Therm Filename: HEAD-uzun ýsý bariyerli 60x110.THM
Cross Section Type: Head
Underlay Name: uzun ýsý bariyerli 60x110.dxf

U-factors

Name	Length mm	Basis	U-factor W/m2-K
SHGC Exterior	115.40	Unknown	2.9556
Frame	114.14	Unknown	2.9212
Edge	52.42	Unknown	2.3836

Solid Materials

Name	Conductivity W/m-K	Emissivity
Polyvinylchloride (PVC) Flexible,with 40% Softener*	0.14	0.90
Butyl rubber, (Isobutene), Solid / Hot Melt*	0.24	0.90
Steel - Stainless (Oxidized)*	17.00	0.80
Silica Gel (Desiccant) - Loose Fill*	0.03	0.90
Aluminum (Anodized)*	237.00	0.80
Polyamide 6.6 with 25% glass fiber*	0.30	0.90
Ethylene Propylene Diene Monomer (EPDM)*	0.25	0.90

Cavities

Name: Frame Cavity - CEN Simplified
Gas Fill: Air
Convection Model: CEN
Radiation Model: Standard

Poly Heat	Side 1	Side 2	Dimension	Nu	Keff
Cavity	Temp	Emis	Temp	Emis	Horz. Vert. #
ID Flow	Dir	C	C	mm	mm
Height					W/m-K
mm					

16	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	29.09	20.36	N/A	0.1317
N/A									
17	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	12.81	28.87	N/A	0.0710
N/A									
21	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	24.94	17.49	N/A	0.1129
N/A									
26	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	4.30	23.03	N/A	0.0419
N/A									
28	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	24.96	17.23	N/A	0.1128
N/A									
29	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	8.60	15.84	N/A	0.0550
N/A									
30	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	17.96	19.56	N/A	0.0856
N/A									
32	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	31.41	1.50	N/A	0.0993
N/A									
33	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.74	1.45	N/A	0.0327
N/A									
34	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.71	1.56	N/A	0.0328
N/A									
35	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	4.27	3.30	N/A	0.0378
N/A									
36	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	29.32	5.36	N/A	0.1195
N/A									
37	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	3.70	3.47	N/A	0.0365
N/A									
38	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	15.76	2.68	N/A	0.0643
N/A									
39	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.75	2.39	N/A	0.0308
N/A									
40	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.73	2.42	N/A	0.0278
N/A									
41	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.55	1.31	N/A	0.0270
N/A									
42	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	9.72	1.92	N/A	0.0495
N/A									
43	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.43	4.97	N/A	0.0304
N/A									
27	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	8.57	5.47	N/A	0.0499
N/A									
31	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	9.60	4.36	N/A	0.0515
N/A									
46	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.17	1.52	N/A	0.0257
N/A									
47	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	16.09	18.82	N/A	0.0773
N/A									
48	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.54	2.76	N/A	0.0271
N/A									
67	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	45.98	24.52	N/A	0.2022
N/A									
45	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.71	2.86	N/A	0.0309
N/A									
49	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.08	4.41	N/A	0.0292
N/A									
50	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.25	5.20	N/A	0.0298
N/A									
51	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.18	0.34	N/A	0.0281
N/A									
52	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.13	1.13	N/A	0.0285
N/A									
53	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.12	2.88	N/A	0.0291
N/A									
54	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.69	0.47	N/A	0.0270
N/A									
55	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.57	0.44	N/A	0.0267
N/A									
59	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.90	2.68	N/A	0.0284
N/A									
66	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.74	0.50	N/A	0.0272
N/A									
68	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.61	0.48	N/A	0.0269
N/A									
69	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.67	2.35	N/A	0.0275
N/A									
70	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.71	0.49	N/A	0.0271
N/A									

71	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.59	0.47	N/A	0.0268
N/A									
72	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.98	2.72	N/A	0.0286
N/A									
73	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.46	0.41	N/A	0.0264
N/A									
74	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.77	0.58	N/A	0.0273
N/A									
75	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.95	2.70	N/A	0.0285
N/A									
76	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.64	0.48	N/A	0.0269
N/A									
77	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.62	0.46	N/A	0.0269
N/A									
78	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.64	0.50	N/A	0.0269
N/A									
79	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.55	0.44	N/A	0.0267
N/A									
80	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.80	2.51	N/A	0.0280
N/A									
81	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.65	0.52	N/A	0.0270
N/A									
83	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.60	0.48	N/A	0.0268
N/A									
85	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.61	0.46	N/A	0.0268
N/A									
86	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.75	0.57	N/A	0.0273
N/A									
87	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.35	6.01	N/A	0.0302
N/A									
88	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.11	1.35	N/A	0.0286
N/A									
89	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.12	1.33	N/A	0.0286
N/A									
90	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.12	1.33	N/A	0.0286
N/A									
222	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.80	2.51	N/A	0.0280
N/A									

Glazing Systems

Name	COG U-factor W/m2-K	Overall Thickness mm	Cavity Height mm
Double Clear Air	2.81	24.00	1000.00

Standard Boundary Conditions

None

Advanced Boundary Conditions

Name	Convection Temp C	Film Coef W/m2-K	Const Flux Heat W/m2	Black Body Radiation View Temp Fact C	Const Temp Temp C
HEAD-uzun ýsý bariyerli 60x110 :dýb çerçeve	0.00	26.000	0.00	Enc. Model	
HEAD-uzun ýsý bariyerli 60x110 :Double Clear Air (ID:9) U-fac tor Outside Film	0.00	19.065		Enc. Model	
HEAD-uzun ýsý bariyerli 60x110 :Double Clear Air (ID:9) U-fac tor Inside Film	20.00	3.371		Enc. Model	
Interior Aluminum Frame (conve ction only)*	21.00	3.290		Enc. Model	

Calculation Specifications

Mesh Parameter : 9
 Estimated Error: 7.4%
 Calculations done in Version 5.2 (5.2.14)

Therm Version 5.2 (5.2.14)
Date: Sat Sep 13 10:46:01 2008

Created by:
Created for:

Therm Filename: JAMB-uzun ýsý bariyerli 60x110.THM
Cross Section Type: JAMB
Underlay Name: uzun ýsý bariyerli 60x110.dxf

U-factors

Name	Length mm	Basis	U-factor W/m ² -K
SHGC Exterior	115.40	Unknown	2.9482
Frame	114.14	Unknown	2.9142
Edge	52.42	Unknown	2.3776

Solid Materials

Name	Conductivity W/m-K	Emissivity
Polyvinylchloride (PVC) Flexible, with 40% Softener*	0.14	0.90
Butyl rubber, (Isobutene), Solid / Hot Melt*	0.24	0.90
Steel - Stainless (Oxidized)*	17.00	0.80
Silica Gel (Desiccant) - Loose Fill*	0.03	0.90
Aluminum (Anodized)*	237.00	0.80
Polyamide 6.6 with 25% glass fiber*	0.30	0.90
Ethylene Propylene Diene Monomer (EPDM)*	0.25	0.90

Cavities

Name: Frame Cavity - CEN Simplified
 Gas Fill: Air
 Convection Model: CEN
 Radiation Model: Standard

Poly Cavity ID Height mm	Heat Flow Dir	Side 1		Side 2		Dimension		Nu #	Keff W/m-K
		Temp C	Emis	Temp C	Emis	Horz. mm	Vert. mm		
16	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	29.09	20.36	N/A	0.1317
39.4									
17	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	12.81	28.87	N/A	0.0710
39.4									
21	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	24.94	17.49	N/A	0.1129
39.4									
26	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	4.30	23.03	N/A	0.0419
39.4									
28	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	24.96	17.23	N/A	0.1128
39.4									

29	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	8.60	15.84	N/A	0.0550
39.4									
30	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	17.96	19.56	N/A	0.0856
39.4									
32	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	31.41	1.50	N/A	0.0993
39.4									
33	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	2.74	1.45	N/A	0.0327
39.4									
34	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	2.71	1.56	N/A	0.0328
39.4									
35	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	4.27	3.30	N/A	0.0378
39.4									
36	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	29.32	5.36	N/A	0.1195
39.4									
37	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	3.70	3.47	N/A	0.0365
39.4									
38	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	15.76	2.68	N/A	0.0643
39.4									
39	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	1.75	2.39	N/A	0.0308
39.4									
40	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.73	2.42	N/A	0.0278
39.4									
41	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.55	1.31	N/A	0.0270
39.4									
42	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	9.72	1.92	N/A	0.0495
39.4									
43	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	1.43	4.97	N/A	0.0304
39.4									
27	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	8.57	5.47	N/A	0.0499
39.4									
31	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	9.60	4.36	N/A	0.0515
39.4									
46	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.17	1.52	N/A	0.0257
39.4									
47	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	16.09	18.82	N/A	0.0773
39.4									
48	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.54	2.76	N/A	0.0271
39.4									
67	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	45.98	24.52	N/A	0.2022
39.4									
45	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	1.71	2.86	N/A	0.0309
39.4									
49	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	1.08	4.41	N/A	0.0292
39.4									
50	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	1.25	5.20	N/A	0.0298
39.4									
51	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	1.18	0.34	N/A	0.0281
39.4									
52	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	1.13	1.13	N/A	0.0285
39.4									
53	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	1.12	2.88	N/A	0.0291
39.4									
54	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.69	0.47	N/A	0.0270
39.4									
55	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.57	0.44	N/A	0.0267
39.4									
59	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.90	2.68	N/A	0.0284
39.4									
66	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.74	0.50	N/A	0.0272
39.4									
68	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.61	0.48	N/A	0.0269
39.4									
69	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.67	2.35	N/A	0.0275
39.4									
70	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.71	0.49	N/A	0.0271
39.4									
71	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.59	0.47	N/A	0.0268
39.4									
72	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.98	2.72	N/A	0.0286
39.4									
73	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.46	0.41	N/A	0.0264
39.4									
74	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.77	0.58	N/A	0.0273
39.4									
75	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.95	2.70	N/A	0.0285
39.4									

76	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.64	0.48	N/A	0.0269
39.4									
77	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.62	0.46	N/A	0.0269
39.4									
78	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.64	0.50	N/A	0.0269
39.4									
79	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.55	0.44	N/A	0.0267
39.4									
80	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.80	2.51	N/A	0.0280
39.4									
81	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.65	0.52	N/A	0.0270
39.4									
83	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.60	0.48	N/A	0.0268
39.4									
84	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.80	2.51	N/A	0.0280
39.4									
85	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.61	0.46	N/A	0.0268
39.4									
86	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.64	0.48	N/A	0.0269
39.4									
87	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	1.35	6.01	N/A	0.0302
39.4									
88	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	1.11	1.35	N/A	0.0286
39.4									
89	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	1.12	1.33	N/A	0.0286
39.4									
90	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	1.12	1.33	N/A	0.0286
39.4									

Glazing Systems

Name	COG U-factor W/m2-K	Overall Thickness mm	Cavity Height mm
Double Clear Air	2.81	24.00	1000.00

Standard Boundary Conditions

None

Advanced Boundary Conditions

Name	Convection		Const	Black Body	Const
	Temp	Film	Flux	Radiation	Temp
	C	Coef W/m2-K	Heat W/m2	View Temp Fact C	Temp C
Interior Aluminum Frame (convection only)*	21.00	3.290		Enc. Model	
JAMB-uzun ýsý bariyerli 60x110 :Double Clear Air (ID:9) U-factor Inside Film	20.00	3.371		Enc. Model	
JAMB-uzun ýsý bariyerli 60x110 :Double Clear Air (ID:9) U-factor Outside Film	0.00	19.065		Enc. Model	
JAMB-uzun ýsý bariyerli 60x110 :dýp çerçeve	0.00	26.000	0.00	Enc. Model	

Calculation Specifications

Mesh Parameter : 9
Estimated Error: 7.5%

Therm Version 5.2 (5.2.14)
Date: Sat Sep 13 10:48:10 2008

Created by:
Created for:

Therm Filename: SILL-uzun ýsý bariyerli 60x110.THM
Cross Section Type: Sill
Underlay Name: uzun ýsý bariyerli 60x110.dxf

U-factors

Name	Length mm	Basis	U-factor W/m2-K
SHGC Exterior	115.40	Unknown	2.9482
Frame	114.14	Unknown	2.9142
Edge	52.42	Unknown	2.3776

Solid Materials

Name	Conductivity W/m-K	Emissivity
Polyvinylchloride (PVC) Flexible, with 40% Softener*	0.14	0.90
Butyl rubber, (Isobutene), Solid / Hot Melt*	0.24	0.90
Steel - Stainless (Oxidized)*	17.00	0.80
Silica Gel (Desiccant) - Loose Fill*	0.03	0.90
Aluminum (Anodized)*	237.00	0.80
Polyamide 6.6 with 25% glass fiber*	0.30	0.90
Ethylene Propylene Diene Monomer (EPDM)*	0.25	0.90

Cavities

Name: Frame Cavity - CEN Simplified
Gas Fill: Air
Convection Model: CEN
Radiation Model: Standard

Poly Cavity ID Height mm	Heat Flow Dir	Side 1		Side 2		Dimension		Nu #	Keff W/m-K
		Temp C	Emis	Temp C	Emis	Horz. mm	Vert. mm		
16	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	29.09	20.36	N/A	0.1317
N/A									
17	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	12.81	28.87	N/A	0.0710
N/A									
21	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	24.94	17.49	N/A	0.1129
N/A									
26	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	4.30	23.03	N/A	0.0419
N/A									
28	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	24.96	17.23	N/A	0.1128
N/A									
29	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	8.60	15.84	N/A	0.0550
N/A									
30	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	17.96	19.56	N/A	0.0856
N/A									
32	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	31.41	1.50	N/A	0.0993
N/A									
33	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.74	1.45	N/A	0.0327
N/A									
34	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.71	1.56	N/A	0.0328
N/A									
35	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	4.27	3.30	N/A	0.0378
N/A									
36	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	29.32	5.36	N/A	0.1195
N/A									
37	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	3.70	3.47	N/A	0.0365
N/A									

38	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	15.76	2.68	N/A	0.0643
N/A									
39	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.75	2.39	N/A	0.0308
N/A									
40	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.73	2.42	N/A	0.0278
N/A									
41	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.55	1.31	N/A	0.0270
N/A									
42	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	9.72	1.92	N/A	0.0495
N/A									
43	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.43	4.97	N/A	0.0304
N/A									
27	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	8.57	5.47	N/A	0.0499
N/A									
31	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	9.60	4.36	N/A	0.0515
N/A									
46	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.17	1.52	N/A	0.0257
N/A									
47	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	16.09	18.82	N/A	0.0773
N/A									
48	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.54	2.76	N/A	0.0271
N/A									
67	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	45.98	24.52	N/A	0.2022
N/A									
45	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.71	2.86	N/A	0.0309
N/A									
49	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.08	4.41	N/A	0.0292
N/A									
50	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.25	5.20	N/A	0.0298
N/A									
51	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.18	0.34	N/A	0.0281
N/A									
52	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.13	1.13	N/A	0.0285
N/A									
53	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.12	2.88	N/A	0.0291
N/A									
54	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.69	0.47	N/A	0.0270
N/A									
55	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.57	0.44	N/A	0.0267
N/A									
59	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.90	2.68	N/A	0.0284
N/A									
66	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.74	0.50	N/A	0.0272
N/A									
68	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.61	0.48	N/A	0.0269
N/A									
69	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.67	2.35	N/A	0.0275
N/A									
70	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.71	0.49	N/A	0.0271
N/A									
71	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.59	0.47	N/A	0.0268
N/A									
72	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.98	2.72	N/A	0.0286
N/A									
73	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.46	0.41	N/A	0.0264
N/A									
74	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.77	0.58	N/A	0.0273
N/A									
75	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.95	2.70	N/A	0.0285
N/A									
76	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.64	0.48	N/A	0.0269
N/A									
77	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.62	0.46	N/A	0.0269
N/A									
78	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.64	0.50	N/A	0.0269
N/A									
79	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.55	0.44	N/A	0.0267
N/A									
80	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.80	2.51	N/A	0.0280
N/A									
81	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.65	0.52	N/A	0.0270
N/A									
83	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.60	0.48	N/A	0.0268
N/A									
84	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.80	2.51	N/A	0.0280
N/A									

85	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.61	0.46	N/A	0.0268
N/A									
86	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.64	0.48	N/A	0.0269
N/A									
87	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.35	6.01	N/A	0.0302
N/A									
88	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.11	1.35	N/A	0.0286
N/A									
89	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.12	1.33	N/A	0.0286
N/A									
90	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	1.12	1.33	N/A	0.0286
N/A									

Glazing Systems

Name	COG U-factor W/m2-K	Overall Thickness mm	Cavity Height mm
Double Clear Air	2.81	24.00	1000.00

Standard Boundary Conditions

None

Advanced Boundary Conditions

Name	Convection		Const	Black Body	Const
	Temp	Film	Flux	Radiation	Temp
	C	Coef W/m2-K	Heat W/m2	View Temp Fact C	Temp C
Interior Aluminum Frame (convection only)*	21.00	3.290		Enc. Model	
SILL-uzun ýsý bariyerli 60x110 :Double Clear Air (ID:9) U-factor Inside Film	20.00	3.371		Enc. Model	
SILL-uzun ýsý bariyerli 60x110 :Double Clear Air (ID:9) U-factor Outside Film	0.00	19.065		Enc. Model	
SILL-uzun ýsý bariyerli 60x110 :dýp çerçeve	0.00	26.000	0.00	Enc. Model	

Calculation Specifications

Mesh Parameter : 9
Estimated Error: 7.5%

Therm Version 5.2 (5.2.14)
Date: Sat Sep 13 10:50:45 2008

Created by:
Created for:

Therm Filename: HEAD60x110 luk 3+3 PVC.THM
Cross Section Type: Head
Underlay Name: 60-110 luk 4x4 pvc.dxf

U-factors

Name	Length mm	Basis	U-factor W/m2-K
SHGC Exterior	111.27	Unknown	1.8626
Frame	112.35	Unknown	1.8720
Edge	58.03	Unknown	2.4796

Solid Materials

Name	Conductivity W/m-K	Emissivity
Polyvinylchloride (PVC) Flexible, with 40% Softener*	0.14	0.90
Butyl rubber, (Isobutene), Solid / Hot Melt*	0.24	0.90
Steel - Stainless (Oxidized)*	17.00	0.80
Silica Gel (Desiccant) - Loose Fill*	0.03	0.90
Polyvinylchloride (PVC) / Vinyl - Rigid*	0.17	0.90
Ethylene Propylene Diene Monomer (EPDM)*	0.25	0.90
Steel - Galvanized Sheet (0.14 %C)*	62.00	0.20

Cavities

Name: Frame Cavity - CEN Simplified
 Gas Fill: Air
 Convection Model: CEN
 Radiation Model: Standard

Poly Cavity ID Height mm	Heat Flow Dir	Side 1		Side 2		Dimension		Nu #	Keff W/m-K
		Temp C	Emis	Temp C	Emis	Horz. mm	Vert. mm		
34	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	7.89	13.70	N/A	0.0523
N/A									
35	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	39.73	23.15	N/A	0.1763
N/A									
37	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	7.87	14.12	N/A	0.0524
N/A									
22	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	7.49	17.98	N/A	0.0521
N/A									
23	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	7.26	4.97	N/A	0.0464
N/A									
36	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	5.57	5.60	N/A	0.0425
N/A									
40	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	7.94	15.80	N/A	0.0530
N/A									
43	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.26	1.40	N/A	0.0315
N/A									
44	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.35	3.63	N/A	0.0330
N/A									
46	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	6.99	27.15	N/A	0.0517
N/A									
48	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	9.49	10.36	N/A	0.0553
N/A									
49	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.37	4.29	N/A	0.0333
N/A									
50	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.67	0.42	N/A	0.0270
N/A									
51	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.72	0.51	N/A	0.0271
N/A									
56	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.20	1.22	N/A	0.0313
N/A									
57	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.39	4.32	N/A	0.0333
N/A									
58	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.20	1.22	N/A	0.0313
N/A									
59	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.81	0.56	N/A	0.0274
N/A									
62	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.26	1.40	N/A	0.0315
N/A									
73	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	26.77	24.19	N/A	0.1248
N/A									

74	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	9.49	0.29	N/A	0.0473
N/A									
76	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	9.48	0.29	N/A	0.0473
N/A									
77	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	30.96	25.13	N/A	0.1426
N/A									
78	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	9.46	0.29	N/A	0.0472
N/A									
79	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	9.24	0.28	N/A	0.0467
N/A									
55	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	28.11	13.70	N/A	0.1226
N/A									
64	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.19	4.62	N/A	0.0258
N/A									
65	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.33	7.36	N/A	0.0337
N/A									
67	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	8.94	0.14	N/A	0.0459
N/A									
68	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	27.38	0.22	N/A	0.0887
N/A									
69	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	8.94	0.14	N/A	0.0459
N/A									
70	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	9.21	6.54	N/A	0.0523
N/A									
71	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	30.19	6.88	N/A	0.1244
N/A									
72	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	9.22	6.55	N/A	0.0523
N/A									
16	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	11.19	29.20	N/A	0.0659
N/A									
42	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	11.13	31.04	N/A	0.0660
N/A									
218	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.14	3.33	N/A	0.0323
N/A									
202	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.26	2.06	N/A	0.0260
N/A									

Glazing Systems

Name	COG U-factor W/m2-K	Overall Thickness mm	Cavity Height mm
Double Clear Air	2.81	24.00	1000.00

Standard Boundary Conditions

None

Advanced Boundary Conditions

Name	Convection		Const	Black Body	Const
	Temp	Film	Flux	Radiation	Temp
	C	Coef W/m2-K	Heat W/m2	View Temp Fact C	Temp C
dýb çerçeve	0.00	26.000		Enc. Model	
HEAD60x110 luk 3+3 PVC:Double					
Clear Air (ID:9) U-factor Outs					
ide Film	0.00	19.065		Enc. Model	
HEAD60x110 luk 3+3 PVC:Double					
Clear Air (ID:9) U-factor Insi					
de Film	20.00	3.371		Enc. Model	
Interior Wood/Vinyl Frame (con					
vection only)*	21.00	2.440		Enc. Model	

Calculation Specifications

Mesh Parameter : 9
Estimated Error: 4.8%

Therm Version 5.2 (5.2.14)
Date: Sat Sep 13 10:52:27 2008

Created by:
Created for:

Therm Filename: JAMB60x110 luk 3+3 PVC.THM
Cross Section Type: Jamb
Underlay Name: 60-110 luk 4x4 pvc.dxf

U-factors

Name	Length mm	Basis	U-factor W/m2-K
SHGC Exterior	111.27	Unknown	1.8626
Frame	112.35	Unknown	1.8718
Edge	58.03	Unknown	2.4796

Solid Materials

Name	Conductivity W/m-K	Emissivity
Polyvinylchloride (PVC) Flexible, with 40% Softener*	0.14	0.90
Butyl rubber, (Isobutene), Solid / Hot Melt*	0.24	0.90
Steel - Stainless (Oxidized)*	17.00	0.80
Silica Gel (Desiccant) - Loose Fill*	0.03	0.90
Polyvinylchloride (PVC) / Vinyl - Rigid*	0.17	0.90
Ethylene Propylene Diene Monomer (EPDM)*	0.25	0.90
Steel - Galvanized Sheet (0.14 %C)*	62.00	0.20

Cavities

Name: Frame Cavity - CEN Simplified
Gas Fill: Air
Convection Model: CEN
Radiation Model: Standard

Poly Heat	Side 1	Side 2	Dimension	Nu	Keff
Cavity	Temp	Emis	Temp	Emis	Horz. Vert. #
ID Flow	Dir	C	C	mm	mm
Height					W/m-K
mm					
34 Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	7.89 13.70 N/A 0.0523
1000.0					
35 Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	39.73 23.15 N/A 0.1763
1000.0					
37 Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	7.87 14.12 N/A 0.0524
1000.0					
22 Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	7.49 17.98 N/A 0.0521
1000.0					

23	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	7.26	4.97	N/A	0.0464
1000.0									
36	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	5.57	5.60	N/A	0.0425
1000.0									
40	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	7.94	15.80	N/A	0.0530
1000.0									
43	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	2.26	1.40	N/A	0.0315
1000.0									
44	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	2.35	3.63	N/A	0.0330
1000.0									
46	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	6.99	27.15	N/A	0.0517
1000.0									
48	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	9.49	10.36	N/A	0.0553
1000.0									
49	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	2.37	4.29	N/A	0.0333
1000.0									
50	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.67	0.42	N/A	0.0270
1000.0									
51	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.72	0.51	N/A	0.0271
1000.0									
56	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	2.20	1.22	N/A	0.0313
1000.0									
57	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	2.39	4.32	N/A	0.0333
1000.0									
58	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	2.20	1.22	N/A	0.0313
1000.0									
59	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.81	0.56	N/A	0.0274
1000.0									
62	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	2.26	1.40	N/A	0.0315
1000.0									
63	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	2.36	3.08	N/A	0.0328
1000.0									
73	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	26.77	24.19	N/A	0.1248
1000.0									
74	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	9.49	0.29	N/A	0.0473
1000.0									
76	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	9.48	0.29	N/A	0.0473
1000.0									
77	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	30.96	25.13	N/A	0.1426
1000.0									
78	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	9.46	0.29	N/A	0.0472
1000.0									
79	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	9.24	0.28	N/A	0.0467
1000.0									
55	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	28.11	13.70	N/A	0.1226
1000.0									
64	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.19	4.62	N/A	0.0258
1000.0									
65	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	2.33	7.36	N/A	0.0337
1000.0									
67	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	8.94	0.14	N/A	0.0459
1000.0									
68	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	27.38	0.22	N/A	0.0887
1000.0									
69	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	8.94	0.14	N/A	0.0459
1000.0									
70	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	9.21	6.54	N/A	0.0523
1000.0									
71	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	30.19	6.88	N/A	0.1244
1000.0									
72	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	9.22	6.55	N/A	0.0523
1000.0									
83	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	0.29	2.29	N/A	0.0262
1000.0									
16	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	11.19	29.20	N/A	0.0659
1000.0									
42	Jamb: left to right	15.00	0.90	5.00	0.90	11.13	31.04	N/A	0.0660
1000.0									

Glazing Systems

Name	COG U-factor W/m2-K	Overall Thickness mm	Cavity Height mm
Double Clear Air	2.81	24.00	1000.00

Standard Boundary Conditions

None

Advanced Boundary Conditions

Name	Convection		Const	Black Body	Const
	Temp	Film	Flux	Radiation	Temp
	C	Coef W/m2-K	Heat W/m2	View Temp Fact C	Temp C
Interior Wood/Vinyl Frame (convection only)*	21.00	2.440		Enc. Model	
JAMB60x110 luk 3+3 PVC:Double Clear Air (ID:9) U-factor Inside Film	20.00	3.371		Enc. Model	
JAMB60x110 luk 3+3 PVC:Double Clear Air (ID:9) U-factor Outside Film	0.00	19.065		Enc. Model	
dýp çerçeve	0.00	26.000		Enc. Model	

Calculation Specifications

Mesh Parameter : 9
Estimated Error: 4.7%

Therm Version 5.2 (5.2.14)
Date: Sat Sep 13 10:53:48 2008

Created by:
Created for:

Therm Filename: SILL60x110 luk 3+3 PVC.THM
Cross Section Type: Sill
Underlay Name: PVC\60-110 luk 4x4 pvc.dxf

U-factors

Name	Length mm	Basis	U-factor W/m2-K
SHGC Exterior	111.27	Unknown	1.8626
Frame	112.35	Unknown	1.8718
Edge	58.03	Unknown	2.4796

Solid Materials

Name	Conductivity W/m-K	Emissivity
Polyvinylchloride (PVC) Flexible, with 40% Softener*	0.14	0.90
Butyl rubber, (Isobutene), Solid / Hot Melt*	0.24	0.90
Steel - Stainless (Oxidized)*	17.00	0.80
Silica Gel (Desiccant) - Loose Fill*	0.03	0.90
Polyvinylchloride (PVC) / Vinyl - Rigid*	0.17	0.90
Ethylene Propylene Diene Monomer (EPDM)*	0.25	0.90
Steel - Galvanized Sheet (0.14 %C)*	62.00	0.20

Cavities

Name: Frame Cavity - CEN Simplified
 Gas Fill: Air
 Convection Model: CEN
 Radiation Model: Standard

Poly Cavity ID	Heat Flow Dir	Side 1		Side 2		Dimension		Nu #	Keff W/m-K
		Temp C	Emis	Temp C	Emis	Horz. mm	Vert. mm		
34	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	7.89	13.70	N/A	0.0523
N/A									
35	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	39.73	23.15	N/A	0.1763
N/A									
37	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	7.87	14.12	N/A	0.0524
N/A									
22	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	7.49	17.98	N/A	0.0521
N/A									
23	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	7.26	4.97	N/A	0.0464
N/A									
36	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	5.57	5.60	N/A	0.0425
N/A									
40	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	7.94	15.80	N/A	0.0530
N/A									
43	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.26	1.40	N/A	0.0315
N/A									
44	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.35	3.63	N/A	0.0330
N/A									
46	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	6.99	27.15	N/A	0.0517
N/A									
48	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	9.49	10.36	N/A	0.0553
N/A									
49	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.37	4.29	N/A	0.0333
N/A									
50	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.67	0.42	N/A	0.0270
N/A									
51	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.72	0.51	N/A	0.0271
N/A									
56	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.20	1.22	N/A	0.0313
N/A									
57	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.39	4.32	N/A	0.0333
N/A									
58	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.20	1.22	N/A	0.0313
N/A									
59	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.81	0.56	N/A	0.0274
N/A									
62	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.26	1.40	N/A	0.0315
N/A									
63	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.36	3.08	N/A	0.0328
N/A									
73	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	26.77	24.19	N/A	0.1248
N/A									
74	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	9.49	0.29	N/A	0.0473
N/A									
76	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	9.48	0.29	N/A	0.0473
N/A									
77	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	30.96	25.13	N/A	0.1426
N/A									
78	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	9.46	0.29	N/A	0.0472
N/A									
79	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	9.24	0.28	N/A	0.0467
N/A									
55	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	28.11	13.70	N/A	0.1226
N/A									
64	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.19	4.62	N/A	0.0258
N/A									
65	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	2.33	7.36	N/A	0.0337
N/A									
67	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	8.94	0.14	N/A	0.0459
N/A									

68	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	27.38	0.22	N/A	0.0887
N/A									
69	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	8.94	0.14	N/A	0.0459
N/A									
70	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	9.21	6.54	N/A	0.0523
N/A									
71	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	30.19	6.88	N/A	0.1244
N/A									
72	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	9.22	6.55	N/A	0.0523
N/A									
83	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	0.29	2.29	N/A	0.0262
N/A									
16	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	11.19	29.20	N/A	0.0659
N/A									
42	Horizontal	15.00	0.90	5.00	0.90	11.13	31.04	N/A	0.0660
N/A									

Glazing Systems

Name	COG U-factor W/m2-K	Overall Thickness mm	Cavity Height mm
Double Clear Air	2.81	24.00	1000.00

Standard Boundary Conditions

None

Advanced Boundary Conditions

Name	Convection		Const	Black Body	Const
	Temp	Film	Flux	Radiation	Temp
	C	Coef W/m2-K	Heat W/m2	View Temp Fact C	Temp C
Interior Wood/Vinyl Frame (convection only)*	21.00	2.440		Enc. Model	
SILL60x110 luk 3+3 PVC:Double Clear Air (ID:9) U-factor Inside Film	20.00	3.371		Enc. Model	
SILL60x110 luk 3+3 PVC:Double Clear Air (ID:9) U-factor Outside Film	0.00	19.065		Enc. Model	
dýp çerçeve	0.00	26.000		Enc. Model	

Calculation Specifications

Mesh Parameter : 9
Estimated Error: 4.7%

EK-B

Window 5.2 Programında Yapılan Hesaplamalara Ait Raporlar

Window 5.2a v5.2.17a Report

ID: 1

Name: AH01

EnvCond: 4 CEN

Type: Casement - Single
Tilt: 90
Width: 600.0 mm
Height: 1500.0 mm
Area: 0.90 m2

U-value: 2.296 W/m2-K

SHGC: 0.443

Vt: 0.477

CI: N/A

Data for Glazing Systems

ID	Name	COG Area m2	#Lay	Tilt	Uc W/m2	SCc	SHGCc	Vtc	RHG
9	Double Clear Ai	0.343	2	90	2.813	0.818	0.711	0.786	537

Glass and Gas Data for Glazing System '9 Double Clear Air'

ID	Name	D(mm)	Tsol	1	Rsol	2	Tvis	1	Rvis	2	Tir	1	Emis	2	Keff
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000	.840	.840	1.00			
	1 Air	12.0													.069
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000	.840	.840	1.00			

Inside

Frame Data

Location	ID	Name	Source	Frame Area m2	Edge Area m2	Uframe W/m2-K	Uedge
Header	80	HEAD-60x90 (ç	Therm	0.047	0.022	1.7139	2.4359
Left Jamb	81	JAMB-60x90 (ç	Therm	0.130	0.080	1.7145	2.4356
Right Jamb	81	JAMB-60x90 (ç	Therm	0.130	0.080	1.7145	2.4356
Sill	82	SILL-60x90 (ç	Therm	0.047	0.022	1.7145	2.4356

Gas Data

ID	Name	Type	Cond W/m-K	Visc kg/m-s	Cp J/kg-K	Dens kg/m3	Pran
----	------	------	---------------	----------------	--------------	---------------	------

x e-6							
1	Air	Pure	0.0241	17.22	1006.10	1.2922	0.7197

	Tout (C)	Tin (C)	WndSpd (m/s)	Wnd Dir	Solar (W/m2)	Tsky (C)	Esky
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Uvalue	0.0	20.0	3.40	Windward	0.0	0.0	1.00
Solar	30.0	25.0	3.40	Windward	500.0	30.0	1.00

Frame Library Data

ID	Name	Source	U-value		Edge	GlzSys	GlzSys	Width	Abs
			Frame	Edge	Corr	Width	Uc	(PFD)	
			W/m2-K	W/m2-K		mm	W/m2-K	mm	
80	HEAD-60x90 (ç	Therm	1.7139	2.4359	N/A	24.000	2.813	92.26	0.30
81	JAMB-60x90 (ç	Therm	1.7145	2.4356	N/A	24.000	2.813	92.26	0.30
82	SILL-60x90 (ç	Therm	1.7145	2.4356	N/A	24.000	2.813	92.26	0.30

Divider Library Data

ID	Name	Source	U-value		Edge	GlzSys	GlzSys	Width	Abs
			Div	Edge	Corr	Width	Uc	(PFD)	
			W/m2-K	W/m2-K		mm	W/m2-K	mm	

No Dividers for this Glazing System

Optical Properties for Glazing System '9 Double Clear Ai'

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
Vtc	: 0.785	0.785	0.784	0.779	0.766	0.735	0.662	0.510	0.253	0.000	0.683
Rf	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Rb	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Tsol	: 0.595	0.595	0.591	0.581	0.564	0.532	0.469	0.347	0.151	0.000	0.497
Rf	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Rb	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Abs1	: 0.169	0.169	0.172	0.177	0.184	0.193	0.205	0.218	0.217	0.000	0.189
Abs2	: 0.124	0.124	0.126	0.128	0.131	0.133	0.130	0.116	0.079	0.000	0.124
SHGCc	: 0.710	0.710	0.707	0.701	0.687	0.658	0.595	0.467	0.248	0.000	0.616
Tdw-K	: -1.000										
Tdw-ISO	: -1.000										
Tuv	: -1.000										

Window 5.2a v5.2.17a Report

ID: 2

Name: AH02

EnvCond: 4 CEN

Type: Casement - Single

Tilt: 90

Width: 600.0 mm

Height: 1500.0 mm

Area: 0.90 m2

U-value: 2.191 W/m2-K

SHGC: 0.392

Vt: 0.418

CI: N/A

Data for Glazing Systems

ID	Name	COG Area m2	#Lay	Tilt	Uc W/m2	SCc	SHGCc	Vtc	RHG
9	Double Clear Ai	0.286	2	90	2.813	0.818	0.711	0.786	537

Glass and Gas Data for Glazing System '9 Double Clear Air'

ID	Name	D(mm)	Tsol	1 Rsol	2 Tvis	1 Rvis	2 Tir	1 Emis	2 Keff
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
1	Air	12.0							
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
	Inside								

Frame Data

Location	ID	Name	Source	Frame Area m2	Edge Area m2	Uframe W/m2-K	Uedge
Header	71	HEAD60X110 lu	Therm	0.055	0.020	1.6528	2.4419
Left Jamb	72	JAMB60X110 lu	Therm	0.156	0.077	1.6533	2.4425
Right Jamb	72	JAMB60X110 lu	Therm	0.156	0.077	1.6533	2.4425
Sill	73	SILL60X110 lu	Therm	0.055	0.020	1.6533	2.4425

Gas Data

ID	Name	Type	Cond W/m-K	Visc kg/m-s x e-6	Cp J/kg-K	Dens kg/m3	Pran
1	Air	Pure	0.0241	17.22	1006.10	1.2922	0.7197

	Tout (C)	Tin (C)	WndSpd (m/s)	Wnd Dir	Solar (W/m2)	Tsky (C)	Esky
Uvalue	0.0	20.0	3.40	Windward	0.0	0.0	1.00
Solar	30.0	25.0	3.40	Windward	500.0	30.0	1.00

Frame Library Data

ID	Name	Source	U-value Frame W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
71	HEAD60X110 lu	Therm	1.6528	2.4419	N/A	24.000	2.813	112.21	0.30
72	JAMB60X110 lu	Therm	1.6533	2.4425	N/A	24.000	2.813	112.21	0.30
73	SILL60X110 lu	Therm	1.6533	2.4425	N/A	24.000	2.813	112.21	0.30

Divider Library Data

ID	Name	Source	U-value Div W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
----	------	--------	--------------------------	----------------	--------------	-----------------------	------------------------	----------------------	-----

No Dividers for this Glazing System

Optical Properties for Glazing System '9 Double Clear Ai'

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90 Hemis
Vtc	: 0.785	0.785	0.784	0.779	0.766	0.735	0.662	0.510	0.253	0.000

Rf : 0.144 0.144 0.144 0.147 0.157 0.184 0.253 0.403 0.661 1.000 0.228
 Rb : 0.144 0.144 0.144 0.147 0.157 0.184 0.253 0.403 0.661 1.000 0.228

 Tsol : 0.595 0.595 0.591 0.581 0.564 0.532 0.469 0.347 0.151 0.000 0.497
 Rf : 0.112 0.112 0.111 0.113 0.120 0.142 0.196 0.319 0.552 1.000 0.180
 Rb : 0.112 0.112 0.111 0.113 0.120 0.142 0.196 0.319 0.552 1.000 0.180

 Abs1 : 0.169 0.169 0.172 0.177 0.184 0.193 0.205 0.218 0.217 0.000 0.189
 Abs2 : 0.124 0.124 0.126 0.128 0.131 0.133 0.130 0.116 0.079 0.000 0.124

 SHGCc: 0.710 0.710 0.707 0.701 0.687 0.658 0.595 0.467 0.248 0.000 0.616

 Tdw-K : -1.000
 Tdw-ISO: -1.000
 Tuv : -1.000

Window 5.2a v5.2.17a Report

ID: 3

Name: AH03

EnvCond: 4 CEN

Type: Casement - Single
 Tilt: 90
 Width: 600.0 mm
 Height: 1500.0 mm
 Area: 0.90 m2

U-value: 2.131 W/m2-K

SHGC: 0.391

Vt: 0.418

CI: N/A

Data for Glazing Systems

ID	Name	COG Area m2	#Lay	Tilt	Uc W/m2	SCc	SHGCc	Vtc	RHG
9	Double Clear Ai	0.286	2	90	2.813	0.818	0.711	0.786	537

Glass and Gas Data for Glazing System '9 Double Clear Air'

ID	Name	D(mm)	Tsol	1 Rsol	2 Tvis	1 Rvis	2 Tir	1 Emis	2 Keff
Outside									
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	1.00
	1 Air	12.0							.069
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	1.00
Inside									

Frame Data

Location	ID	Name	Source	Frame Area m2	Edge Area m2	Uframe W/m2-K	Uedge
Header	65	HEAD70X110 lu	Therm	0.055	0.020	1.5295	2.4329
Left Jamb	66	JAMB70X110 lu	Therm	0.156	0.077	1.5298	2.4336
Right Jamb	66	JAMB70X110 lu	Therm	0.156	0.077	1.5298	2.4336
Sill	67	SILL70X110 lu	Therm	0.055	0.020	1.5298	2.4336

Gas Data

ID	Name	Type	Cond W/m-K	Visc kg/m-s	Cp J/kg-K	Dens kg/m3	Pran
----	------	------	---------------	----------------	--------------	---------------	------

x e-6

1	Air		Pure	0.0241	17.22	1006.10	1.2922	0.7197
---	-----	--	------	--------	-------	---------	--------	--------

	Tout (C)	Tin (C)	WndSpd (m/s)	Wnd Dir	Solar (W/m2)	Tsky (C)	Esky
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Uvalue	0.0	20.0	3.40	Windward	0.0	0.0	1.00
Solar	30.0	25.0	3.40	Windward	500.0	30.0	1.00

Frame Library Data

ID	Name	Source	U-value Frame W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
65	HEAD70X110 lu	Therm	1.5295	2.4329	N/A	24.000	2.813	112.21	0.30
66	JAMB70X110 lu	Therm	1.5298	2.4336	N/A	24.000	2.813	112.21	0.30
67	SILL70X110 lu	Therm	1.5298	2.4336	N/A	24.000	2.813	112.21	0.30

Divider Library Data

ID	Name	Source	U-value Div W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
----	------	--------	--------------------------	----------------	--------------	-----------------------	------------------------	----------------------	-----

No Dividers for this Glazing System

Optical Properties for Glazing System '9 Double Clear Ai'

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
Vtc	: 0.785	0.785	0.784	0.779	0.766	0.735	0.662	0.510	0.253	0.000	0.683
Rf	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Rb	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Tsol	: 0.595	0.595	0.591	0.581	0.564	0.532	0.469	0.347	0.151	0.000	0.497
Rf	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Rb	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Abs1	: 0.169	0.169	0.172	0.177	0.184	0.193	0.205	0.218	0.217	0.000	0.189
Abs2	: 0.124	0.124	0.126	0.128	0.131	0.133	0.130	0.116	0.079	0.000	0.124
SHGCc	: 0.710	0.710	0.707	0.701	0.687	0.658	0.595	0.467	0.248	0.000	0.616

Tdw-K : -1.000
Tdw-ISO: -1.000
Tuv : -1.000

Window 5.2a v5.2.17a Report

ID: 4

Name: AH04

EnvCond: 4 CEN

Type: Casement - Single

Tilt: 90

Width: 600.0 mm

Height: 1500.0 mm

Area: 0.90 m2

U-value: 2.053 W/m2-K

SHGC: 0.389

Vt: 0.418

CI: N/A

Data for Glazing Systems

ID	Name	COG Area m2	#Lay	Tilt	Uc W/m2	SCc	SHGCc	Vtc	RHG
9	Double Clear Ai	0.286	2	90	2.813	0.818	0.711	0.786	537

Glass and Gas Data for Glazing System '9 Double Clear Air'

ID	Name	D(mm)	Tsol	1 Rsol	2 Tvis	1 Rvis	2 Tir	1 Emis	2 Keff
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
1	Air	12.0							
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
								.840	.840
								1.00	1.00

Frame Data

Location	ID	Name	Source	Frame Area m2	Edge Area m2	Uframe W/m2-K	Uedge
Header	74	HEAD80x110 ah	Therm	0.055	0.020	1.4129	2.3271
Left Jamb	75	JAMB80x110 ah	Therm	0.156	0.077	1.4125	2.3271
Right Jamb	75	JAMB80x110 ah	Therm	0.156	0.077	1.4125	2.3271
Sill	76	SILL80x110 ah	Therm	0.055	0.020	1.4125	2.3271

Gas Data

ID	Name	Type	Cond W/m-K	Visc kg/m-s x e-6	Cp J/kg-K	Dens kg/m3	Pran
1	Air	Pure	0.0241	17.22	1006.10	1.2922	0.7197

Window 5.2a v5.2.17a Report
Environmental Conditions: 4 CEN

Page 2

05/04/08 14:01:49

	Tout (C)	Tin (C)	WndSpd (m/s)	Wnd Dir	Solar (W/m2)	Tsky (C)	Esky
Uvalue	0.0	20.0	3.40	Windward	0.0	0.0	1.00
Solar	30.0	25.0	3.40	Windward	500.0	30.0	1.00

Frame Library Data

ID	Name	Source	U-value Frame W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
74	HEAD80x110 ah	Therm	1.4129	2.3271	N/A	24.000	2.813	112.21	0.30
75	JAMB80x110 ah	Therm	1.4125	2.3271	N/A	24.000	2.813	112.21	0.30
76	SILL80x110 ah	Therm	1.4125	2.3271	N/A	24.000	2.813	112.21	0.30

Divider Library Data

ID	Name	Source	U-value Div W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
----	------	--------	--------------------------	----------------	--------------	-----------------------	------------------------	----------------------	-----

No Dividers for this Glazing System

Optical Properties for Glazing System '9 Double Clear Ai'

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90 Hemis
Vtc	: 0.785	0.785	0.784	0.779	0.766	0.735	0.662	0.510	0.253	0.000
										0.683

Rf : 0.144 0.144 0.144 0.147 0.157 0.184 0.253 0.403 0.661 1.000 0.228
 Rb : 0.144 0.144 0.144 0.147 0.157 0.184 0.253 0.403 0.661 1.000 0.228

 Tsol : 0.595 0.595 0.591 0.581 0.564 0.532 0.469 0.347 0.151 0.000 0.497
 Rf : 0.112 0.112 0.111 0.113 0.120 0.142 0.196 0.319 0.552 1.000 0.180
 Rb : 0.112 0.112 0.111 0.113 0.120 0.142 0.196 0.319 0.552 1.000 0.180

 Abs1 : 0.169 0.169 0.172 0.177 0.184 0.193 0.205 0.218 0.217 0.000 0.189
 Abs2 : 0.124 0.124 0.126 0.128 0.131 0.133 0.130 0.116 0.079 0.000 0.124

 SHGCc: 0.710 0.710 0.707 0.701 0.687 0.658 0.595 0.467 0.248 0.000 0.616

 Tdw-K : -1.000
 Tdw-ISO: -1.000
 Tuv : -1.000

Window 5.2a v5.2.17a Report

ID: 5

Name: AH05

EnvCond: 4 CEN

Type: Casement - Single
 Tilt: 90
 Width: 600.0 mm
 Height: 1500.0 mm
 Area: 0.90 m2

U-value: 2.043 W/m2-K
 SHGC: 0.389
 Vt: 0.418
 CI: N/A

Data for Glazing Systems

ID	Name	COG Area m2	#Lay	Tilt	Uc W/m2	SCc	SHGCc	Vtc	RHG
9	Double Clear Ai	0.286	2	90	2.813	0.818	0.711	0.786	537

Glass and Gas Data for Glazing System '9 Double Clear Air'

ID	Name	D(mm)	Tsol	1 Rsol	2 Tvis	1 Rvis	2 Tir	1 Emis	2 Keff
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
	1 Air	12.0							.069
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000

Inside

Frame Data

Location	ID	Name	Source	Frame Area m2	Edge Area m2	Uframe W/m2-K	Uedge
Header	68	HEAD70X110 lu	Therm	0.055	0.020	1.3371	2.4427
Left Jamb	69	JAMB70X110 lu	Therm	0.156	0.077	1.3374	2.4434
Right Jamb	69	JAMB70X110 lu	Therm	0.156	0.077	1.3374	2.4434
Sill	70	SILL70X110 lu	Therm	0.055	0.020	1.3374	2.4434

Gas Data

ID	Name	Type	Cond W/m-K	Visc kg/m-s x e-6	Cp J/kg-K	Dens kg/m3	Pran
----	------	------	---------------	-------------------------	--------------	---------------	------

1 Air Pure 0.0241 17.22 1006.10 1.2922 0.7197

	Tout (C)	Tin (C)	WndSpd (m/s)	Wnd Dir	Solar (W/m2)	Tsky (C)	Esky
Uvalue	0.0	20.0	3.40	Windward	0.0	0.0	1.00
Solar	30.0	25.0	3.40	Windward	500.0	30.0	1.00

Frame Library Data

ID	Name	Source	U-value Frame W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
68	HEAD70X110 lu	Therm	1.3371	2.4427	N/A	24.000	2.813	112.21	0.30
69	JAMB70X110 lu	Therm	1.3374	2.4434	N/A	24.000	2.813	112.21	0.30
70	SILL70X110 lu	Therm	1.3374	2.4434	N/A	24.000	2.813	112.21	0.30

Divider Library Data

ID	Name	Source	U-value Div W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
----	------	--------	--------------------------	----------------	--------------	-----------------------	------------------------	----------------------	-----

No Dividers for this Glazing System

Optical Properties for Glazing System '9 Double Clear Ai'

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
Vtc	: 0.785	0.785	0.784	0.779	0.766	0.735	0.662	0.510	0.253	0.000	0.683
Rf	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Rb	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Tsol	: 0.595	0.595	0.591	0.581	0.564	0.532	0.469	0.347	0.151	0.000	0.497
Rf	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Rb	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Abs1	: 0.169	0.169	0.172	0.177	0.184	0.193	0.205	0.218	0.217	0.000	0.189
Abs2	: 0.124	0.124	0.126	0.128	0.131	0.133	0.130	0.116	0.079	0.000	0.124
SHGCc	: 0.710	0.710	0.707	0.701	0.687	0.658	0.595	0.467	0.248	0.000	0.616
Tdw-K	: -1.000										
Tdw-ISO	: -1.000										
Tuv	: -1.000										

Window 5.2a v5.2.17a

ID: 6

Name: AH06

EnvCond: 4 CEN

Type: Casement - Single

Tilt: 90

Width: 600.0 mm

Height: 1500.0 mm

Area: 0.90 m2

U-value: 1.968 W/m2-K

SHGC: 0.388

Vt: 0.418

CI: N/A

Data for Glazing Systems

ID	Name	COG Area m2	#Lay	Tilt	Uc W/m2	SCc	SHGCc	Vtc	RHG
9	Double Clear Ai	0.286	2	90	2.813	0.818	0.711	0.786	537

Glass and Gas Data for Glazing System '9 Double Clear Air'

ID	Name	D(mm)	Tsol	1 Rsol	2 Tvis	1 Rvis	2 Tir	1 Emis	2 Keff
Outside									
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
	1 Air	12.0							.069
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
Inside									

Frame Data

Location	ID	Name	Source	Frame Area m2	Edge Area m2	Uframe W/m2-K	Uedge
Header	77	HEAD80x110 ah	Therm	0.055	0.020	1.2284	2.3325
Left Jamb	78	JAMB80x110 ah	Therm	0.156	0.077	1.2280	2.3324
Right Jamb	78	JAMB80x110 ah	Therm	0.156	0.077	1.2280	2.3324
Sill	79	SILL80x110 ah	Therm	0.055	0.020	1.2280	2.3324

Gas Data

ID	Name	Type	Cond W/m-K	Visc kg/m-s x e-6	Cp J/kg-K	Dens kg/m3	Pran
1	Air	Pure	0.0241	17.22	1006.10	1.2922	0.7197

	Tout (C)	Tin (C)	WndSpd (m/s)	Wnd Dir	Solar (W/m2)	Tsky (C)	Esky
Uvalue	0.0	20.0	3.40	Windward	0.0	0.0	1.00
Solar	30.0	25.0	3.40	Windward	500.0	30.0	1.00

Frame Library Data

ID	Name	Source	U-value Frame W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
77	HEAD80x110 ah	Therm	1.2284	2.3325	N/A	24.000	2.813	112.21	0.30
78	JAMB80x110 ah	Therm	1.2280	2.3324	N/A	24.000	2.813	112.21	0.30
79	SILL80x110 ah	Therm	1.2280	2.3324	N/A	24.000	2.813	112.21	0.30

Divider Library Data

ID	Name	Source	U-value Div W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
----	------	--------	--------------------------	----------------	--------------	-----------------------	------------------------	----------------------	-----

No Dividers for this Glazing System

Optical Properties for Glazing System '9 Double Clear Ai'

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
Vtc	: 0.785	0.785	0.784	0.779	0.766	0.735	0.662	0.510	0.253	0.000	0.683
Rf	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Rb	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Tsol	: 0.595	0.595	0.591	0.581	0.564	0.532	0.469	0.347	0.151	0.000	0.497
Rf	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Rb	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Abs1	: 0.169	0.169	0.172	0.177	0.184	0.193	0.205	0.218	0.217	0.000	0.189
Abs2	: 0.124	0.124	0.126	0.128	0.131	0.133	0.130	0.116	0.079	0.000	0.124
SHGCc	: 0.710	0.710	0.707	0.701	0.687	0.658	0.595	0.467	0.248	0.000	0.616
Tdw-K	: -1.000										
Tdw-ISO	: -1.000										
Tuv	: -1.000										

Window 5.2a v5.2.17a Report

ID: 7

Name: AL01

EnvCond: 4 CEN

Type: Casement - Single

Tilt: 90

Width: 600.0 mm

Height: 1500.0 mm

Area: 0.90 m2

U-value: 4.098 W/m2-K

SHGC: 0.480

Vt: 0.478

CI: N/A

Data for Glazing Systems

ID	Name	COG Area #Lay m2	Tilt	Uc W/m2	SCc	SHGCc	Vtc	RHG
9	Double Clear Ai	0.344 2	90	2.813	0.818	0.711	0.786	537

Glass and Gas Data for Glazing System '9 Double Clear Air'

ID	Name	D(mm)	Tsol	1 Rsol 2	Tvis	1 Rvis 2	Tir	1 Emis 2	Keff
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070 .070	.884	.080 .080	.000	.840 .840	1.00
	1 Air	12.0							.069
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070 .070	.884	.080 .080	.000	.840 .840	1.00

Frame Data

Location	ID	Name	Source	Frame Area m2	Edge Area m2	Uframe W/m2-K	Uedge
Header	9	HEAD-1s1 bari	Therm	0.047	0.022	6.1448	2.4164
Left Jamb	10	JAMB-1s1 bari	Therm	0.129	0.080	6.4022	2.4148
Right Jamb	10	JAMB-1s1 bari	Therm	0.129	0.080	6.4022	2.4148
Sill	11	SILL-1s1 bari	Therm	0.047	0.022	6.1271	2.4096

Gas Data

ID	Name	Type	Cond	Visc	Cp	Dens	Pran
----	------	------	------	------	----	------	------

			W/m-K	kg/m-s x e-6	J/kg-K	kg/m3
1	Air	Pure	0.0241	17.22	1006.10	1.2922 0.7197

	Tout (C)	Tin (C)	WndSpd (m/s)	Wnd Dir	Solar (W/m2)	Tsky (C)	Esky
Uvalue	0.0	20.0	3.40	Windward	0.0	0.0	1.00
Solar	30.0	25.0	3.40	Windward	500.0	30.0	1.00

Frame Library Data

ID	Name	Source	U-value Frame W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
9	HEAD-1s1 bari	Therm	6.1448	2.4164	N/A	24.000	2.813	91.81	0.30
10	JAMB-1s1 bari	Therm	6.4022	2.4148	N/A	24.000	2.813	91.81	0.30
11	SILL-1s1 bari	Therm	6.1271	2.4096	N/A	24.000	2.813	91.81	0.30

Divider Library Data

ID	Name	Source	U-value Div W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
----	------	--------	--------------------------	----------------	--------------	-----------------------	------------------------	----------------------	-----

No Dividers for this Glazing System

Optical Properties for Glazing System '9 Double Clear Ai'

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
Vtc	: 0.785	0.785	0.784	0.779	0.766	0.735	0.662	0.510	0.253	0.000	0.683
Rf	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Rb	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Tsol	: 0.595	0.595	0.591	0.581	0.564	0.532	0.469	0.347	0.151	0.000	0.497
Rf	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Rb	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Abs1	: 0.169	0.169	0.172	0.177	0.184	0.193	0.205	0.218	0.217	0.000	0.189
Abs2	: 0.124	0.124	0.126	0.128	0.131	0.133	0.130	0.116	0.079	0.000	0.124
SHGCc	: 0.710	0.710	0.707	0.701	0.687	0.658	0.595	0.467	0.248	0.000	0.616
Tdw-K	: -1.000										
Tdw-ISO	: -1.000										
Tuv	: -1.000										

Window 5.2a v5.2.17a Report

ID: 8

Name: AL02

EnvCond: 4 CEN

Type: Casement - Single

Tilt: 90

Width: 600.0 mm

Height: 1500.0 mm

Area: 0.90 m2

U-value: 3.041 W/m2-K

SHGC: 0.451

Vt: 0.465
CI: N/A

Data for Glazing Systems

ID	Name	COG Area m2	#Lay	Tilt	Uc W/m2	SCc	SHGCc	Vtc	RHG
9	Double Clear Air	0.331	2	90	2.813	0.818	0.711	0.786	537

Glass and Gas Data for Glazing System '9 Double Clear Air'

ID	Name	D(mm)	Tsol	1 Rsol	2 Tvis	1 Rvis	2 Tir	1 Emis	2 Keff
Outside									
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
	1 Air	12.0							.840
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
Inside									

Frame Data

Location	ID	Name	Source	Frame Area m2	Edge Area m2	Uframe W/m2-K	Uedge
Header	12	HEAD- kisa is	Therm	0.048	0.022	3.6602	2.3780
Left Jamb	13	JAMB- kisa is	Therm	0.135	0.079	3.6525	2.2945
Right Jamb	13	JAMB- kisa is	Therm	0.135	0.079	3.6525	2.2945
Sill	14	SILL- kisa is	Therm	0.048	0.022	3.6525	2.2945

Gas Data

ID	Name	Type	Cond W/m-K	Visc kg/m-s x e-6	Cp J/kg-K	Dens kg/m3	Pran
1	Air	Pure	0.0241	17.22	1006.10	1.2922	0.7197

Window 5.2a v5.2.17a Report
Environmental Conditions: 4 CEN

Page 2

05/04/08 14:16:31

	Tout (C)	Tin (C)	WndSpd (m/s)	Wnd Dir	Solar (W/m2)	Tsky (C)	Esky
Uvalue	0.0	20.0	3.40	Windward	0.0	0.0	1.00
Solar	30.0	25.0	3.40	Windward	500.0	30.0	1.00

Frame Library Data

ID	Name	Source	U-value Frame W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
12	HEAD- kisa is	Therm	3.6602	2.3780	N/A	24.000	2.813	96.16	0.30
13	JAMB- kisa is	Therm	3.6525	2.2945	N/A	24.000	2.813	96.16	0.30
14	SILL- kisa is	Therm	3.6525	2.2945	N/A	24.000	2.813	96.16	0.30

Divider Library Data

ID	Name	Source	U-value Div W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
----	------	--------	--------------------------	----------------	--------------	-----------------------	------------------------	----------------------	-----

No Dividers for this Glazing System

Optical Properties for Glazing System '9 Double Clear Ai'

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
Vtc	: 0.785	0.785	0.784	0.779	0.766	0.735	0.662	0.510	0.253	0.000	0.683
Rf	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Rb	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Tsol	: 0.595	0.595	0.591	0.581	0.564	0.532	0.469	0.347	0.151	0.000	0.497
Rf	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Rb	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Abs1	: 0.169	0.169	0.172	0.177	0.184	0.193	0.205	0.218	0.217	0.000	0.189
Abs2	: 0.124	0.124	0.126	0.128	0.131	0.133	0.130	0.116	0.079	0.000	0.124
SHGCc	: 0.710	0.710	0.707	0.701	0.687	0.658	0.595	0.467	0.248	0.000	0.616
Tdw-K	: -1.000										
Tdw-ISO	: -1.000										
Tuv	: -1.000										

Window 5.2a v5.2.17a Report

ID: 9

Name: AL03

EnvCond: 4 CEN

Type: Casement - Single

Tilt: 90

Width: 600.0 mm

Height: 1500.0 mm

Area: 0.90 m2

U-value: 2.786 W/m2-K

SHGC: 0.446

Vt: 0.468

CI: N/A

Data for Glazing Systems

ID	Name	COG Area m2	#Lay	Tilt	Uc W/m2	SCc	SHGCc	Vtc	RHG
9	Double Clear Ai	0.334	2	90	2.813	0.818	0.711	0.786	537

Glass and Gas Data for Glazing System '9 Double Clear Air'

ID	Name	D(mm)	Tsol	1	Rsol	2	Tvis	1	Rvis	2	Tir	1	Emis	2	Keff
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000	.840	.840	1.00			
	1 Air	12.0													.069
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000	.840	.840	1.00			

Frame Data

Location	ID	Name	Source	Frame Area m2	Edge Area m2	Uframe W/m2-K	Uedge
Header	15	HEAD-uzun	1s1 Therm	0.048	0.022	2.9945	2.3828
Left Jamb	16	JAMB-uzun	1s1 Therm	0.134	0.079	2.9872	2.3763
Right Jamb	16	JAMB-uzun	1s1 Therm	0.134	0.079	2.9872	2.3763
Sill	17	SILL-uzun	1s1 Therm	0.048	0.022	2.9872	2.3763

Gas Data

ID	Name	Type	Cond W/m-K	Visc kg/m-s x e-6	Cp J/kg-K	Dens kg/m3	Pran
1	Air	Pure	0.0241	17.22	1006.10	1.2922	0.7197

Window 5.2a v5.2.17a Report
Environmental Conditions: 4 CEN

Page 2

05/04/08 14:18:36

	Tout (C)	Tin (C)	WndSpd (m/s)	Wnd Dir	Solar (W/m2)	Tsky (C)	Esky
Uvalue	0.0	20.0	3.40	Windward	0.0	0.0	1.00
Solar	30.0	25.0	3.40	Windward	500.0	30.0	1.00

Frame Library Data

ID	Name	Source	U-value Frame W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
15	HEAD-uzun isi	Therm	2.9945	2.3828	N/A	24.000	2.813	95.26	0.30
16	JAMB-uzun isi	Therm	2.9872	2.3763	N/A	24.000	2.813	95.26	0.30
17	SILL-uzun isi	Therm	2.9872	2.3763	N/A	24.000	2.813	95.26	0.30

Divider Library Data

ID	Name	Source	U-value Div W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
----	------	--------	--------------------------	----------------	--------------	-----------------------	------------------------	----------------------	-----

No Dividers for this Glazing System

Optical Properties for Glazing System '9 Double Clear Ai'

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
Vtc	: 0.785	0.785	0.784	0.779	0.766	0.735	0.662	0.510	0.253	0.000	0.683
Rf	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Rb	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Tsol	: 0.595	0.595	0.591	0.581	0.564	0.532	0.469	0.347	0.151	0.000	0.497
Rf	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Rb	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Abs1	: 0.169	0.169	0.172	0.177	0.184	0.193	0.205	0.218	0.217	0.000	0.189
Abs2	: 0.124	0.124	0.126	0.128	0.131	0.133	0.130	0.116	0.079	0.000	0.124
SHGCc	: 0.710	0.710	0.707	0.701	0.687	0.658	0.595	0.467	0.248	0.000	0.616
Tdw-K	: -1.000										
Tdw-ISO	: -1.000										
Tuv	: -1.000										

Window 5.2a v5.2.17a Report

ID: 10

Name: AL04

EnvCond: 4 CEN

Type: Casement - Single
Tilt: 90
Width: 600.0 mm
Height: 1500.0 mm
Area: 0.90 m2

U-value: 2.560 W/m2-K
 SHGC: 0.451
 Vt: 0.477
 CI: N/A

Data for Glazing Systems

ID	Name	COG Area m2	#Lay	Tilt	Uc W/m2	SCc	SHGCc	Vtc	RHG
9	Double Clear Ai	0.343	2	90	2.813	0.818	0.711	0.786	537

Glass and Gas Data for Glazing System '9 Double Clear Air'

ID	Name	D(mm)	Tsol	1 Rsol	2 Tvis	1 Rvis	2 Tir	1 Emis	2 Keff
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
1	Air	12.0							
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
	Inside								

Frame Data

Location	ID	Name	Source	Frame Area m2	Edge Area m2	Uframe W/m2-K	Uedge
Header	30	HEAD-	karişik Therm	0.047	0.022	2.4035	2.4075
Left Jamb	28	JAMB-	karişik Therm	0.130	0.079	2.3990	2.4127
Right Jamb	28	JAMB-	karişik Therm	0.130	0.079	2.3990	2.4127
Sill	29	SILL-	karişik Therm	0.047	0.022	2.3990	2.4126

Gas Data

ID	Name	Type	Cond W/m-K	Visc kg/m-s x e-6	Cp J/kg-K	Dens kg/m3	Pran
1	Air	Pure	0.0241	17.22	1006.10	1.2922	0.7197

	Tout (C)	Tin (C)	WndSpd (m/s)	Wnd Dir	Solar (W/m2)	Tsky (C)	Esky
Uvalue	0.0	20.0	3.40	Windward	0.0	0.0	1.00
Solar	30.0	25.0	3.40	Windward	500.0	30.0	1.00

Frame Library Data

ID	Name	Source	U-value Frame W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
30	HEAD- gelişmiş	Therm	2.4035	2.4075	N/A	24.000	2.813	92.36	0.30
28	JAMB- gelişmiş	Therm	2.3990	2.4127	N/A	24.000	2.813	92.36	0.30
29	SILL- gelişmiş	Therm	2.3990	2.4126	N/A	24.000	2.813	92.36	0.30

Divider Library Data

ID	Name	Source	U-value Div W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
----	------	--------	--------------------------	----------------	--------------	-----------------------	------------------------	----------------------	-----

No Dividers for this Glazing System

Optical Properties for Glazing System '9 Double Clear Ai'

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
Vtc	: 0.785	0.785	0.784	0.779	0.766	0.735	0.662	0.510	0.253	0.000	0.683
Rf	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Rb	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Tsol	: 0.595	0.595	0.591	0.581	0.564	0.532	0.469	0.347	0.151	0.000	0.497
Rf	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Rb	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Abs1	: 0.169	0.169	0.172	0.177	0.184	0.193	0.205	0.218	0.217	0.000	0.189
Abs2	: 0.124	0.124	0.126	0.128	0.131	0.133	0.130	0.116	0.079	0.000	0.124
SHGCc	: 0.710	0.710	0.707	0.701	0.687	0.658	0.595	0.467	0.248	0.000	0.616
Tdw-K	: -1.000										
Tdw-ISO	: -1.000										
Tuv	: -1.000										

Window 5.2a v5.2.17a Report

ID: 11

Name: AL05

EnvCond: 4 CEN

Type: Casement - Single

Tilt: 90

Width: 600.0 mm

Height: 1500.0 mm

Area: 0.90 m2

U-value: 2.768 W/m2-K

SHGC: 0.399

Vt: 0.413

CI: N/A

Data for Glazing Systems

ID	Name	COG Area m2	#Lay	Tilt	Uc W/m2	SCc	SHGCc	Vtc	RHG
9	Double Clear Ai	0.280	2	90	2.813	0.818	0.711	0.786	537

Glass and Gas Data for Glazing System '9 Double Clear Air'

ID	Name	D(mm)	Tsol	1 Rsol	2 Tvis	1 Rvis	2 Tir	1 Emis	2 Keff
Outside									
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
	1 Air	12.0							.069
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
Inside									.840

Frame Data

Location	ID	Name	Source	Frame Area m2	Edge Area m2	Uframe W/m2-K	Uedge
Header	83	HEAD-uzun 1s1	Therm	0.055	0.020	2.9212	2.3836
Left Jamb	84	JAMB-uzun 1s1	Therm	0.158	0.077	2.9142	2.3776

Right Jamb	84	JAMB-uzun isi Therm	0.158	0.077	2.9142	2.3776
Sill	85	SILL-uzun isi Therm	0.055	0.020	2.9142	2.3776

Gas Data

ID	Name	Type	Cond W/m-K	Visc kg/m-s x e-6	Cp J/kg-K	Dens kg/m3	Pran
1	Air	Pure	0.0241	17.22	1006.10	1.2922	0.7197

	Tout (C)	Tin (C)	WndSpd (m/s)	Wnd Dir	Solar (W/m2)	Tsky (C)	Esky
Uvalue	0.0	20.0	3.40	Windward	0.0	0.0	1.00
Solar	30.0	25.0	3.40	Windward	500.0	30.0	1.00

Frame Library Data

ID	Name	Source	U-value Frame W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
83	HEAD-uzun isi	Therm	2.9212	2.3836	N/A	24.000	2.813	114.14	0.30
84	JAMB-uzun isi	Therm	2.9142	2.3776	N/A	24.000	2.813	114.14	0.30
85	SILL-uzun isi	Therm	2.9142	2.3776	N/A	24.000	2.813	114.14	0.30

Divider Library Data

ID	Name	Source	U-value Div W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
----	------	--------	--------------------------	----------------	--------------	-----------------------	------------------------	----------------------	-----

No Dividers for this Glazing System

Optical Properties for Glazing System '9 Double Clear Ai'

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
Vtc	: 0.785	0.785	0.784	0.779	0.766	0.735	0.662	0.510	0.253	0.000	0.683
Rf	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Rb	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Tsol	: 0.595	0.595	0.591	0.581	0.564	0.532	0.469	0.347	0.151	0.000	0.497
Rf	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Rb	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Abs1	: 0.169	0.169	0.172	0.177	0.184	0.193	0.205	0.218	0.217	0.000	0.189
Abs2	: 0.124	0.124	0.126	0.128	0.131	0.133	0.130	0.116	0.079	0.000	0.124
SHGCc	: 0.710	0.710	0.707	0.701	0.687	0.658	0.595	0.467	0.248	0.000	0.616
Tdw-K	: -1.000										
Tdw-ISO	: -1.000										
Tuv	: -1.000										

Window 5.2a v5.2.17a Report

ID: 12

Name: AL06

EnvCond: 4 CEN

Type: Casement - Single

Tilt: 90

Width: 600.0 mm

Height: 1500.0 mm

Area: 0.90 m2

U-value: 2.805 W/m2-K

SHGC: 0.446

Vt: 0.468

CI: N/A

Data for Glazing Systems

ID	Name	COG Area m2	#Lay	Tilt	Uc W/m2	SCc	SHGCc	Vtc	RHG
9	Double Clear Ai	0.334	2	90	2.813	0.818	0.711	0.786	537

Glass and Gas Data for Glazing System '9 Double Clear Air'

ID	Name	D(mm)	Tsol	1 Rsol	2 Tvis	1 Rvis	2 Tir	1 Emis	2 Keff
Outside									
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
	1 Air	12.0							.840
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
Inside									
									.840

Frame Data

Location	ID	Name	Source	Frame Area m2	Edge Area m2	Uframe W/m2-K	Uedge
Header	21	HEAD-uzun	1s1 Therm	0.048	0.022	3.1198	2.2794
Left Jamb	22	JAMP-uzun	1s1 Therm	0.134	0.079	3.0867	2.2760
Right Jamb	22	JAMP-uzun	1s1 Therm	0.134	0.079	3.0867	2.2760
Sill	23	SILL-uzun	1s1 Therm	0.048	0.022	3.0867	2.2760

Gas Data

ID	Name	Type	Cond W/m-K	Visc kg/m-s x e-6	Cp J/kg-K	Dens kg/m3	Pran
1	Air	Pure	0.0241	17.22	1006.10	1.2922	0.7197

Window 5.2a v5.2.17a Report
Environmental Conditions: 4 CEN

Page 2

05/04/08 14:36:14

	Tout (C)	Tin (C)	WndSpd (m/s)	Wnd Dir	Solar (W/m2)	Tsky (C)	Esky
Uvalue	0.0	20.0	3.40	Windward	0.0	0.0	1.00
Solar	30.0	25.0	3.40	Windward	500.0	30.0	1.00

Frame Library Data

ID	Name	Source	U-value Frame W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
21	HEAD-uzun	1s1 Therm	3.1198	2.2794	N/A	24.000	2.813	95.28	0.30
22	JAMP-uzun	1s1 Therm	3.0867	2.2760	N/A	24.000	2.813	95.28	0.30
23	SILL-uzun	1s1 Therm	3.0867	2.2760	N/A	24.000	2.813	95.28	0.30

Divider Library Data

ID	Name	Source	U-value Div	Edge Edge	Edge Corr	GlzSys Width	GlzSys Uc	Width (PFD)	Abs
----	------	--------	----------------	--------------	--------------	-----------------	--------------	----------------	-----

	W/m2-K	W/m2-K	mm	W/m2-K	mm
--	--------	--------	----	--------	----

No Dividers for this Glazing System

Optical Properties for Glazing System '9 Double Clear Ai'

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
Vtc	: 0.785	0.785	0.784	0.779	0.766	0.735	0.662	0.510	0.253	0.000	0.683
Rf	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Rb	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Tsol	: 0.595	0.595	0.591	0.581	0.564	0.532	0.469	0.347	0.151	0.000	0.497
Rf	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Rb	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Abs1	: 0.169	0.169	0.172	0.177	0.184	0.193	0.205	0.218	0.217	0.000	0.189
Abs2	: 0.124	0.124	0.126	0.128	0.131	0.133	0.130	0.116	0.079	0.000	0.124
SHGCc	: 0.710	0.710	0.707	0.701	0.687	0.658	0.595	0.467	0.248	0.000	0.616
Tdw-K	: -1.000										
Tdw-ISO	: -1.000										
Tuv	: -1.000										

Window 5.2a v5.2.17a Report

ID: 13

Name: AL07

EnvCond: 4 CEN

Type: Casement - Single

Tilt: 90

Width: 600.0 mm

Height: 1500.0 mm

Area: 0.90 m2

U-value: 2.886 W/m2-K

SHGC: 0.448

Vt: 0.468

CI: N/A

Data for Glazing Systems

ID	Name	COG Area m2	#Lay	Tilt	Uc W/m2	SCc	SHGCc	Vtc	RHG
9	Double Clear Ai	0.334	2	90	2.813	0.818	0.711	0.786	537

Glass and Gas Data for Glazing System '9 Double Clear Air'

ID	Name	D(mm)	Tsol	1 Rsol	2 Tvis	1 Rvis	2 Tir	1 Emis	2 Keff
Outside									
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
	1 Air	12.0							.069
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
Inside									

Frame Data

Location	ID	Name	Source	Frame Area m2	Edge Area m2	Uframe W/m2-K	Uedge
Header	24	HEAD-uzun isi	Therm	0.048	0.022	3.2859	2.2862
Left Jamb	25	JAMP-uzun isi	Therm	0.134	0.079	3.2869	2.2858
Right Jamb	25	JAMP-uzun isi	Therm	0.134	0.079	3.2869	2.2858

Sill 26 SILL-uzun isi Therm 0.048 0.022 3.2869 2.2858

Gas Data

ID	Name	Type	Cond W/m-K	Visc kg/m-s x e-6	Cp J/kg-K	Dens kg/m3	Pran
1	Air	Pure	0.0241	17.22	1006.10	1.2922	0.7197

	Tout (C)	Tin (C)	WndSpd (m/s)	Wnd Dir	Solar (W/m2)	Tsky (C)	Esky
Uvalue	0.0	20.0	3.40	Windward	0.0	0.0	1.00
Solar	30.0	25.0	3.40	Windward	500.0	30.0	1.00

Frame Library Data

ID	Name	Source	U-value Frame W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
24	HEAD-uzun isi	Therm	3.2859	2.2862	N/A	24.000	2.813	95.23	0.30
25	JAMP-uzun isi	Therm	3.2869	2.2858	N/A	24.000	2.813	95.23	0.30
26	SILL-uzun isi	Therm	3.2869	2.2858	N/A	24.000	2.813	95.23	0.30

Divider Library Data

ID	Name	Source	U-value Div W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
----	------	--------	--------------------------	----------------	--------------	-----------------------	------------------------	----------------------	-----

No Dividers for this Glazing System

Optical Properties for Glazing System '9 Double Clear Ai'

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
Vtc	: 0.785	0.785	0.784	0.779	0.766	0.735	0.662	0.510	0.253	0.000	0.683
Rf	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Rb	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Tsol	: 0.595	0.595	0.591	0.581	0.564	0.532	0.469	0.347	0.151	0.000	0.497
Rf	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Rb	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Abs1	: 0.169	0.169	0.172	0.177	0.184	0.193	0.205	0.218	0.217	0.000	0.189
Abs2	: 0.124	0.124	0.126	0.128	0.131	0.133	0.130	0.116	0.079	0.000	0.124
SHGCc	: 0.710	0.710	0.707	0.701	0.687	0.658	0.595	0.467	0.248	0.000	0.616
Tdw-K	: -1.000										
Tdw-ISO	: -1.000										
Tuv	: -1.000										

Window 5.2a v5.2.17a Report

ID: 14

Name: PV01

EnvCond: 4 CEN

Type: Casement - Single

Tilt: 90

Width: 600.0 mm

Height: 1500.0 mm

Area: 0.90 m2

U-value: 2.367 W/m2-K
 SHGC: 0.444
 Vt: 0.477
 CI: N/A

Data for Glazing Systems

ID	Name	COG Area m2	#Lay	Tilt	Uc W/m2	SCc	SHGCc	Vtc	RHG
9	Double Clear Ai	0.343	2	90	2.813	0.818	0.711	0.786	537

Glass and Gas Data for Glazing System '9 Double Clear Air'

ID	Name	D(mm)	Tsol	1 Rsol	2 Tvis	1 Rvis	2 Tir	1 Emis	2 Keff
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
1	Air	12.0							
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
	Inside								

Frame Data

Location	ID	Name	Source	Frame Area m2	Edge Area m2	Uframe W/m2-K	Uedge
Header	46	HEAD60x90	lik Therm	0.047	0.022	1.9548	2.3319
Left Jamb	44	JAMB60x90	lik Therm	0.130	0.079	1.9552	2.3320
Right Jamb	44	JAMB60x90	lik Therm	0.130	0.079	1.9552	2.3320
Sill	45	SILL60x90	lik Therm	0.047	0.022	1.9552	2.3320

Gas Data

ID	Name	Type	Cond W/m-K	Visc kg/m-s x e-6	Cp J/kg-K	Dens kg/m3	Pran
1	Air	Pure	0.0241	17.22	1006.10	1.2922	0.7197

Window 5.2a v5.2.17a Report Page 2 05/04/08 14:50:24
 Environmental Conditions: 4 CEN

	Tout (C)	Tin (C)	WndSpd (m/s)	Wnd Dir	Solar (W/m2)	Tsky (C)	Esky
Uvalue	0.0	20.0	3.40	Windward	0.0	0.0	1.00
Solar	30.0	25.0	3.40	Windward	500.0	30.0	1.00

Frame Library Data

ID	Name	Source	U-value Frame W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
46	HEAD60x90	lik Therm	1.9548	2.3319	N/A	24.000	2.813	92.35	0.30
44	JAMB60x90	lik Therm	1.9552	2.3320	N/A	24.000	2.813	92.35	0.30
45	SILL60x90	lik Therm	1.9552	2.3320	N/A	24.000	2.813	92.35	0.30

Divider Library Data

U-value Edge GlzSys GlzSys Width

ID	Name	Source	Div W/m2-K	Edge W/m2-K	Corr	Width mm	Uc W/m2-K	(PFD) mm	Abs
----	------	--------	---------------	----------------	------	-------------	--------------	-------------	-----

No Dividers for this Glazing System

Optical Properties for Glazing System '9 Double Clear Ai'

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
-------	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-------

Vtc : 0.785 0.785 0.784 0.779 0.766 0.735 0.662 0.510 0.253 0.000 0.683
Rf : 0.144 0.144 0.144 0.147 0.157 0.184 0.253 0.403 0.661 1.000 0.228
Rb : 0.144 0.144 0.144 0.147 0.157 0.184 0.253 0.403 0.661 1.000 0.228

Tsol : 0.595 0.595 0.591 0.581 0.564 0.532 0.469 0.347 0.151 0.000 0.497
Rf : 0.112 0.112 0.111 0.113 0.120 0.142 0.196 0.319 0.552 1.000 0.180
Rb : 0.112 0.112 0.111 0.113 0.120 0.142 0.196 0.319 0.552 1.000 0.180

Abs1 : 0.169 0.169 0.172 0.177 0.184 0.193 0.205 0.218 0.217 0.000 0.189
Abs2 : 0.124 0.124 0.126 0.128 0.131 0.133 0.130 0.116 0.079 0.000 0.124

SHGCc: 0.710 0.710 0.707 0.701 0.687 0.658 0.595 0.467 0.248 0.000 0.616

Tdw-K : -1.000
Tdw-ISO: -1.000
Tuv : -1.000

Window 5.2a v5.2.17a Report

ID: 15

Name: PV02

EnvCond: 4 CEN

Type: Casement - Single

Tilt: 90

Width: 600.0 mm

Height: 1500.0 mm

Area: 0.90 m2

U-value: 2.301 W/m2-K

SHGC: 0.393

Vt: 0.418

CI: N/A

Data for Glazing Systems

ID	Name	COG Area m2	#Lay	Tilt	Uc W/m2	SCc	SHGCc	Vtc	RHG
----	------	-------------------	------	------	------------	-----	-------	-----	-----

9	Double Clear Ai	0.285	2	90	2.813	0.818	0.711	0.786	537
---	-----------------	-------	---	----	-------	-------	-------	-------	-----

Glass and Gas Data for Glazing System '9 Double Clear Air'

ID	Name	D(mm)	Tsol	1 Rsol	2 Tvis	1 Rvis	2 Tir	1 Emis	2 Keff
----	------	-------	------	--------	--------	--------	-------	--------	--------

Outside

9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
	1 Air	12.0							
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000

Inside

Frame Data

Location	ID	Name	Source	Frame Area m2	Edge Area m2	Uframe W/m2-K	Uedge
----------	----	------	--------	---------------------	--------------------	------------------	-------

Header	40	HEAD60x110 lu	Therm	0.055	0.020	1.8720	2.4796
Left Jamb	41	JAMB60x110 lu	Therm	0.156	0.077	1.8718	2.4796

Right Jamb	41	JAMB60x110 lu Therm	0.156	0.077	1.8718	2.4796
Sill	42	SILL60x110 lu Therm	0.055	0.020	1.8718	2.4796

Gas Data

ID	Name	Type	Cond W/m-K	Visc kg/m-s x e-6	Cp J/kg-K	Dens kg/m3	Pran
1	Air	Pure	0.0241	17.22	1006.10	1.2922	0.7197

	Tout (C)	Tin (C)	WndSpd (m/s)	Wnd Dir	Solar (W/m2)	Tsky (C)	Esky
Uvalue	0.0	20.0	3.40	Windward	0.0	0.0	1.00
Solar	30.0	25.0	3.40	Windward	500.0	30.0	1.00

Frame Library Data

ID	Name	Source	U-value Frame W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
40	HEAD60x110 lu	Therm	1.8720	2.4796	N/A	24.000	2.813	112.35	0.30
41	JAMB60x110 lu	Therm	1.8718	2.4796	N/A	24.000	2.813	112.35	0.30
42	SILL60x110 lu	Therm	1.8718	2.4796	N/A	24.000	2.813	112.35	0.30

Divider Library Data

ID	Name	Source	U-value Div W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
----	------	--------	--------------------------	----------------	--------------	-----------------------	------------------------	----------------------	-----

No Dividers for this Glazing System

Optical Properties for Glazing System '9 Double Clear Ai'

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
Vtc	: 0.785	0.785	0.784	0.779	0.766	0.735	0.662	0.510	0.253	0.000	0.683
Rf	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Rb	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Tsol	: 0.595	0.595	0.591	0.581	0.564	0.532	0.469	0.347	0.151	0.000	0.497
Rf	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Rb	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Abs1	: 0.169	0.169	0.172	0.177	0.184	0.193	0.205	0.218	0.217	0.000	0.189
Abs2	: 0.124	0.124	0.126	0.128	0.131	0.133	0.130	0.116	0.079	0.000	0.124
SHGCc	: 0.710	0.710	0.707	0.701	0.687	0.658	0.595	0.467	0.248	0.000	0.616
Tdw-K	: -1.000										
Tdw-ISO	: -1.000										
Tuv	: -1.000										

Window 5.2a v5.2.17a Report

ID: 16

Name: PV03

EnvCond: 4 CEN

Type: Casement - Single
Tilt: 90
Width: 600.0 mm
Height: 1500.0 mm
Area: 0.90 m2

U-value: 2.279 W/m2-K
 SHGC: 0.393
 Vt: 0.418
 CI: N/A

Data for Glazing Systems

ID	Name	COG Area m2	#Lay	Tilt	Uc W/m2	SCc	SHGCc	Vtc	RHG
9	Double Clear Ai	0.285	2	90	2.813	0.818	0.711	0.786	537

Glass and Gas Data for Glazing System '9 Double Clear Air'

ID	Name	D(mm)	Tsol	1 Rsol	2 Tvis	1 Rvis	2 Tir	1 Emis	2 Keff
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
1	Air	12.0							
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
								.840	.840
								.840	1.00

Frame Data

Location	ID	Name	Source	Frame Area m2	Edge Area m2	Uframe W/m2-K	Uedge
Header	37	HEAD60x110 lu	Therm	0.055	0.020	1.8310	2.4705
Left Jamb	38	JAMB60x110 lu	Therm	0.156	0.077	1.8308	2.4706
Right Jamb	38	JAMB60x110 lu	Therm	0.156	0.077	1.8308	2.4706
Sill	39	SILL60x110 lu	Therm	0.055	0.020	1.8308	2.4706

Gas Data

ID	Name	Type	Cond W/m-K	Visc kg/m-s x e-6	Cp J/kg-K	Dens kg/m3	Pran
1	Air	Pure	0.0241	17.22	1006.10	1.2922	0.7197

	Tout (C)	Tin (C)	WndSpd (m/s)	Wnd Dir	Solar (W/m2)	Tsky (C)	Esky
Uvalue	0.0	20.0	3.40	Windward	0.0	0.0	1.00
Solar	30.0	25.0	3.40	Windward	500.0	30.0	1.00

Frame Library Data

ID	Name	Source	U-value Frame W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
37	HEAD60x110 lu	Therm	1.8310	2.4705	N/A	24.000	2.813	112.35	0.30
38	JAMB60x110 lu	Therm	1.8308	2.4706	N/A	24.000	2.813	112.35	0.30
39	SILL60x110 lu	Therm	1.8308	2.4706	N/A	24.000	2.813	112.35	0.30

Divider Library Data

ID	Name	Source	U-value Div W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
----	------	--------	--------------------------	----------------	--------------	-----------------------	------------------------	----------------------	-----

No Dividers for this Glazing System

Optical Properties for Glazing System '9 Double Clear Ai'

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
Vtc	: 0.785	0.785	0.784	0.779	0.766	0.735	0.662	0.510	0.253	0.000	0.683
Rf	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Rb	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Tsol	: 0.595	0.595	0.591	0.581	0.564	0.532	0.469	0.347	0.151	0.000	0.497
Rf	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Rb	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Abs1	: 0.169	0.169	0.172	0.177	0.184	0.193	0.205	0.218	0.217	0.000	0.189
Abs2	: 0.124	0.124	0.126	0.128	0.131	0.133	0.130	0.116	0.079	0.000	0.124
SHGCc	: 0.710	0.710	0.707	0.701	0.687	0.658	0.595	0.467	0.248	0.000	0.616
Tdw-K	: -1.000										
Tdw-ISO	: -1.000										
Tuv	: -1.000										

Window 5.2a v5.2.17a

ID: 17

Name: PV04

EnvCond: 4 CEN

Type: Casement - Single

Tilt: 90

Width: 600.0 mm

Height: 1500.0 mm

Area: 0.90 m2

U-value: 2.209 W/m2-K

SHGC: 0.391

Vt: 0.416

CI: N/A

Data for Glazing Systems

ID	Name	COG Area #Lay m2	Tilt	Uc W/m2	SCc	SHGCc	Vtc	RHG
9	Double Clear Ai	0.284 2	90	2.813	0.818	0.711	0.786	537

Glass and Gas Data for Glazing System '9 Double Clear Air'

ID	Name	D(mm)	Tsol	1 Rsol 2	Tvis	1 Rvis 2	Tir	1 Emis 2	Keff
Outside									
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070 .070	.884 .080	.080 .080	.000 .840	.840 1.00	
	1 Air	12.0							.069
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070 .070	.884 .080	.080 .080	.000 .840	.840 1.00	
Inside									

Frame Data

Location	ID	Name	Source	Frame Area m2	Edge Area m2	Uframe W/m2-K	Uedge
Header	47	HEAD70X110 lu	Therm	0.055	0.020	1.7029	2.4278
Left Jamb	48	JAMB70X110 lu	Therm	0.156	0.077	1.7028	2.4278
Right Jamb	48	JAMB70X110 lu	Therm	0.156	0.077	1.7028	2.4278
Sill	49	SILL70X110 lu	Therm	0.055	0.020	1.7028	2.4278

Gas Data

ID	Name	Type	Cond W/m-K	Visc kg/m-s x e-6	Cp J/kg-K	Dens kg/m3	Pran
1	Air	Pure	0.0241	17.22	1006.10	1.2922	0.7197

	Tout (C)	Tin (C)	WndSpd (m/s)	Wnd Dir	Solar (W/m2)	Tsky (C)	Esky
Uvalue	0.0	20.0	3.40	Windward	0.0	0.0	1.00
Solar	30.0	25.0	3.40	Windward	500.0	30.0	1.00

Frame Library Data

ID	Name	Source	U-value Frame W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
47	HEAD70X110 lu	Therm	1.7029	2.4278	N/A	24.000	2.813	112.80	0.30
48	JAMB70X110 lu	Therm	1.7028	2.4278	N/A	24.000	2.813	112.80	0.30
49	SILL70X110 lu	Therm	1.7028	2.4278	N/A	24.000	2.813	112.80	0.30

Divider Library Data

ID	Name	Source	U-value Div W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
----	------	--------	--------------------------	----------------	--------------	-----------------------	------------------------	----------------------	-----

No Dividers for this Glazing System

Optical Properties for Glazing System '9 Double Clear Ai'

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
Vtc	: 0.785	0.785	0.784	0.779	0.766	0.735	0.662	0.510	0.253	0.000	0.683
Rf	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Rb	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Tsol	: 0.595	0.595	0.591	0.581	0.564	0.532	0.469	0.347	0.151	0.000	0.497
Rf	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Rb	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Abs1	: 0.169	0.169	0.172	0.177	0.184	0.193	0.205	0.218	0.217	0.000	0.189
Abs2	: 0.124	0.124	0.126	0.128	0.131	0.133	0.130	0.116	0.079	0.000	0.124
SHGCc	: 0.710	0.710	0.707	0.701	0.687	0.658	0.595	0.467	0.248	0.000	0.616
Tdw-K	: -1.000										
Tdw-ISO	: -1.000										
Tuv	: -1.000										

Window 5.2a v5.2.17a Report

ID: 18

Name: PV05

EnvCond: 4 CEN

Type: Casement - Single

Tilt: 90

Width: 600.0 mm

Height: 1500.0 mm

Area: 0.90 m2

U-value: 2.185 W/m2-K
 SHGC: 0.391
 Vt: 0.416
 CI: N/A

Data for Glazing Systems

ID	Name	COG Area m2	#Lay	Tilt	Uc W/m2	SCc	SHGCc	Vtc	RHG
9	Double Clear Ai	0.284	2	90	2.813	0.818	0.711	0.786	537

Glass and Gas Data for Glazing System '9 Double Clear Air'

ID	Name	D(mm)	Tsol	1 Rsol	2 Tvis	1 Rvis	2 Tir	1 Emis	2 Keff
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
1	Air	12.0							
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000

Frame Data

Location	ID	Name	Source	Frame Area m2	Edge Area m2	Uframe W/m2-K	Uedge
Header	50	HEAD70X110 lu	Therm	0.055	0.020	1.6501	2.4351
Left Jamb	51	JAMB70X110 lu	Therm	0.156	0.077	1.6500	2.4352
Right Jamb	51	JAMB70X110 lu	Therm	0.156	0.077	1.6500	2.4352
Sill	52	SILL70X110 lu	Therm	0.055	0.020	1.6500	2.4352

Gas Data

ID	Name	Type	Cond W/m-K	Visc kg/m-s x e-6	Cp J/kg-K	Dens kg/m3	Pran
1	Air	Pure	0.0241	17.22	1006.10	1.2922	0.7197

	Tout (C)	Tin (C)	WndSpd (m/s)	Wnd Dir	Solar (W/m2)	Tsky (C)	Esky
Uvalue	0.0	20.0	3.40	Windward	0.0	0.0	1.00
Solar	30.0	25.0	3.40	Windward	500.0	30.0	1.00

Frame Library Data

ID	Name	Source	U-value Frame W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
50	HEAD70X110 lu	Therm	1.6501	2.4351	N/A	24.000	2.813	112.80	0.30
51	JAMB70X110 lu	Therm	1.6500	2.4352	N/A	24.000	2.813	112.80	0.30
52	SILL70X110 lu	Therm	1.6500	2.4352	N/A	24.000	2.813	112.80	0.30

Divider Library Data

ID	Name	Source	U-value Div W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
----	------	--------	--------------------------	----------------	--------------	-----------------------	------------------------	----------------------	-----

No Dividers for this Glazing System

Optical Properties for Glazing System '9 Double Clear Ai'

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
Vtc	: 0.785	0.785	0.784	0.779	0.766	0.735	0.662	0.510	0.253	0.000	0.683
Rf	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Rb	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Tsol	: 0.595	0.595	0.591	0.581	0.564	0.532	0.469	0.347	0.151	0.000	0.497
Rf	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Rb	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Abs1	: 0.169	0.169	0.172	0.177	0.184	0.193	0.205	0.218	0.217	0.000	0.189
Abs2	: 0.124	0.124	0.126	0.128	0.131	0.133	0.130	0.116	0.079	0.000	0.124
SHGCc	: 0.710	0.710	0.707	0.701	0.687	0.658	0.595	0.467	0.248	0.000	0.616
Tdw-K	: -1.000										
Tdw-ISO	: -1.000										
Tuv	: -1.000										

Window 5.2a v5.2.17a Report

ID: 19

Name: PV06

EnvCond: 4 CEN

Type: Casement - Single

Tilt: 90

Width: 600.0 mm

Height: 1500.0 mm

Area: 0.90 m2

U-value: 2.164 W/m2-K

SHGC: 0.390

Vt: 0.416

CI: N/A

Data for Glazing Systems

ID	Name	COG Area m2	#Lay	Tilt	Uc W/m2	SCc	SHGCc	Vtc	RHG
9	Double Clear Ai	0.284	2	90	2.813	0.818	0.711	0.786	537

Glass and Gas Data for Glazing System '9 Double Clear Air'

ID	Name	D(mm)	Tsol	1 Rsol	2 Tvis	1 Rvis	2 Tir	1 Emis	2 Keff
Outside									
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
	1 Air	12.0							.069
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
Inside									

Frame Data

Location	ID	Name	Source	Frame Area m2	Edge Area m2	Uframe W/m2-K	Uedge
Header	53	HEAD70X110 lu	Therm	0.055	0.020	1.6101	2.4247
Left Jamb	54	JAMB70X110 lu	Therm	0.156	0.077	1.6101	2.4248
Right Jamb	54	JAMB70X110 lu	Therm	0.156	0.077	1.6101	2.4248
Sill	55	SILL70X110 lu	Therm	0.055	0.020	1.6101	2.4248

Gas Data

ID	Name	Type	Cond W/m-K	Visc kg/m-s x e-6	Cp J/kg-K	Dens kg/m3	Pran
1	Air	Pure	0.0241	17.22	1006.10	1.2922	0.7197
	Tout (C)	Tin (C)	WndSpd (m/s)	Wnd Dir	Solar (W/m2)	Tsky (C)	Esky
Uvalue	0.0	20.0	3.40	Windward	0.0	0.0	1.00
Solar	30.0	25.0	3.40	Windward	500.0	30.0	1.00

Frame Library Data

ID	Name	Source	U-value Frame W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
53	HEAD70X110 lu	Therm	1.6101	2.4247	N/A	24.000	2.813	112.80	0.30
54	JAMB70X110 lu	Therm	1.6101	2.4248	N/A	24.000	2.813	112.80	0.30
55	SILL70X110 lu	Therm	1.6101	2.4248	N/A	24.000	2.813	112.80	0.30

Divider Library Data

ID	Name	Source	U-value Div W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
----	------	--------	--------------------------	----------------	--------------	-----------------------	------------------------	----------------------	-----

No Dividers for this Glazing System

Optical Properties for Glazing System '9 Double Clear Ai'

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
Vtc	: 0.785	0.785	0.784	0.779	0.766	0.735	0.662	0.510	0.253	0.000	0.683
Rf	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Rb	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Tsol	: 0.595	0.595	0.591	0.581	0.564	0.532	0.469	0.347	0.151	0.000	0.497
Rf	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Rb	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Abs1	: 0.169	0.169	0.172	0.177	0.184	0.193	0.205	0.218	0.217	0.000	0.189
Abs2	: 0.124	0.124	0.126	0.128	0.131	0.133	0.130	0.116	0.079	0.000	0.124
SHGCc	: 0.710	0.710	0.707	0.701	0.687	0.658	0.595	0.467	0.248	0.000	0.616
Tdw-K	: -1.000										
Tdw-ISO	: -1.000										
Tuv	: -1.000										

Window 5.2a v5.2.17a Report

ID: 20

Name: PV07

EnvCond: 4 CEN

Type: Casement - Single

Tilt: 90

Width: 600.0 mm

Height: 1500.0 mm

Area: 0.90 m2

U-value: 2.125 W/m2-K

SHGC: 0.392
Vt: 0.420
CI: N/A

Data for Glazing Systems

ID	Name	COG Area m2	#Lay	Tilt	Uc W/m2	SCc	SHGCc	Vtc	RHG
9	Double Clear Ai	0.287	2	90	2.813	0.818	0.711	0.786	537

Glass and Gas Data for Glazing System '9 Double Clear Air'

ID	Name	D(mm)	Tsol	1 Rsol	2 Tvis	1 Rvis	2 Tir	1 Emis	2 Keff
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
1	Air	12.0							
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
	Inside								

Frame Data

Location	ID	Name	Source	Frame Area m2	Edge Area m2	Uframe W/m2-K	Uedge
Header	59	HEAD75x110 lu	Therm	0.054	0.020	1.5612	2.3234
Left Jamb	60	JAMB75x110 lu	Therm	0.155	0.077	1.5613	2.3235
Right Jamb	60	JAMB75x110 lu	Therm	0.155	0.077	1.5613	2.3235
Sill	61	SILL75x110 lu	Therm	0.054	0.020	1.5613	2.3235

Gas Data

ID	Name	Type	Cond W/m-K	Visc kg/m-s x e-6	Cp J/kg-K	Dens kg/m3	Pran
1	Air	Pure	0.0241	17.22	1006.10	1.2922	0.7197

Window 5.2a v5.2.17a Report
Environmental Conditions: 4 CEN

Page 2

05/04/08 15:26:00

	Tout (C)	Tin (C)	WndSpd (m/s)	Wnd Dir	Solar (W/m2)	Tsky (C)	Esky
Uvalue	0.0	20.0	3.40	Windward	0.0	0.0	1.00
Solar	30.0	25.0	3.40	Windward	500.0	30.0	1.00

Frame Library Data

ID	Name	Source	U-value Frame W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
59	HEAD75x110 lu	Therm	1.5612	2.3234	N/A	24.000	2.813	111.51	0.30
60	JAMB75x110 lu	Therm	1.5613	2.3235	N/A	24.000	2.813	111.51	0.30
61	SILL75x110 lu	Therm	1.5613	2.3235	N/A	24.000	2.813	111.51	0.30

Divider Library Data

ID	Name	Source	U-value Div W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
----	------	--------	--------------------------	----------------	--------------	-----------------------	------------------------	----------------------	-----

No Dividers for this Glazing System

Optical Properties for Glazing System '9 Double Clear Ai'

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
Vtc	: 0.785	0.785	0.784	0.779	0.766	0.735	0.662	0.510	0.253	0.000	0.683
Rf	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Rb	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Tsol	: 0.595	0.595	0.591	0.581	0.564	0.532	0.469	0.347	0.151	0.000	0.497
Rf	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Rb	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Abs1	: 0.169	0.169	0.172	0.177	0.184	0.193	0.205	0.218	0.217	0.000	0.189
Abs2	: 0.124	0.124	0.126	0.128	0.131	0.133	0.130	0.116	0.079	0.000	0.124
SHGCc	: 0.710	0.710	0.707	0.701	0.687	0.658	0.595	0.467	0.248	0.000	0.616
Tdw-K	: -1.000										
Tdw-ISO	: -1.000										
Tuv	: -1.000										

Window 5.2a v5.2.17a Report

ID: 21

Name: PV08

EnvCond: 4 CEN

Type: Casement - Single

Tilt: 90

Width: 600.0 mm

Height: 1500.0 mm

Area: 0.90 m2

U-value: 2.100 W/m2-K

SHGC: 0.392

Vt: 0.420

CI: N/A

Data for Glazing Systems

ID	Name	COG Area #Lay m2	Tilt	Uc W/m2	SCc	SHGCc	Vtc	RHG
9	Double Clear Ai	0.287 2	90	2.813	0.818	0.711	0.786	537

Glass and Gas Data for Glazing System '9 Double Clear Air'

ID	Name	D(mm)	Tsol	1 Rsol	2 Tvis	1 Rvis	2 Tir	1 Emis	2 Keff
Outside									
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
	1 Air	12.0							.069
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
Inside									

Frame Data

Location	ID	Name	Source	Frame Area m2	Edge Area m2	Uframe W/m2-K	Uedge
Header	56	HEAD75x110 lu	Therm	0.054	0.020	1.5352	2.3255
Left Jamb	57	JAMB75x110 lu	Therm	0.155	0.077	1.5353	2.2538
Right Jamb	57	JAMB75x110 lu	Therm	0.155	0.077	1.5353	2.2538
Sill	58	SILL75x110 lu	Therm	0.054	0.020	1.5353	2.2538

Gas Data

ID	Name	Type	Cond W/m-K	Visc kg/m-s x e-6	Cp J/kg-K	Dens kg/m3	Pran
1	Air	Pure	0.0241	17.22	1006.10	1.2922	0.7197
	Tout (C)	Tin (C)	WndSpd (m/s)	Wnd Dir	Solar (W/m2)	Tsky (C)	Esky
Uvalue	0.0	20.0	3.40	Windward	0.0	0.0	1.00
Solar	30.0	25.0	3.40	Windward	500.0	30.0	1.00

Frame Library Data

ID	Name	Source	U-value Frame W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
56	HEAD75x110 lu	Therm	1.5352	2.3255	N/A	24.000	2.813	111.51	0.30
57	JAMB75x110 lu	Therm	1.5353	2.2538	N/A	24.000	2.813	111.51	0.30
58	SILL75x110 lu	Therm	1.5353	2.2538	N/A	24.000	2.813	111.51	0.30

Divider Library Data

ID	Name	Source	U-value Div W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
----	------	--------	--------------------------	----------------	--------------	-----------------------	------------------------	----------------------	-----

No Dividers for this Glazing System

Optical Properties for Glazing System '9 Double Clear Ai'

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
Vtc	: 0.785	0.785	0.784	0.779	0.766	0.735	0.662	0.510	0.253	0.000	0.683
Rf	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Rb	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Tsol	: 0.595	0.595	0.591	0.581	0.564	0.532	0.469	0.347	0.151	0.000	0.497
Rf	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Rb	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Abs1	: 0.169	0.169	0.172	0.177	0.184	0.193	0.205	0.218	0.217	0.000	0.189
Abs2	: 0.124	0.124	0.126	0.128	0.131	0.133	0.130	0.116	0.079	0.000	0.124
SHGCc	: 0.710	0.710	0.707	0.701	0.687	0.658	0.595	0.467	0.248	0.000	0.616
Tdw-K	: -1.000										
Tdw-ISO	: -1.000										
Tuv	: -1.000										

Window 5.2a v5.2.17a Report

ID: 22

Name: PV09

EnvCond: 4 CEN

Type: Casement - Single

Tilt: 90

Width: 600.0 mm

Height: 1500.0 mm

Area: 0.90 m2

U-value: 2.151 W/m2-K
 SHGC: 0.392
 Vt: 0.421
 CI: N/A

Data for Glazing Systems

ID	Name	COG Area m2	#Lay	Tilt	Uc W/m2	SCc	SHGCc	Vtc	RHG
9	Double Clear Ai	0.288	2	90	2.813	0.818	0.711	0.786	537

Glass and Gas Data for Glazing System '9 Double Clear Air'

ID	Name	D(mm)	Tsol	1 Rsol	2 Tvis	1 Rvis	2 Tir	1 Emis	2 Keff
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
1	Air	12.0							
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
								.840	.840
								1.00	1.00

Frame Data

Location	ID	Name	Source	Frame Area m2	Edge Area m2	Uframe W/m2-K	Uedge
Header	86	HEAD80X110 lu	Therm	0.054	0.020	1.6173	2.3204
Left Jamb	87	JAMB80X110 lu	Therm	0.155	0.077	1.6173	2.3203
Right Jamb	87	JAMB80X110 lu	Therm	0.155	0.077	1.6173	2.3203
Sill	88	SILL80X110 lu	Therm	0.054	0.020	1.6173	2.3203

Gas Data

ID	Name	Type	Cond W/m-K	Visc kg/m-s x e-6	Cp J/kg-K	Dens kg/m3	Pran
1	Air	Pure	0.0241	17.22	1006.10	1.2922	0.7197

	Tout (C)	Tin (C)	WndSpd (m/s)	Wnd Dir	Solar (W/m2)	Tsky (C)	Esky
Uvalue	0.0	20.0	3.40	Windward	0.0	0.0	1.00
Solar	30.0	25.0	3.40	Windward	500.0	30.0	1.00

Frame Library Data

ID	Name	Source	U-value Frame W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
86	HEAD80X110 lu	Therm	1.6173	2.3204	N/A	24.000	2.813	111.34	0.30
87	JAMB80X110 lu	Therm	1.6173	2.3203	N/A	24.000	2.813	111.34	0.30
88	SILL80X110 lu	Therm	1.6173	2.3203	N/A	24.000	2.813	111.34	0.30

Divider Library Data

ID	Name	Source	U-value Div W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
----	------	--------	--------------------------	----------------	--------------	-----------------------	------------------------	----------------------	-----

No Dividers for this Glazing System

Optical Properties for Glazing System '9 Double Clear Ai'

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
Vtc	: 0.785	0.785	0.784	0.779	0.766	0.735	0.662	0.510	0.253	0.000	0.683
Rf	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Rb	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Tsol	: 0.595	0.595	0.591	0.581	0.564	0.532	0.469	0.347	0.151	0.000	0.497
Rf	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Rb	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Abs1	: 0.169	0.169	0.172	0.177	0.184	0.193	0.205	0.218	0.217	0.000	0.189
Abs2	: 0.124	0.124	0.126	0.128	0.131	0.133	0.130	0.116	0.079	0.000	0.124
SHGCc	: 0.710	0.710	0.707	0.701	0.687	0.658	0.595	0.467	0.248	0.000	0.616
Tdw-K	: -1.000										
Tdw-ISO	: -1.000										
Tuv	: -1.000										

Window 5.2a v5.2.17a Report

ID: 23

Name: PV10

EnvCond: 4 CEN

Type: Casement - Single

Tilt: 90

Width: 600.0 mm

Height: 1500.0 mm

Area: 0.90 m2

U-value: 2.121 W/m2-K

SHGC: 0.392

Vt: 0.421

CI: N/A

Data for Glazing Systems

ID	Name	COG Area m2	#Lay	Tilt	Uc W/m2	SCc	SHGCc	Vtc	RHG
9	Double Clear Ai	0.288	2	90	2.813	0.818	0.711	0.786	537

Glass and Gas Data for Glazing System '9 Double Clear Air'

ID	Name	D(mm)	Tsol	1 Rsol	2 Tvis	1 Rvis	2 Tir	1 Emis	2 Keff
Outside									
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
	1 Air	12.0							.069
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000
Inside									

Frame Data

Location	ID	Name	Source	Frame Area m2	Edge Area m2	Uframe W/m2-K	Uedge
Header	62	HEAD80X110 lu	Therm	0.054	0.020	1.5524	2.3214
Left Jamb	63	JAMB80X110 lu	Therm	0.155	0.077	1.5522	2.3214
Right Jamb	63	JAMB80X110 lu	Therm	0.155	0.077	1.5522	2.3214
Sill	64	SILL80X110 lu	Therm	0.054	0.020	1.5522	2.3214

Gas Data

ID	Name	Type	Cond W/m-K	Visc kg/m-s x e-6	Cp J/kg-K	Dens kg/m3	Pran
1	Air	Pure	0.0241	17.22	1006.10	1.2922	0.7197

	Tout (C)	Tin (C)	WndSpd (m/s)	Wnd Dir	Solar (W/m2)	Tsky (C)	Esky
Uvalue	0.0	20.0	3.40	Windward	0.0	0.0	1.00
Solar	30.0	25.0	3.40	Windward	500.0	30.0	1.00

Frame Library Data

ID	Name	Source	U-value Frame W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
62	HEAD80X110 lu	Therm	1.5524	2.3214	N/A	24.000	2.813	111.34	0.30
63	JAMB80X110 lu	Therm	1.5522	2.3214	N/A	24.000	2.813	111.34	0.30
64	SILL80X110 lu	Therm	1.5522	2.3214	N/A	24.000	2.813	111.34	0.30

Divider Library Data

ID	Name	Source	U-value Div W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
----	------	--------	--------------------------	----------------	--------------	-----------------------	------------------------	----------------------	-----

No Dividers for this Glazing System

Optical Properties for Glazing System '9 Double Clear Ai'

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
Vtc	: 0.785	0.785	0.784	0.779	0.766	0.735	0.662	0.510	0.253	0.000	0.683
Rf	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Rb	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Tsol	: 0.595	0.595	0.591	0.581	0.564	0.532	0.469	0.347	0.151	0.000	0.497
Rf	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Rb	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Abs1	: 0.169	0.169	0.172	0.177	0.184	0.193	0.205	0.218	0.217	0.000	0.189
Abs2	: 0.124	0.124	0.126	0.128	0.131	0.133	0.130	0.116	0.079	0.000	0.124
SHGCc	: 0.710	0.710	0.707	0.701	0.687	0.658	0.595	0.467	0.248	0.000	0.616
Tdw-K	: -1.000										
Tdw-ISO	: -1.000										
Tuv	: -1.000										

Window 5.2a v5.2.17a Report

ID: 24

Name: PV11

EnvCond: 4 CEN

Type: Casement - Single

Tilt: 90

Width: 600.0 mm

Height: 1500.0 mm

Area: 0.90 m2

U-value: 2.110 W/m2-K

SHGC: 0.392

Vt: 0.421

CI: N/A

Data for Glazing Systems

ID	Name	COG Area m2	#Lay	Tilt	Uc W/m2	SCc	SHGCc	Vtc	RHG
9	Double Clear Ai	0.288	2	90	2.813	0.818	0.711	0.786	537

Glass and Gas Data for Glazing System '9 Double Clear Air'

ID	Name	D(mm)	Tsol	1 Rsol	2	Tvis	1 Rvis	2	Tir	1 Emis	2	Keff
Outside												
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000	.840	.840	1.00
	1 Air	12.0										.069
9991	CLEAR_6.DAT	6.0	.771	.070	.070	.884	.080	.080	.000	.840	.840	1.00
Inside												

Frame Data

Location	ID	Name	Source	Frame Area m2	Edge Area m2	Uframe W/m2-K	Uedge
Header	90	PV11-HEAD.THM	Therm	0.054	0.020	1.5279	2.3235
Left Jamb	91	PV11-JAMP.THM	Therm	0.155	0.077	1.5277	2.3235
Right Jamb	91	PV11-JAMP.THM	Therm	0.155	0.077	1.5277	2.3235
Sill	89	PV11- SILL.TH	Therm	0.054	0.020	1.5277	2.3235

Gas Data

ID	Name	Type	Cond W/m-K	Visc kg/m-s x e-6	Cp J/kg-K	Dens kg/m3	Pran
1	Air	Pure	0.0241	17.22	1006.10	1.2922	0.7197

	Tout (C)	Tin (C)	WndSpd (m/s)	Wnd Dir	Solar (W/m2)	Tsky (C)	Esky
Uvalue	0.0	20.0	3.40	Windward	0.0	0.0	1.00
Solar	30.0	25.0	3.40	Windward	500.0	30.0	1.00

Frame Library Data

ID	Name	Source	U-value Frame W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
90	PV11-HEAD.THM	Therm	1.5279	2.3235	N/A	24.000	2.813	111.34	0.30
91	PV11-JAMP.THM	Therm	1.5277	2.3235	N/A	24.000	2.813	111.34	0.30
89	PV11- SILL.TH	Therm	1.5277	2.3235	N/A	24.000	2.813	111.34	0.30

Divider Library Data

ID	Name	Source	U-value Div W/m2-K	Edge W/m2-K	Edge Corr	GlzSys Width mm	GlzSys Uc W/m2-K	Width (PFD) mm	Abs
----	------	--------	--------------------------	----------------	--------------	-----------------------	------------------------	----------------------	-----

No Dividers for this Glazing System

Optical Properties for Glazing System '9 Double Clear Ai'

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
Vtc	: 0.785	0.785	0.784	0.779	0.766	0.735	0.662	0.510	0.253	0.000	0.683
Rf	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Rb	: 0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.184	0.253	0.403	0.661	1.000	0.228
Tsol	: 0.595	0.595	0.591	0.581	0.564	0.532	0.469	0.347	0.151	0.000	0.497
Rf	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Rb	: 0.112	0.112	0.111	0.113	0.120	0.142	0.196	0.319	0.552	1.000	0.180
Abs1	: 0.169	0.169	0.172	0.177	0.184	0.193	0.205	0.218	0.217	0.000	0.189
Abs2	: 0.124	0.124	0.126	0.128	0.131	0.133	0.130	0.116	0.079	0.000	0.124
SHGCc	: 0.710	0.710	0.707	0.701	0.687	0.658	0.595	0.467	0.248	0.000	0.616
Tdw-K	: -1.000										
Tdw-ISO	: -1.000										
Tuv	: -1.000										

ÖZGEÇMİŞ

Hande Sezin Karakurt 1983 yılında İstanbul’da doğdu. İlkokulu Tuzla Barbaros İlköğretim Okulu, ortaokulu Tuzla Atatürk İlköğretim Okulu, lise eğitimini ise Küçükyalı Kadir Has Anadolu Lisesinde tamamladı. 2006 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünden mezun oldu. Aynı sene İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık anabilim dalı, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojileri bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı. İki sene özel bir kuruluştaki çalıştı. Şu anda ise bir kamu kuruluşunda çalışmalarını sürdürmektedir.