

**T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAFİF ÇELİK KARKAS SİSTEM DUVARLARINDA
ISI - BUHAR GEÇİŞİ ANALİZİ**

**ÜNAL SEVER
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
TEZ DANIŞMANI: YRD.DOÇ.DR. ESMA MIHLAYANLAR
EDİRNE, 2009**

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HAFİF ÇELİK KARKAS SİSTEM DUVARLARINDA ISI - BUHAR GEÇİŞİ ANALİZİ

Ünal SEVER

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANA BİLİM DALI

Tez Yöneticisi
Yrd. Doç. Dr. Esmâ MIHLAYANLAR

Edirne – 2009

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ


HAFİF ÇELİK KARKAS SİSTEM DUVARLARINDA ISI - BUHAR GEÇİŞİ ANALİZİ


Ünal SEVER

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANA BİLİM DALI

Bu Tez 30/12/2009 Tarihinde, Aşağıdaki Jüri Tarafından Kabul Edilmiştir.


Tez Yöneticisi
Yrd. Doç. Dr.
Esmâ MIHLAYANLAR
T.Ü. Müh. Mim. Fak.
Mim. Böl.


Üye
Prof. Dr.
Sabit OYMAEL
T.Ü. Müh. Mim. Fak.
Mim. Böl.


Üye
Yrd. Doç. Dr.
Semiha ÖZTUNA
T.Ü. Müh. Mim. Fak.
Mak. Müh., Böl.

ÖZET

Yapılar daima taşıyıcılık açısından güvenli, fonksiyonel, estetik ve kullanıcıların konfor şartlarını yerine getirmelidir. Yapım sistemlerinin seçiminde de bu özelliklere dikkat edilmelidir. Kullanıcıların konfor koşulları seçilen yapının sistemi tarafından sağlanmalıdır. Hafif çelik yapılar tasarım sırasında verilen kararlarla birlikte deprem açısından güvenli, her türlü yapıda uygulanabilen ve doğru detaylandırıldığında ısı ve buhar geçişi açısından istenilen şartları da yerine getirebilmektedir.

“Hafif Çelik Karkas Sistem Duvarlarında Isı - Buhar Geçişi Analizi” konulu bu tez çalışması hesap ve analiz yöntemine dayalı olarak Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalında hazırlanmıştır.

Tez çalışması beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde ısı konforunun önemi ve hafif çelik yapıların olumlu-olumsuz yönleri anlatılırken, ikinci bölümde hafif çelik yapının gelişimi ve sistemin oluşumu üzerinde ayrıntılı olarak durulmuştur. Üçüncü bölümde ısı konfor ve değişkenlerinin neler olduğu, ısı ve buhar geçişinin ısı konforundaki etkileri, ısı iletim mekanizmaları anlatılmış, dördüncü bölümde ise hazırlanan duvar kesitleri TS 825’de dört farklı derece gün bölgesinden seçilen illere göre ısı ve buhar geçişi hesaplamaları yapılmıştır. Son bölümde ise elde edilen veriler ısı ve buhar geçişi açısından değerlendirilerek, sonuçlar yorumlanmış ve sonraki çalışma alanları açısından öneriler getirilmiştir. Ayrıca hesaplamalarda yararlanılan çizelgeler Ekler bölümünde verilmiştir.

Bu tez çalışması 2009 yılında hazırlanmış olup, 214 sayfadan oluşmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hafif Çelik Yapılar, Isıl Konfor, Isı Ve Buhar Geçişi, Yoğuşma, Isıl Geçirgenlik Katsayısı.

ABSTRACT

Buildings should always be structurally safe, functional, and aesthetic and meet users' comfort requirements. These qualities should be taken into consideration in the selection of building construction systems. The selected building construction system should meet users' comfort requirements. Along with the decisions made during design, light steel constructions can be earthquake-resistant, applied in all kinds of buildings, and can also meet heat and vapor diffusion requirements when detailed correctly.

This thesis work on "Heat – Vapor Transfer Analysis in the Walls of a Light Steel Frame System" was carried out in the Department of Architecture of the Institute of Sciences at Trakya University on the basis of computation and analysis method.

The thesis is divided into five chapters. The first chapter deals with the importance of thermal comfort and advantages/disadvantages of light steel constructions, while the second chapter presents a detailed discussion on the development of light steel constructions and the formation of the system. Chapter three introduces thermal comfort and its variables, the effects of heat and vapor diffusion on thermal comfort, and heat transmission mechanisms. Chapter four comprises of the heat and vapor diffusion calculations for the wall sections prepared according to the provinces selected from the four different degree/day regions in TS 825. The final chapter evaluates the obtained data in terms of heat and vapor transfer, interprets the results, and offers suggestions for further study areas. Furthermore, the tables used for calculations are given in Appendices.

This thesis work was carried out in 2009 and consists of 214 pages.

Keywords: Light Steel Constructions, Thermal Comfort, Heat and Vapor Transfer, Condensation, Thermal Transmittance Coefficient.

ÖNSÖZ

Hafif çelik sistem yapım tekniği açısından konvansiyonel ahşap yapılara benzemesinin yanında çelik malzemenin avantajlarına da sahiptir. Hafif çelik; teknik özellikleri yüksek, geri dönüşümlü bir malzemedir. Hafif çelik iskelet sistem, konvansiyonel yapı sistemlerine göre sabit yükü az, depreme dayanıklı, hızlı inşa edilebilen, doğru tasarlandığında ısı ve buhar geçişi açısından istenilen şartları sağlayabilecek bir yapı sistemidir. Günümüzde kullanıcıya sağladığı imkanlar sebebiyle hafif çelik iskelet sisteme olan talep gün geçtikçe artmaktadır.

Tez çalışmasında hafif çelik iskelet sistemde duvarlar, ısı - buhar geçişi açısından günümüzde yaygın olarak kullanılan ve yeni geliştirilen yapı malzemeleriyle kaplanmış olup, her bir duvar kesitinin dört farklı derece gün bölgesine göre hesaplanarak irdelenmiştir.

Aralık 2009

Ünal SEVER

İÇİNDEKİLER

• ÖZET.....	i
• SUMMARY.....	ii
• ÖNSÖZ.....	iii
• ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
• ÇİZELGELER LİSTESİ.....	xix
• RESİMLER LİSTESİ.....	xxiv
• SEMBOL VE KISALTMALAR.....	xxv
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2. HAFİF ÇELİK MALZEME ve HAFİF ÇELİK SİSTEM.....	8
2.1. Hafif Çeliğin Gelişimi.....	8
2.2. Hafif Çelik Malzemenin Genel Özellikleri.....	9
2.3. Hafif Çelik Sistem.....	13
2.4. Hafif Çelik Sistem Türleri.....	15
2.5. Hafif Çelik Sistemde Kullanılan Bağlantı Şekilleri.....	18
2.6. Hafif Çelik Sistemi Oluşturan Elemanlar.....	21
2.6.1. Temel.....	21
2.6.2. Döşeme.....	22
2.6.3. Duvar.....	24
2.6.4. Çatı.....	25
2.7. Hafif Çelik Karkas Yapıların Olumlu ve Olumsuz Özellikleri.....	26
BÖLÜM 3. ISIL KONFOR, ISI VE BUHAR İLETİMİ.....	28
3.1. Isıl Konfor.....	28
3.2. Isıl Konfor Koşullarını Etkileyen Faktörler.....	31

3.2.1. Çevresel faktörler	32
3.2.2. Kişisel faktörler.....	33
3.3. Isıl Konfor Ve Enerji Verimliliği.....	35
3.4. Isı Köprüsü.....	37
3.5. Bina Kabuğunda Isı Transferi.....	39
3.5.1. Isı iletim mekanizmaları.....	40
3.5.2. Isı geçişi rejimleri.....	43
3.6. Isı ve Buhar Geçişlerinin Hesaplanması.....	44
3.7. Nemlilik İle İlgili Karamlar ve Yoğuşma Tahkikinin Yapılması.....	48
3.7.1. Nemlilik ile ilgili kavramlar	48
3.7.2. Yoğuşma tahkikinin yapılması.....	54

BÖLÜM 4. HAFİF ÇELİK KARKAS SİSTEM DUVARLARINDA ISI - BUHAR

GEÇİŞİ ANALİZİ	57
4.1. Dikmeler Arası Herhangi Bir Dolgu Malzemesi Kullanılmaması	60
4.2. Dikmeler Arası Mineral Yün Yalıtım Malzemesi Kullanılması	67
4.3. Dikmeler Arası EPS Yalıtım Malzemesi Kullanılması	74
4.4. Dikmeler Arası 0.05 m'lik Mineral Yün Yalıtım Malzemesi Kullanılması	81
4.5. Dikmeler Arası Dış Yüzeye Dayalı 0.05 m'lik Mineral Yün Yalıtım Malzemesi Kullanılması	88
4.6. Dikmeler Arası Dış Yüzeye Dayalı 0.05 m'lik EPS Yalıtım Malzemesi Kullanılması	95
4.7. Dikmeler Arası 0.05 m'lik EPS Yalıtım Malzemesi Kullanılması	102
4.8. Dikmeler Arası 0.14 m'lik Mineral Yün, Dışta XPS Yalıtım Malzemesi Kullanılması	109
4.9. Dikmeler Arası 0.14 m'lik EPS, Dışta XPS Yalıtım Malzemesi Kullanılması	116
4.10. Dikmeler Arası 0.05 m'lik EPS, Dışta XPS Yalıtım Malzemesi Kullanılması	123
4.11. Dikmeler Arası Dış Yüzeye Dayalı 0.05 m'lik EPS, Dışta XPS Yalıtım Malzemesi Kullanılması	130

4.12. Dikmeler Arası Dış Yüzeye Dayalı 0.05 m'lik Mineral Yün, Dışta XPS Yalıtım Malzemesi Kullanılması	137
4.13. Dikmeler Arası 0.05 m'lik Mineral Yün, Dışta XPS Yalıtım Malzemesi Kullanılması	144
4.14. Dikmeler Arası Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Yalıtım Malzemesi Kullanılması	151
4.15. Dikmeler Arası EPS, Dış Yüzeyde Mineral Yün Yalıtım Malzemesi Kullanılması	158
4.16. Dikmeler Arası 0.05 m'lik EPS, Dışta Mineral Yün Yalıtım Malzemesi Kullanılması	165
4.17. Dikmeler Arası Dış Yüzeye Dayalı 0.05 m'lik EPS, Dışta Mineral Yün Yalıtım Malzemesi Kullanılması	172
4.18. Dikmeler Arası Dış Yüzeye Dayalı 0.05 m'lik Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Yalıtım Malzemesi Kullanılması	179
4.19. Dikmeler Arası 0.05 m'lik Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Yalıtım Malzemesi Kullanılması	186
BÖLÜM 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	193
• KAYNAKLAR	
• EKLER	
• TEŞEKKÜR	
• ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1 Hafif Çelik Profilin Şekil Değişirme Eğrisi.....	10
Şekil 2.2 Hafif Çelik Profil Kesitleri.....	11
Şekil 2.3 Hafif Çelik C Profil.....	11
Şekil 2.4 Hafif Çelik Profilin Oluşum Aşamaları.....	12
Şekil 2.5 Hafif Çelik Sistemin Eleman Düzeni	15
Şekil 2.6 Ankrajlı Birleştirme.....	19
Şekil 2.7 Hafif Çelik Sistemde Temel Ve Perde Duvar Modellemesi.....	22
Şekil 2.8 Döşeme Kirişlerinin Temel Duvarına Oturtulması.....	22
Şekil 2.9 Bodrum Katlı Binada Zemin Kat Döşemesi Eleman Düzeni.....	23
Şekil 2.10 Ara Kat Döşemesi Eleman Düzeni.....	24
Şekil 2.11 Duvar Eleman Düzeni.....	25
Şekil 2.12 Çatı Eleman Düzeni.....	26
Şekil 3.1 İç Ortamın Sıcaklığı Ve Bağlı Nemine Bağlı Olarak Konfor Bölgesi.....	29
Şekil 3.2 Bioklimatik Tablo.....	34
Şekil 3.3 Kondüksiyonla (Taşınım) Isı Transferi.....	41
Şekil 3.4 Konveksiyonla (İletim) Isı Transferi.....	42
Şekil 3.5 Radyasyonla (Işınım) Isı Transferi.....	42
Şekil 3.6 Çok Tabakalı Yapı Bileşeni Kesiti Üzerinde Sıcaklık Dağılımı.....	47
Şekil 4.1.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dolgu Malzemesi Kullanılmaması	61
Şekil 4.1.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dolgu Malzemesi Kullanılmaması Durumu Kesiti.....	61
Şekil 4.1.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dolgu Malzemesi Kullanılmaması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	61
Şekil 4.2.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dolgu Malzemesi Kullanılmaması	63
Şekil 4.2.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dolgu Malzemesi Kullanılmaması Durumu Kesiti.....	63
Şekil 4.2.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L. Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dolgu Malzemesi Kullanılmaması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	63

Şekil 4.3.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dolgu Malzemesi Kullanılmaması	65
Şekil 4.3.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dolgu Malzemesi Kullanılmaması Durumu Kesiti	65
Şekil 4.3.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dolgu Malzemesi Kullanılmaması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	65
Şekil 4.4.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması	68
Şekil 4.4.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	68
Şekil 4.4.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	68
Şekil 4.5.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L. Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması	70
Şekil 4.5.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	70
Şekil 4.5.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	70
Şekil 4.6.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması	72
Şekil 4.6.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	72
Şekil 4.6.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	72
Şekil 4.7.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS Kullanılması	75
Şekil 4.7.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	75
Şekil 4.7.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	75
Şekil 4.8.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS Kullanılması	77

Şekil 4.8.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	77
Şekil 4.8.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	77
Şekil 4.9.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS Kullanılması	79
Şekil 4.9.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	79
Şekil 4.9.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	79
Şekil 4.10.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün Kullanılması	82
Şekil 4.10.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	82
Şekil 4.10.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	82
Şekil 4.11.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün Kullanılması	84
Şekil 4.11.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	84
Şekil 4.11.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	84
Şekil 4.12.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün Kullanılması	86
Şekil 4.12.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	86
Şekil 4.12.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	86
Şekil 4.13.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün Kullanılması	89
Şekil 4.13.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	89

Şekil 4.13.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	89
Şekil 4.14.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün Kullanılması	91
Şekil 4.14.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	91
Şekil 4.14.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	91
Şekil 4.15.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün Kullanılması	93
Şekil 4.15.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	93
Şekil 4.15.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	93
Şekil 4.16.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS Kullanılması	96
Şekil 4.16.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	96
Şekil 4.16.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	96
Şekil 4.17.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS Kullanılması	98
Şekil 4.17.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	98
Şekil 4.17.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	98
Şekil 4.18.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS Kullanılması	100
Şekil 4.18.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	100
Şekil 4.18.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	100

Şekil 4.19.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS Kullanılması	103
Şekil 4.19.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	103
Şekil 4.19.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	103
Şekil 4.20.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS Kullanılması	105
Şekil 4.20.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	105
Şekil 4.20.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	105
Şekil 4.21.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS Kullanılması	107
Şekil 4.21.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kapamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	107
Şekil 4.21.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	107
Şekil 4.22.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması	110
Şekil 4.22.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	110
Şekil 4.22.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	110
Şekil 4.23.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması	112
Şekil 4.23.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	112
Şekil 4.23.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	112
Şekil 4.24.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması	114

Şekil 4.24.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	114
Şekil 4.24.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	114
Şekil 4.25.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta XPS Kullanılması	117
Şekil 4.25.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	117
Şekil 4.25.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	117
Şekil 4.26.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta XPS Kullanılması	119
Şekil 4.26.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	119
Şekil 4.26.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	119
Şekil 4.27.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta XPS Kullanılması	121
Şekil 4.27.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	121
Şekil 4.27.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	121
Şekil 4.28.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması	124
Şekil 4.28.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	124
Şekil 4.28.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	124
Şekil 4.29.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması	126
Şekil 4.29.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	126

Şekil 4.29.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	126
Şekil 4.30.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması	128
Şekil 4.30.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	128
Şekil 4.30.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	128
Şekil 4.31.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması	131
Şekil 4.31.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	131
Şekil 4.31.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	131
Şekil 4.32.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması	133
Şekil 4.32.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	133
Şekil 4.32.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	133
Şekil 4.33.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması	135
Şekil 4.33.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	135
Şekil 4.33.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	135
Şekil 4.34.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması	138
Şekil 4.34.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	138

Şekil 4.34.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	138
Şekil 4.35.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması	140
Şekil 4.35.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti	140
Şekil 4.35.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	140
Şekil 4.36.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması.....	142
Şekil 4.36.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti	142
Şekil 4.36.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	142
Şekil 4.37.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması	145
Şekil 4.37.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	145
Şekil 4.37.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	145
Şekil 4.38.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması	147
Şekil 4.38.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	147
Şekil 4.38.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları.....	147
Şekil 4.39.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması	149
Şekil 4.39.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti.....	149
Şekil 4.39.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	149

Şekil 4.40.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması	152
Şekil 4.40.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	152
Şekil 4.40.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	152
Şekil 4.41.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması	154
Şekil 4.41.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	154
Şekil 4.41.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	154
Şekil 4.42.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması	156
Şekil 4.42.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	156
Şekil 4.42.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	156
Şekil 4.43.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması	159
Şekil 4.43.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	159
Şekil 4.43.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	159
Şekil 4.44.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması	161
Şekil 4.44.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	161
Şekil 4.44.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	161
Şekil 4.45.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması	163

Şekil 4.45.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	163
Şekil 4.45.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	163
Şekil 4.46.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması	166
Şekil 4.46.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	166
Şekil 4.46.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	166
Şekil 4.47.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması	168
Şekil 4.47.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	168
Şekil 4.47.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	168
Şekil 4.48.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması	170
Şekil 4.48.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	170
Şekil 4.48.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	170
Şekil 4.49.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması	173
Şekil 4.49.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	173
Şekil 4.49.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	173
Şekil 4.50.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması	175
Şekil 4.50.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	175

Şekil 4.50.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	175
Şekil 4.51.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması	177
Şekil 4.51.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	177
Şekil 4.51.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	177
Şekil 4.52.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması	180
Şekil 4.52.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	180
Şekil 4.52.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	180
Şekil 4.53.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması	182
Şekil 4.53.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	182
Şekil 4.53.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları...	182
Şekil 4.54.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması	184
Şekil 4.54.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	184
Şekil 4.54.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları...	184
Şekil 4.55.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması	187
Şekil 4.55.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	187

Şekil 4.55.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	187
Şekil 4.56.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması	189
Şekil 4.56.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	189
Şekil 4.56.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları	189
Şekil 4.57.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması	191
Şekil 4.57.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti.....	191
Şekil 4.57.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları.....	191

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1 Türkiye Ve Bazı Ülkelerdeki Kişi Başına Düşen Isı Yalıtım Malzemesi.....	36
Çizelge 4.1 Derece Gün Bölgelerine Göre Hesaplama Yapılan İller.....	58
Çizelge 4.2 Kullanılan Malzemelerin Teknik Özellikleri.....	58
Çizelge 4.3 Bölgelere Göre İllerin Bağlı Nem Ve Aylık Ortalama İç-Dış Sıcaklıkları	59
Çizelge 4.4 A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dolgu Malzemesi Kullanılmaması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	62
Çizelge 4.5 E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dolgu Malzemesi Kullanılmaması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	64
Çizelge 4.6 O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dolgu Malzemesi Kullanılmaması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	66
Çizelge 4.7 A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	69
Çizelge 4.8 E.K.Ç.L. A.Y.L. Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	71
Çizelge 4.9 O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	73
Çizelge 4.10 A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	76
Çizelge 4.11 E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	78
Çizelge 4.12 O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	80
Çizelge 4.13 A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	83
Çizelge 4.14 E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	85

Çizelge 4.15 O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	87
Çizelge 4.16 A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	90
Çizelge 4.17 E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	92
Çizelge 4.18 O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	94
Çizelge 4.19 A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	97
Çizelge 4.20 E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	99
Çizelge 4.21 O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	101
Çizelge 4.22 A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	104
Çizelge 4.23 E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	106
Çizelge 4.24 O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	108
Çizelge 4.25 A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	111
Çizelge 4.26 E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	113
Çizelge 4.27 O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	115
Çizelge 4.28 A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	118
Çizelge 4.29 E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	120
Çizelge 4.30 O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	122

Çizelge 4.31 A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	125
Çizelge 4.32 E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	127
Çizelge 4.33 O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	129
Çizelge 4.34 A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	132
Çizelge 4.35 E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	134
Çizelge 4.36 O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	136
Çizelge 4.37 A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	139
Çizelge 4.38 E.K.Ç.L. A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	141
Çizelge 4.39 O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	143
Çizelge 4.40 A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	146
Çizelge 4.41 E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	148
Çizelge 4.42 O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	150
Çizelge 4.43 A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	153
Çizelge 4.44 E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	155
Çizelge 4.45 O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	157

Çizelge 4.46 A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	160
Çizelge 4.47 E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	162
Çizelge 4.48 O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	164
Çizelge 4.49 A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	167
Çizelge 4.50 E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	169
Çizelge 4.51 O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	171
Çizelge 4.52 A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	174
Çizelge 4.53 E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	176
Çizelge 4.54 O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	178
Çizelge 4.55 A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	181
Çizelge 4.56 E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	183
Çizelge 4.57 O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	185
Çizelge 4.58 A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	188
Çizelge 4.59 E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	190
Çizelge 4.60 O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki.....	192
Çizelge 5.1 Hafif Çelik Sistemde Kaplama Ve Yalıtın Malzemesi Kullanılması Durumunun İllere Göre Isıl Geçirgenlik, Isı Akısı Ve Yoğuşma Sonuçları.....	195

Çizelge 5.2 Dikmeler Arası Yalıtım Malzemesi Kullanılmaması Halinde Kaplama Malzemesi Ve İllere Göre Yoğuşma Durumları	196
Çizelge 5.3 İç Yüzeğe Dayalı 0.05 m Yalıtım Malzemesi Ve Dışarıdan Yalıtım Kullanılmasında Kesit Ve İllere Göre Yoğuşma Durumları	198
Çizelge 5.4 Dış Yüzeğe Dayalı 0.05 m Yalıtım Malzemesi Ve Dışarıdan Yalıtım Kullanılmasında Kesit Ve İllere Göre Yoğuşma Durumları	199
Çizelge 5.5 Dikmeler Arası 0.14 m Yalıtım Malzemesi Kullanılmasında Kesit Ve İllere Göre Yoğuşma Durumları.....	200

RESİM LİSTESİ

	Sayfa No
Resim 2.1 Rulo Halindeki Hafif Çeliğe Şekil Verilmesi.....	12
Resim 2.2 Pres Makinesi	13
Resim 2.3 Hafif Çelik Sistem Örneği.....	14
Resim 2.4 Çubuksal Sistem.....	16
Resim 2.5 Panel Sistem.....	17
Resim 2.6 Hücresel Sistem.....	17
Resim 2.7 Bulonlu Birleştirme	18
Resim 2.8 Perçin.....	20
Resim 2.9 (a) Yivli Uçlu Vida, (b) Noktasal Uçlu Vida.....	21
Resim 3.1 Yapının Çevreyle Dokunma Yüzeylerinde Girinti Ve Çıkıntılar.....	37
Resim 3.2 (a) Duvar Birleşim Noktasında, (b) Tavan Birleşim Noktasında Isı Köprüsü Görüntüsü.....	38
Resim 3.3 (a) Hafif Çelik Duvar Kesiti, (b) Hafif Çelik Duvar Termal Kamera Görüntüsü.....	39
Resim 3.4 Yoğuşma Durumunda Yalıtım Malzemesinin Hafif Çelik Profile Etkisi.....	39
Resim 3.5 Yoğuşmanın Duvarda Oluşturduğu Hasar.....	49

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

SEMBOLLER		
φ	Bağıl nem	kg/m ²
μ	Buhar difüzyon direnç faktörü	-
U	Isıl geçirgenlik katsayısı	W/m ² K
q	Isı akısı	W/m ²
R _i	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletim direnci	m ² K/W
R _e	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletim direnci	m ² K/W
θ_i	Dahili havanın yüzeye temas halinde olduğu sıcaklık	°C
θ_d	Harici havanın yüzeye temas halinde olduğu sıcaklık	°C
θ_y	Yüzey sıcaklığı	°C
δ	Su buharı difüzyon direnci	m ² hPa/kg
d	Yapı malzemesi tabakasının kalınlığı	m
P	Kısmi su buharı basıncı	Pa
S _d	Su buharı difüzyonu eş değer hava tabakası kalınlığı	m
1/U	Isıl geçirgenlik direnci	m ² K/W
p _s	Doymuş buhar basıncı	Pa
p	Buhar basıncı	Pa
p _H	Kısmi buhar basıncı	Pa
X	Özgül nemlilik	g/kg
W _s	Doyma miktarı	g/m ³
W	Mutlak nemlilik	kg/m ³
P _i	İç ortam buhar basıncı	kg/ m ² -Pa
P _d	Dış ortam buhar basıncı	kg/ m ² -Pa
t _s	Çiğ noktası	°C
λ	Isı iletim katsayısı	W/mK
Δp	İç ortam buhar basıncı fazlalığı	Pa
G	Birim zamandaki yoğuşma miktarı 2 x 10 ⁻¹⁰	g/m ² h
KISALTMALAR		
O.S.B.	Oriented Structurel Board- Ahşap Yonga Levha (A.Y.L.)	

T.S.E.	Türk Standartları Enstitüsü
HBS	Hasta Bina Sendromu
HVAC	Heating, Ventilation and Air Conditioning-Isıtma Havalandırma Ve İklimlendirme Sistemleri
AISI	American Iron And Steel Institute-Amerikan Demir Ve Çelik Enstitüsü
ECCS	European Convention For Constructional Steelwork-Avrupa Yapısal Çelik Konvansiyonu
NAFSA	Kuzey Amerika Çelik Birliği
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
EIA	Energy Information Administration - Enerji Bilgi Yönetimi Merkezi
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı
EPS	Expanded Polystyrene Foam - Genleştirilmiş Polistiren Köpük
XPS	Extruded Polystyrene Foam - Haddeden Çekilmiş Polistiren Köpük
MW	Mineral Wool (Mineral Yün)
A.Y.L.-	Ahşap Yonga Levha (O.S.B.)
O.L.L.-	Odun Lifli Levha
E.K.Ç.L.-	Elyaf Kaplı Çimento Levha
Ç.Y.L.	Çimentolu Yonga Levha
BS EN	İngiliz Standardı
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
°C	Derece Celsius (Santigrat)
°K	Derece Kelvin

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Binalardaki konfor şartlarının insanların bina içerisindeki performansın da etkili olduğu bilinmektedir. Günümüz şartlarında insanların bulunduğu ortam koşullarının iş verimliliklerini önemli oranda etkilemektedir. Gün geçtikçe gelişen dünyamızda, gelişen teknoloji ile birlikte konfora verilen önemin arttığı bilinmektedir. Bu nedenle insanların yaşamlarını sürdürdükleri ortamların daha konforlu ve yaşam şartlarının daha iyi olduğu alanlar haline getirilmesine çalışılmaktadır (Soygüder ve Alli, 2007). Bunun sonucunda yeni tasarım, yapım teknikleri ve yapı malzemelerinin konforu sağlamada yeterlilikleri bulunduğu coğrafya içerisinde incelenmesini gerektirmektedir.

Geleneksel yapı sistemlerinde duvar kalınlıklarının fazla olması ısı ve buhar geçişi açısından önemli bir etken iken yeni yapı malzemelerinin kullanılmaya başlanması, geleneksel yapı sistemlerinin yerini, yüksek mukavemetli karkas sistemlerin almasına neden olmuştur. Sistemde taşıyıcı malzememin yüksek mukavemet sağlaması duvarları taşıyıcı konumdan çıkartarak, duvar kalınlıklarının düşmesine ve bina kabuğunda meydana gelen ısı kayıplarının artmasıyla da, kullanıcıların ve binanın zarar görmesine yol açtığı görülmüştür.

Yirminci yüzyılın başlarından itibaren oluşturulan yapılarda eski yapılarda tercih edilen kat yükseklikleri ve mahal boyutlarının düşüş göstermiş olduğu bilinmektedir. Sosyal hayatın değişimiyle çalışan kişi sayısındaki artış, yapı boyutlarının değişmesi açısından değerlendirildiğinde; kullanıcıların gündüz çalışmaları nedeniyle evin boş kaldığı ve akşam olduğunda insanların mutfak, banyo, çamaşır gibi ihtiyaçlarını daha küçük hacimlerde yoğun bir biçimde gerçekleştirdiği görülmektedir. Binalarda belirli saatler içindeki servis hareketinin fazlalığı, kişi başına düşen hava miktarının azaltmakta, ısı ve hava nemliliğinin yükselmesiyle de kondansasyon riskini arttırmaktadır (Tezcan, 1969).

Dünya sağlık örgütünün raporlarına göre insanlar günlerinin %70'ni işte, %20'sini ev ortamında olmak üzere %90 oranındaki zamanı kapalı mekanlarda geçirmektedir. Günün büyük bir bölümünün kapalı mekanlarda geçirilmesi insanların buldukları ortamda dış koşullar ne olursa olsun istenilen konfor şartlarının bina içerisinde muhafaza edilmesini gerektirecektir. Kapalı alan içerisindeki hava akımı ve temizliği iyi

organize edilmemiş olması halinde kullanıcıların performansı yanında, sağlık problemlerinin de gündeme geleceği bilinmektedir. Yapının, sağlıklı bir ortam sağlamak için buldukları coğrafyaya uyum göstermesi tasarım aşamasında önem arz etmektedir. (Özyaral ve Keskin, 2007).

Binalardaki olumsuz koşullar ve bunlara bağlı olarak gelişen semptomlar, sendromlar “Hasta Bina Sendromu” (HBS) konusu altında incelenmektedir. HBS üzerine yapılan çalışmalarda, binalardaki iç ortam şartlarının kullanıcılar üzerinde biyolojik ve psikolojik etkilerinin olduğu görülmektedir. “Kapalı hava, soğuk hava, nemli hava ve çevre sıcaklığındaki ani değişimler astım nöbetinin başlatıcıları arasında gösterilmektedir. Havadaki nem miktarı ve nem miktarı ile orantılı olarak üreyen küf mantarları, sağlığa zararlı etkenlerin başında gelmekte ve hem mevsimsel, hem de yıl boyu semptomlara neden olmaktadır” (Şenkal, 2001).

Bina içerisinde hava sıcaklığı ve iç yüzey sıcaklığı belirli sınırlarda kaldığı sürece bağlı nemliliğin değişimi konfor duygusunu fazla etkilemezken, hacim içerisindeki hava hareketi kişinin kendini rahatsız hissetmesine yol açtığı bilinmektedir (Kocaarslan, 1991).

Bu nedenle yapının ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemleri (HVAC: Heating, Ventilation and Air Conditioning) bir bütün halinde kontrol edilebilmektedir. Otomatik kontrol sistemleri konfor şartları yanı sıra enerji ekonomisi yönünden de avantaj sağlamaktadır. HVAC sistemlerinde kullanılan kontrol yöntemleriyle, kontrol edilen birimin konfor şartları bozulmadan enerji sarfiyatında iyileştirmeler sağlanabilmektedir. Yapılan araştırmalarda, bu yöntem sayesinde hafif binalarda %12, ağır binalarda %34 oranında enerji tasarrufu sağlandığı görülmüştür (Yakut vd., 2001). Günümüz şartlarında yapma ısıtma kullanımının fazlalığı enerji verimliliğinin üzerinde durulmasını gerektirmiştir.

Dış çevredeki hava şartları altında, iç ortamda iç hava konfor sıcaklığı doğal olarak sağlanamıyorsa, yapma ısıtmanın zorunluluğu ortaya çıkar (Selamet, 1995). Ancak bu

çözüm yapma ısıtmadan kaynaklanan yeni problemleri de gündeme getirecektir. Bunlar sıralayacak olursak;

- ❖ Enerji kaynaklarının hızla tükenmesi,
- ❖ Tükenen enerji kaynaklarının maliyetleri yükselmesi,
- ❖ CO₂ gazı salınımına bağlı olarak hava kirliliğinin insanları tehdit edici boyuta ulaşması,
- ❖ Hava kirliliğini azaltmak amacıyla alınacak önlemlerin yüklediği maliyetler.

Enerji ve doğal hayatın tüketilmesi gelişmiş dünya ülkeleri başta olmak üzere uluslar arası platformda ekolojik dengeyi korumak ve doğaya verilen zararı engellemek amacıyla Kyoto protokolü gibi sözleşmeler imzalanmaktadır. Yerel açıdan ise Tüketilen enerjinin %30-40 yapılarında kullanılması, ülkelerin yapılar üzerinde gerekli yasal düzenlemeleri yaparak sağlık ve enerji maliyetlerini azaltmayı hedeflemektedirler (Aksoy 2002, Selamet 1995). Ülkemizde enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılması amacıyla “Enerji Verimliliği Kanunu” 2 Mayıs 2007 tarihinde yürürlüğe girmiştir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2007). Dış iklim şartlarını, iç mekan gereksinimlerini, mahalli şartları ve maliyet etkinliğini de dikkate alarak, bir binanın bütün enerji kullanımlarının değerlendirilmesini sağlayacak hesaplama kurallarının belirlenmesini, birincil enerji ve karbondioksit (CO₂) emisyonu açısından sınıflandırılmasını, yeni ve önemli oranda tadilat yapılacak mevcut binalar için minimum enerji performans gereklerinin belirlenmesini, yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanabilirliğinin değerlendirilmesini, ısıtma ve soğutma sistemlerinin kontrolünü, sera gazı emisyonlarının sınırlandırılmasını, binalarda performans kriterlerinin ve uygulama esaslarının belirlenmesini ve çevrenin korunması amacıyla 5 Aralık 2008’de “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” yürürlüğe girmiştir (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2008). Enerji Verimliliği Yasası ve Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği incelendiğinde enerji tasarrufunda ısı yalıtımının üzerinde durulduğu görülmüştür. Binalardaki ısı yalıtımı ve binalarda izin verilebilir en yüksek ısıtma enerjisinin belirlenmesine dair kurallar TS 825 “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” standardında belirlenmiştir TS 825’e göre enerji tasarrufu için bina dış

duvarlarında ısı kayıpları ve yoğuşma tahkiki hesaplama metodu verilmiştir. (TS 825, 2008). Duvarlarda ısı kayıplarının düşük olması, ısı geçirgenlik katsayısının (U) küçük olmasıyla mümkündür. Isıl geçirgenlik değerinin düşük olması istenilen ısı ve nem değerleri açısından yeterli değildir. Ortamdaki nemin yoğuşmaya neden olmadan duvarlardan geçerek dış ortama ulaşması istendiğinden duvardaki katmanların nefes alan malzemelerden oluşması ve katmanların su buharı difüzyon direnç katsayıları (μ) içten dışa doğru, büyükten küçüğe doğru sıralanmış olmalıdır.

Binalardaki ısı yalıtımı üzerine yapılan incelemelerde %50'ye varan yakıt tasarrufu sağlandığı görülmüştür. Binalarda ısı yalıtımı sayesinde ısı kayıplarının azaldığı, ısı'nın yapı içerisinde kalarak yakıt giderlerinin düştüğü söylenebilir. Binalarda ısı konforun sağlanabilmesi için ısı yalıtımı ve nem kontrolü bir bütün olarak düşünülmelidir. Birlikte düşünülmediği takdirde bina içerisindeki nemin dış duvardaki ısı transferi ortamdaki nemin dış duvar kesitinde yoğuşma oluşumuna neden olması durumunda, suyun ısı geçirgenlik değerinin kuru havaya göre 25 kat daha fazla olması ısı yalıtımına rağmen ısı kaybını büyük oranda artmasına neden olacaktır (Oral ve Altun 2005, 2006).

Isıl konforun önemi arttıkça ısı ve buhar geçişi açısından yeterlilik gösteren, iç çevre oluşturan ve oluşmasına imkan veren yapım teknikleri günümüzde daha çok tercih edilmeye başlanmıştır. Tasarım aşamasında binaların taşıyıcı iskeletini oluşturan malzemelerin seçiminde malzemenin; teknik özellikleri ile işlenebilirliği yüksek, konforlu bir iç hacim sağlayabilecek nitelikte olması öncelikli tercih olmalıdır. Bu nedenle 19 ve 20. yüzyılda sanayideki gelişmelere bağlı olarak çeliğin en çok tercih edilen malzemelerden olduğu söylenmektedir. Buna rağmen dünyadaki gelişmiş ülkelerde çelik kullanım yoğunluğu, Ülkemizle kıyaslanamayacak kadar yüksektir. Betonarmeye dayalı bir yapı sektörüne sahip Türkiye'de, çeliğin inşaat sektöründe kullanımının toplam payı % 5 seviyelerinde kalmaktadır. Türkiye'de çoğunlukla üretilen kaliteli çelik ya altyapı projelerinde ya da endüstriyel yapılar için kullanılmaktadır (Kurtay ve Badem, 2004).

Çelik doğada saf halde bulunmadığından elde edilebilmesi için bazı işlemlerden geçmesi gerekir. Demir cevherinin % 0.5-1.5 oranında karbonla birleşmesiyle elde

edilir. Demir cevheri doğada saf halde değil, karbon, kükürt, arsenik, bakır, silisyumla karışım halindedir. Karışım içerisindeki bu zararlı maddelerin belirli yüzdelerde bulunmasını saptamak ve üretilecek çeliğin mukavemetini ve işlenebilirliğini arttırmak amacıyla krom, bakır, manganez, silisyum, molibden ilave edilmektedir. Buna sonucunda da yüksek teknik özellikler kazanmış olur. Bazı özelliklerini de biçimlendirme tekniklerinden elde edilir.

Çeliğin Biçimlendirme tekniklerinden biride soğuk bükme çeliklerdir. Soğuk bükme ince profiller yan yana getirilerek duvar, döşeme taşıyıcısı oluşturulur. Bu oluşturulan sistem hafif çelik taşıyıcı sistem olarak adlandırılır. “Bugün Amerika’da tek ve çift katlı konutların %20’si hafif çelik çerçeve sistem ile üretilmektedir. 1992’de bu şekilde 500 konut üretilmekte iken, 1993 yılında 15000 konut üretilmiştir. 2002’de ise bu rakam 100000 konuta ulaşmıştır. Amerika’nın dışında Avustralya ve Kanada’da hafif çelik yapı sektörü hızla gelişmektedir” (endercelikyapi.net, 2009).

Hafif çelik ile oluşturulan sistemler gelişmiş ülkelerde ve özellikle deprem tehdidi taşıyan coğrafyalarda yoğun olarak tercih edilmektedir. Ülkemizin bütün büyük kentleri 1. ve 2. derecede deprem riski taşıyan bölgelerde konumlanmış olmasına rağmen çelik ve hafif çelik yapı sistemlerinin kullanımı oldukça azdır. Çeliğin diğer yapı malzemelerine göre üstün mekanik özellikleri, strüktürel yetenekleri ve yapım sırasında sağladığı standartlaşma ve uygulama kolaylıkları nedeniyle Ülkemizde hızla yaygınlaşması kaçınılmazdır (Ekinci ve Eşsiz, 2005).

Strüktürün yükler karşısındaki performansı ile yapı ağırlığı karşılaştırıldığında çelik yapılar, deprem bölgelerinde uygulanabilecek etkin strüktürlerdir (Ekinci ve Eşsiz, 2005). Çeliğin diğer yapı malzemelerine göre elastisite modülünün yüksek olması yanal yüklere daha fazla dayanım göstermesini sağlamaktadır. Sünek özelliği ise olağan dışı yük etkilerinde konstrüksiyonun gevrek davranış göstererek taşıyıcılığını kaybetmesini büyük ölçüde engellemektedir. Hafif çelik iskelet sistemin çelik ağırlığı, betonarme iskelet sistemlerden yaklaşık 10 kat daha az olmaktadır (hazircelik.com, 2009). Ağırlığının az olması nedeniyle yanal yüklerden çok az etkilenmekte ve esnek olan hafif çelik profiller darbeleri absorbe etmektedir (Demirel ve Özkan, 2003).

Sıcaklığın 450°C gibi yüksek sıcaklıkları aşması halinde çeliğin taşıyıcılığını kaybederek, plastikleşmesi, malzemenin olumsuz yönünü ortaya koymaktadır (Berkmen, 2001) Hafif çelik profiller ince saçtan imal edildiklerinden yangından ciddi şekilde korunmayı gerektirirler. Çeliğin yangına direnç göstereceği süre karar verilirken yapının büyüklüğü ve yüksekliği de göz önünde bulundurulur, çünkü yangın söndürme ve kurtarma çalışmalarında en önemli faktörlerden biri de yapının boyutlandırılmasıdır. Yangın sırasında insanların tahliyesi ya da söndürme süresince bina taşıyıcı sisteminin gerek bir bütün olarak, gerekse her bir elemanı ile ayakta kalmalarını sağlayacak şekilde boyutlandırılmayı gerektirmektedir (Işık, 2009).

Hafif çelik iskelet sistem, ısı ve buhar geçişi, ısı konforu ile ilgili yapılan literatür taraması sırasında bu konuda yapılmış olan tez çalışmaları incelenmiştir. Susam yüksek lisans tezinde; çelik malzeme özellikleri ve hafif çelik strüktürlü konut yapılarının uygulaması konularında bilgi vermektedir (Susam, 2003). Eren yüksek lisans tezinde; ahşap ve çelik sistemlerin tarihsel süreç içindeki gelişmeleri, ahşap ve çeliğin özellikleri, yapı elemanları düzeyinde analizleri yapım aşamasına uygun olarak sistemlerin karşılıklı üstünlük sağladığı noktalara göre birlikte kullanım olanakları konularında bilgi vermektedir (Eren, 2004). Siyahhan yüksek lisans tezinde; hafif çelik sistemin gelişimi, olumlu-olumsuz özellikleri, profillerin üretimi ve sistemin deprem karşısında davranışı deneyle incelenmiştir (Siyahhan, 2005). İkinci yüksek lisans tezinde; Hafif çelik yapı sistemlerinin; taşıyıcı sistem ve statik açısından, yapı fiziki etkileri ve sorunları açısından ve mimari tasarımda sağladıkları olanaklar açısından analizi ve değerlendirilmesi yapılmıştır (İkinci, 2006). Tartar yüksek lisans tezinde; hafif çelik konstrüksiyon incelenmiştir (Taratar, 2002). Çorap yüksek lisans tezinde; yurdumuzun değişik iklim bölgelerinde değişik yapı elemanları için; hangi koşullarda yoğunlaşmanın gerçekleştiği. Bu iklim koşullarında yoğunlaşmayı önlemek için alınabilecek önlemler ve önlemlerin ekonomikliği konularında bilgi vermektedir (Çorap, 1999). Tezcan doktora tezinde; yapı elemanlarında ki kondansasyon hesapları ve buharla ilgili tanımlamalar incelenmiştir (Tezcan 1969). Manioğlu, yüksek lisans tezinde; bina kabuğunun, ısıtma sisteminin işletme şekli ile birlikte değerlendirilmesinde kullanılabilecek bir yaklaşım geliştirmesi incelenmiştir (Manioğlu, 1995). Sağır yüksek

lisans tezinde; ısı konforu, ısı çevre ve iç hava kalitesi konuları incelenmiştir (Sağır, 2002). Tuncer yüksek lisans tezinde; ısı konforu ve ısı konforu etkileyen değişkenler incelenmiştir (Tuncer, 2006). İmren yüksek lisans tezinde; giydirme cephe kullanılan binalarda iç ve dış ortam sınırlayıcı bileşenleri, kullanıcı arasındaki gelişen ısı ve nem ile ilgili fiziksel olaylar ve optimum yapı sağlığı incelenmiştir (İmren, 1998). Yılmaz yüksek lisans tezinde; TSE 825'e göre önerilen tip duvarların mekanlarda çığırma olup olmadığı, yoğuşma kontrolü sonucunda yoğuşmanın hangi boyutta olduğu incelenmiştir (Yılmaz, 1994). Bircan yüksek lisans tezinde; buhar difüzyonu ve yoğuşma hesabı incelenmiştir (Bircan, 1999). Yücesoy doktora tezinde; Glaser metodu ve yoğuşma döneminde yoğuşma suyunun elemanın ısı geçirgenlik direncine etkisi konuları incelenmiştir (Yücesoy, 1985). Pehlevan doktora tezinde; belirlenen kesitler üzerinden yoğuşma, buharlaşma ve adaptasyon süreleri, kritik yoğuşma suyu miktarı hesaplamaları incelenmiştir (Pehlevan, 1986).

Hafif çelik sistemlerin diğer yapı sistemlerine bir alternatif olarak değerlendirilebilmesi için özellikle yapı fiziği konuları arasındaki ısı ve buhar geçişi açısından ayrıntılı olarak incelenmesi düşünülmüştür.

Konut gibi az katlı yapıların oluşturulmasında kullanılan soğuk şekillendirme yoluyla oluşturulan hafif çelik yapılar çalışmanın kapsamını oluşturmaktadır.

Yapılan çalışmaların kapsamı incelenmiş ve bu tez çalışmalarının kapsamlarının dışında "Hafif Çelik Karkas Sistem Duvarlarında Isı - Buhar Geçişi Analizi" konusu, tez konusu olarak seçilmiştir. Bu çalışmada hazırlanan duvar kesitleri üzerinde TS 825'deki hesap metodu kullanılarak dört farklı derece gün bölgesinde ısı ve buhar geçiş hesapları yapılarak grafikler oluşturulmuş ve ısı konfor şartları yüzey sıcaklıkları ve duvar kesitlerindeki yoğuşma durumları bakımından incelenmiştir.

BÖLÜM 2. HAFİF ÇELİK MALZEME VE HAFİF ÇELİK SİSTEM

2.1. Hafif Çeliğin Gelişimi

Hafif çeliğin gelişimi 20. yüzyılın başlarında uçak, otomobil ve demiryolu endüstrisinde hafif ve yüksek taşıma gücü ihtiyacını karşılamak amacıyla soğukta şekil verme yöntemiyle hafif çelik parça üretilmesiyle başladığı görülmektedir. Endüstriyel talep soğukta şekil verme yöntemi ile çelik malzeme üretimi üzerine araştırma ve geliştirme çalışmaları arttırmıştır. II. Dünya Savaşı sırasında çelik malzeme darlığının yaşanması gelişmeyi olumsuz etkilemiş olsa da, savaş sonrası doğan konut ihtiyacını karşılamak amacıyla hızlı ve nitelikli malzeme arayışı hafif çelik kullanımını ve gelişimini arttırmıştır (Siyahhan 2005, Özcan 2005).

“II. Dünya Savaşı sonunda hafif çelik yapı ile ilgili çalışmalar Japonya, Almanya ve İskandinav ülkelerinde ve Amerika da ahşap fiyatlarının yükselmesiyle hız kazanmıştır. Hafif çeliğin bugün ki hali alması 1980’leri bulmuştur”(Terim 2006, Mtech 2009). Amerika’da konut yapımı için ahşap taşıyıcılı sistemler kullanılırken, 1980’lerde ahşap malzeme fiyatlarının artmasıyla hafif çelik çerçeve sistemler daha fazla tercih edilir hale gelmiştir. Amerika da hafif çelik yapı sistemleri 1991-1993 yılları arasında 24 kat artmış, Avustralya da 1995-1996 yıllarında % 7 den % 12’ye yükselmiştir (Siyahhan, 2005). Hafif çelik çerçeve sistemler Avrupa ve kuzey Amerika da yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Mtech, 2009).

AISI “American Iron And Steel Institute-Amerikan Demir Ve Çelik Enstitüsü ” tarafından 1946’da “Spesification For Design Of Light Gage Steel Structural Member-Hafif İnce Cidarlı Çelik Eleman Tasarımı İçin Yönetmelik” isimli yönetmelik hazırlanmıştır. Hazırlanan yönetmelik Almanca, İtalyanca, Çince, İspanyolca, Fransızca, İngilizce, Japonca dillerine çevrilerek bu ülkelerdeki teknolojik araştırmalar sonucunda kendi standartlarını oluşturmuşlardır (Özcan 2005).

İngiltere’de hafif çelik yapılar BS EN ISO 9646 “Building Components And Building Elements-Thermal Resistance And Thermal Transmittance-Calculation method-Bina Öğeleri Ve Bina Elemanları-Isıl Direnç Ve Isı İletimi-Hesap Metodu” na göre yapılmaktadır (Gorgolewski, 2007). Ülkemizde soğukta şekillendirilmiş hafif çelik

elemanlar için TS 11372 “Çelik Yapılar–Hafif –Soğukta Şekil Verilmiş Profillerle Oluşturulan–Hesap Kuralları” isimli standardı mevcuttur (TS 11372, 1994). Ülkemizdeki hafif çelik konut imalatı yapan firmaların teknik şartnameleri incelemesi neticesinde standartlarımızın yeterli olmadığı halen uluslararası standartlardan faydalandığı görülmüştür.

Ülkemizde hafif çelik üretimi ve uygulamasını uluslar arası standartlara göre yapılmasına olanak veren yasal düzenleme Temmuz 1998’de revize edilen “Afet Bölgelerinde Yapılan Yapılar Hakkında Yönetmelik” in 5.2. maddenin 5.2.5. şıkkında “her türlü kapsam dışı yapılarda uygulanacak esaslar kendi yönetmelikleri yapıncaya dek, yapımları denetleyen bakanlık tarafından çağdaş uluslar arası standartlar göz önünde tutularak özel olarak saptanacak ve projeleri bu esaslara göre denetlenecektir.” ile sağlanmıştır (Deprem Yön., 1998).

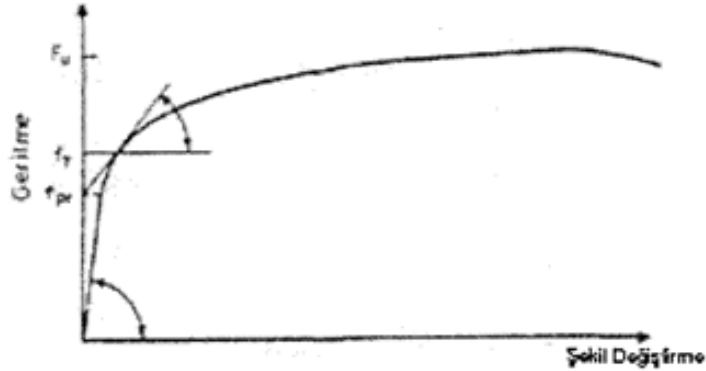
“ECCS “European Convention For Constructional Steelwork-Avrupa Yapısal Çelik Konvansiyonu” resmi olarak 1955’te çeliğin uygun ve ekonomik olarak kullanılması amacıyla kurulmuştur. Dünyada Türkiye’nin de içinde olduğu bir çok Avrupa ülkesi bu kuruluşun üyesidir. Avrupa dışından ise ABD., Japonya ve Kore ortak üye olarak temsil edilmektedir. ECCS bünyesinde aktif olarak rol üstlenen Türk Yapısal Çelik Derneği-TUCSA uluslar arası konferanslarda Türkiye’nin Avrupa birliğinde olumlu olarak tanınmasına katkı sağlarken, dünyadaki son gelişmelerin Türkiye’ ye aktarılmasını sağlamaktadır”(Balci, 2003)

2.2. Hafif Çelik Malzemenin Genel Özellikleri

Hafif çelik; oda koşullarında şekillendirilerek profil haline getirildiğinden soğukta şekillendirilmiş çelik profil olarak da adlandırılırlar. Çeliğin izotrop ve homojen içyapıya sahip olması, endüstriyel bir ürün olarak imal edilmesi hafif çeliğin ahşap ve beton malzemelere göre uygun standartlarda üretilme kolaylığı sağlar. Hafif çelik profillerin standartlara uygun olarak imal edilmesi bina hesaplamalarında kolaylık sağlayacaktır. Ülkemizde hafif çelik profillerle oluşturulacak yapılarda dikkat edilecek kurallar TS 11372’de “Soğukta Şekil Verilmiş Profillerle Oluşturulan-Hesap Kuralları”

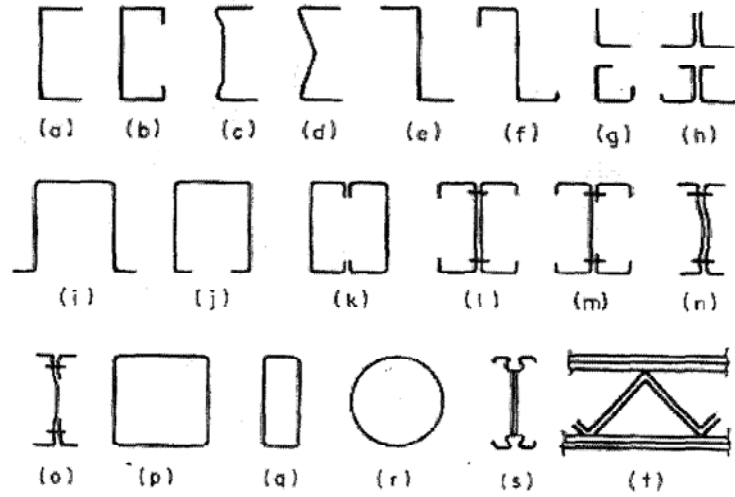
verilmektedir (TS 11372, 1994). Hafif çelik profillerin teknik özellikleri aşağıdaki gibi gruplandırılmaktadır;

- Mekanik özellikler
 - Statik özellikler
 - Geometrik özellikler
 - Boyutsal özellikler
- **Mekanik özellikler:** Hafif çelik profillerde sıcakta şekillendirilmiş çelik profillerde olduğu gibi akma sınırı ve çekme mukavemeti önemlidir. Hafif çelik profillerin akma sınırı 230-345 Mpa (N/mm^2) veya daha yüksektir. Çekme dayanımı 390-580 Mpa (N/mm^2) aralığında değişmektedir (steellife.com,2009). Hafif çelik profillerde akma sınırı, gerilme – şekil değiştirme eğrisi şekil 2.1’de görüldüğü gibi tedrici akma özelliği göstermektedir (Özcan, 2005).



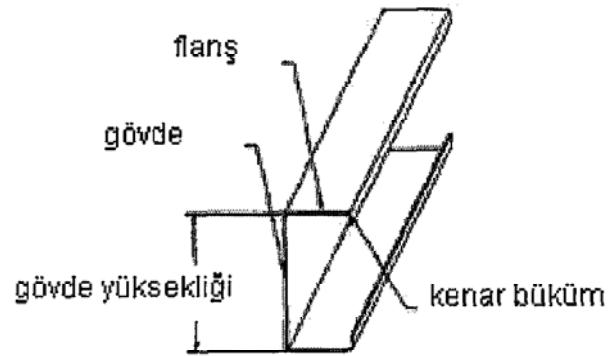
Şekil 2.1 Hafif Çelik Profilin Şekil Değiştirme Eğrisi (Siyahhan,2005)

- **Statik özellikler:** Kalınlıkları 2mm ila 4mm aralığında pres veya roll forming makinelerinde istenilen kesitlerde üretilen hafif çelik profiller benzer ölçülerdeki diğer malzemelere göre daha yüksek taşıma kapasitesine sahiptirler (Şekil 2.2). Profillerin taşıma gücüne bağlı olarak statik özellikleri belirlenmektedir (Siyahhan 2005). Belirlenen statik özellikleri ile tasarım süresinde TSEN 10162 “Çelik Profiller-Soğuk Haddelenmiş-Teknik Teslim Şartları-Boyut Ve Kesit Toleransları” ve TS 498 “Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri” ’ne göre profil ölçüleri belirlenmektedir (TS 10162, TS 498).



Şekil 2.2 Hafif Çelik Profil Kesitleri (Siyahhan,2005)

- **Geometrik özellikler:** Hafif çelik profiller kullanılacakları yere ve farklı üretimlerde gerçekleştirilirler. Şekillendirme boy profillerle üretilmektedir. Profilin üretim sonrası boyut toleranslarına göre kontrolü yapılmalıdır (Balcı, 2003). Hafif çelik profiller içerisinde en çok tercih edilenler C profillerdir. Şekil 2.3 'de görüldüğü gibi C profil flanş, gövde ve kenar bükümleri denilen üç bölümden oluşmaktadır.



Şekil 2.3 Hafif Çelik C Profil (Siyahhan,2005)

- **Boyutsal özellikler:** Hafif çelik levhalar profil haline getirilmeden önce çinko eriğine daldırılarak galvanizlenirler. Galvanizleme ile çelik profiller korozyona karşı korunum kazandırılmış olur. Hafif çelik levhaların soğukta şekillendirilerek profil haline getirilmesi iki yöntemle gerçekleştirilmektedir.

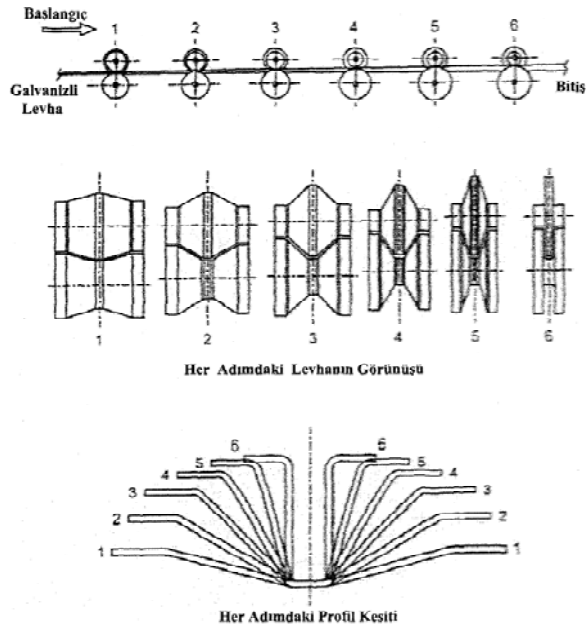
1. Sürekli şekil verme (silindirlenerek büküm) yöntemi,
2. Preste katlanarak büküm yöntemi.

Üretilen profiller farklı endüstri alanında kullanılabildikleri gibi bina endüstrisinde de kullanılırlar. Profiller talebe göre özel ya da standart şekil ve boyutlarda imal edilebilirler (Eren, 2004).

—**Sürekli şekil verme yöntemi:** Rulo halindeki hafif çelik levha adım adım şekillendirilerek tasarlanan forma getirilmektedir (Resim 2.1). Levhaların şekillendirme esnasında geçtiği her adıma “istasyon” veya “pas” olarak adlandırılmaktadır. Profillerin oluşumunda istasyon sayısı oluşturulmak istenen profil kesitinin karmaşıklığına göre değişmektedir. Sürekli şekil verme yöntemiyle galvaniz kaplamaya zarar verilmenden imalatın yapılabilmesi seri üretim açısından bir avantaj sağlamaktadır (Özcan, 2005).



Resim 2.1 Rulo Halindeki Hafif Çeliğe Şekil Verilmesi (vefaprefabrik.com, 2009)



Şekil 2.4 Hafif Çelik Profilin Oluşum Aşamaları (Siyahhan, 2005)

Şekil 2.4’de altı tane istasyondan oluşan sürekli şekil verme makinesinde profil kesitinin oluşum aşamaları gösterilmektedir.

—**Pres kullanma yöntemi:** Bu yöntemde profilin her köşesi pres darbesiyle oluşturulmaktadır (Resim 2.2). Kesitin farklılığına göre pres yatağı değiştirilmektedir. Ayrıca pres makineleriyle genellikle 3.5m’ye kadar maksimum ise 8m’ye kadar profil üretmek mümkündür (Siyahhan 2005). Pres kullanma yönteminde makinelerin fazla yer kaplanması ve sınırlı boyda üretim yapılabilmesi, profillerin karışık olması durumunda her seferinde yatakların değişmesi, köşe oluşumunda pres darbesinin galvaniz kaplamada oluşturabileceği hasarlar, sürekli üretim, güvenilirlik açısından yetkinlik göstermemesi nedeniyle daha az tercih edilmektedirler.



Resim 2.2 Pres Makinesi (vefaprefabrik.com, 2009)

2.3. Hafif Çelik Sistem

Hafif çeliğin bina endüstrisine girişi soğuk bükme çelik panel malzemelerin çatı kaplaması ve kör döşeme olarak tabir edilen çelik yapıların iskelet döşemesi olarak kullanılmaya başlanmasıyla olmuştur (Ekinci, 2006).

Hafif çelik sistem çinko eriğine batırılmış galvanizli saç levhaların soğukta şekil verilmesiyle elde edilen profillerin, radye temel üzerine çeşitli bağlantı elemanları ile profillerin montajı yapılarak rijit bir form oluşturan sistemdir (Resim 2.3). Hafif çelik

sistemlerde profillerin değişik kesitlerde üretilebilmesi, bina yenilemesi ve tasarımda çeşitliliğe imkan sağlamaktadır (Popo-ola, 2000).

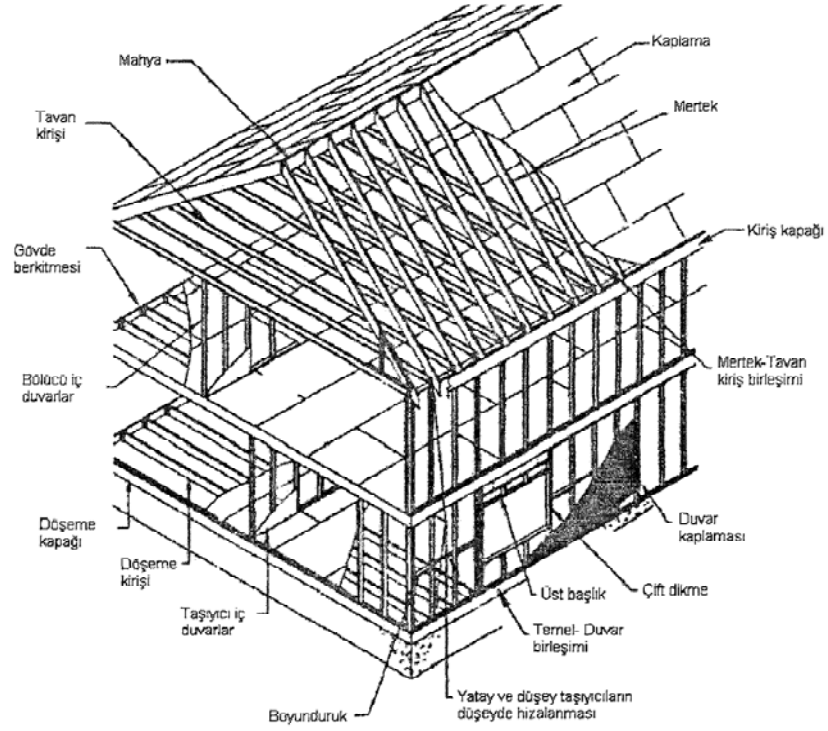


Resim 2.3 Hafif Çelik Sistem Örneği (stellife.com, 2009)

Doğadaki değişimler çelik yapı alanında olduğu gibi hafif çelik yapı sistemlerindeki araştırmaları son 50 yıldan buyana önemli ve etkin bir biçimde arttırmıştır (Nethercot, 2006).

Ahşap malzemelerin doğadan elde edilmesinin zamana bağlı olarak kısıtlanması, doğal afetlerde çelik profillerin, ahşaba göre daha dayanıklı ve birleşim yerlerinde daha yüksek tutunma performansı göstermektedir.

Hafif çelik sistemin eleman düzeni, bağlantı noktaları prensip olarak rasyonel ahşap iskelet yapıya benzer (Şekil 2.5) (Işık, 2009). Hafif çelik sistemde profillerin arası ısı yalıtım malzemeleriyle doldurulur. Bu uygulama iyi derecede ısı ve ses yalıtım sağlama imkanı yaratmaktadır. Oluşturulan çerçeve sistemin iç ve dış yüzeyleri çeşitli levha panellerle kaplanarak kompozit bir duvar oluşturulur. Profillerin arasına ısı yalıtım malzemesinin yanında yangına dayanıklı koruyucu malzemeler de yerleştirilebilir (Dudas, 2003). Bu yapı sistemlerinde doğru tasarım ve uygulamayla çok iyi derecede ısı, ses ve yangın yalıtımı mekan hacimlerinden azaltmadan yapılabilir.



Şekil 2.5 Hafif Çelik Sistemin Eleman Düzeni (Özcan, 2005)

2.4. Hafif Çelik Sistem Türleri

Hafif çelik sistemdeki hafif tanımlı konstrüksiyon elemanlarının ve bileşen kesitlerinin inceltmesinden ortaya çıkmıştır. Hafif çelik yapıdaki kullanılan taşıyıcı sistem ve profiller çelik yapılardan tamamen farklı olmaktadır. Yatay döşeme ve çatı düşeyde iç ve dış yapıya ait yükleri taşımaktadır. Yatay ve düşey taşıyıcılar süsleri güçlendirmek amacıyla bağlantı noktalarına ilave elemanlar, yatay yük çaprazları her iki yönde kaplama malzemeleri ile kullanılmaktadır. Sistemde birleştirmeler bulon, perçin, vida ve kaynak işlemlerinden birleştirme yerine en uygun olanı seçilmektedir (Özcan, 2005). Hafif çelik yapıların inşası tüm dünyada üç şekilde yapılmaktadır. Bunlar;

- Çubuksal Sistem
- Panel Sistem
- Hüresel (Modüler) Sistem

- **Çubuksal Sistem:** Hafif çelik profiller inşaat alanına getirilir. Duvarlarda kullanılacak profiller 2 katlı veya 3 katlı bir bina uygulamasında tüm kat yüksekliği kadar uzunlukta hazırlanmakta ve döşemeler katlar boyu yükselen duvar sistemine içten bağlanmaktadır (Resim 2.4). Süre olarak hücre ve panel sisteme göre daha uzun bir sürede (birkaç ay) inşa edilir, profillerin galvaniz katmanlarının zarar görme olasılığı diğer sistemlere göre fazladır, inşa sonrası zarar gören noktalar antipas boya ile tekrar boyanmalıdır (Terim, 2006). Prefabrike panellerin nakliyesinin sorun oluşturacağı durumlarda ekonomik bir yöntemdir.



Resim 2.4 Çubuksal Sistem (Ekinci, 2006)

- **Panel Sistem:** Bu sistemin en büyük avantajı montaj süresinin hızlı olmasıdır. Montaj süresi çubuk sisteme göre dörtte bir oranındadır. Hava koşullarından etkilenmediğinden istenilen sürede inşaat tamamlanabilmektedir (Resim 2.5). Paneller yük taşıyıcı eleman olabilirliliğinin yanında taşıyıcı kolonların arasını doldurmak amacıyla sonradan yerleştirilerek duvarda, döşemede ve çatıda dolgu malzemesi olarak kullanılabilir (Susam, 2003).



Resim 2.5 Panel Sistem (vefaprefabrik.com, 2009)

- **Hücresel (Modüler) Sistem:** Sistemin yapısal çalışma prensipleri hafif çelik çerçeve sistem ile aynı olsa da, üretilen modüllerin yangın dayanımını arttırmak için hazırlanan özel ısı yalıtım sistemi ve ek çelik bağlayıcı elemanlar sayesinde sistem altı kata kadar yapı yapılmasına imkan vermektedir. Modül elemanların vinçler ile taşındığı sistemde üst üste konulan modüller dıştan çelik kablo veya farklı çelik gergi elemanları ile birbirlerine sabitlenerek hafif çok katlı yapı oluşumu sağlamaktadır (Resim 2.6). Sistem iş aletlerinin çalışabileceği bir alanda sadece 2-3 günde kurulabilmektedir. Fakat sistemin endüstrileştirilme gerekliliği nedeni ile genellikle modül boyutları sabittir (8x3.2 m) yani yapılar benzer özelliktedirler. Ayrıca bu modüller tekrar kullanıma uygun, yer değiştirebilecek şekilde tasarlanmaktadır (Terim, 2006).



Resim 2.6 Hücresel Sistem (Ekinci, 2006)

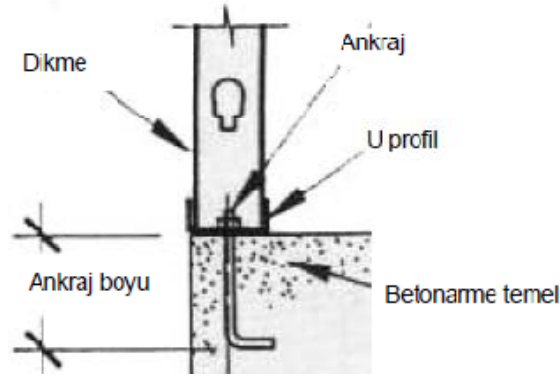
2.5. Hafif Çelik Sistemde Kullanılan Bağlantı Şekilleri

Sistemin kurulumu birçok C ve U profilin bir araya getirilmesiyle gerçekleştiğinden; sistemin oluşturulmasında kullanılacak bağlantı şekilleri önem arz etmektedir. Sistemin bağlantı noktalarında profillerin veya yardımcı profillerin yapacakları işlevlere uygun olarak bağlantı yöntemi seçilmelidir. Bu sayede sistem deprem yükleri karşısında rijit ve sünek davranış gösterebilecektir. Hafif çelik sistemin kurulumunda kullanılan bağlantı şekilleri;

- **Bulonlu Birleşim:** Bulonlar ve ankrajlar özellikle yüksek dayanım göstermesi istenen bölgelerde tercih edilmektedirler. Sistemin beton, çelik ve taş yapı malzemeleriyle bağlantıları bu birleştirme teknikleriyle olmaktadır (Resim 2.7, Şekil 2.6). Bulon ve ankrajlarda pul ve somun kullanılması gerekmektedir. Bunlar çelikleri birleşim noktalarında birbirleriyle aynı ölçülerde olmalıdır, farklı ölçüler sistemin kararlılığını olumsuz etkilemektedir. Ankrajların temellerde birbirlerinden mesafeleri merkezden merkeze 3 ankraj çapı kadar olması gerekmektedir. Bulon delik merkezi birleştirme noktalarına en az 1,5 bulon çapı uzaklığında olması gerekmektedir (Eren, 2004). Bulonlu birleştirmelerin sağladığı kolaylıklar;
 - ❖ Elektrik veya jenaratöre gereksinim duymaz.
 - ❖ Kötü hava koşullarında etkilenmeden uygulama yapılabilir.
 - ❖ Yuvalar önceden hazırlandığı için işçilik hataları azdır.
 - ❖ Yüksek dayanımlı bulonlar ile bağlantı elemanının ve deliğin azalması.
 - ❖ Yeni şartnamelere göre büyük delik toleransları sağlayabilmektedirler.



Resim 2.7 Bulonlu Birleştirme (Ekinci, 2006)



Şekil 2.6 Ankrajlı Birleştirme (Ekinci, 2006)

- **Kaynaklı Birleşim:** Kaynak aynı özelliklerde olan veya olmayan metal alaşımların ani ısı ve basınç etkisiyle birleştirilmesi tekniğiyle yapılmaktadır. Hafif çelik sistemlerin oluşumunda kaynak tekniği atölyede ya da inşaat sahasında yapılmaktadır. Genellikle kaynak birleştirmeler duvar paneli ve makas oluşumunda kullanılmaktadırlar.

Hafif çelik sistemde elektrik kaynağının iki şekli vardır;

- Gaz metal elektrik kaynağı
- Korumalı metal elektrik kaynağı

Gaz metal elektrik kaynağı zehirlenmeye neden olabilecek argon yada karbondioksit gibi ağır gazlar kullanmaktadır. Korumalı metal kaynağında daha güvenli düşük maliyet, çok yönlü uygulanabilme, kolay taşınabilmesi gibi nedenlerle daha çok tercih edilmektedir (Eren, 2004).

- **Perçinli Birleşim:** Perçinler silindirik gövdeli ve değişik başlıklara sahip birleşim elemanlarıdır (Resim 2.8). Makaslama ve delik çevresindeki ezilmeye göre hesaplanan parçalarda deliklere vurulmak suretiyle monte edilen çelik birleşim araçlarıdır (Siyahhan, 2005). Hafif çelik sistem kurulumunda 2 tür perçin kullanılmaktadır. Bunlar sıcak perçinler ve soğuk perçinlerdir. Soğuk perçinlerin kullanım alanlarına göre kullanılan soğuk perçinler şunlardır.

- Kör perçinler; tek taraflı uygulamalarda kullanılırlar,
- Boru perçinler; taşıma yüzeylerini artırmak için kullanılırlar.

Montaj için hidrolik veya hava kompresörlü makineler kullanılır. Perçinleme sonrası elemanların sökülmesi zordur, sökülse dahi bir daha kullanılamaz (Ekinci, 2006).



Resim 2.8 Perçin (Çelik Çizimler Mod., 2006)

- **Vidalı Birleşim:** Hafif çelik sistemlerde profillerin ve yüzey kaplama malzemelerinin monte edilmesinde kullanılması nedeniyle en çok kullanılan birleştirme şekilleri arasındadır. Uygulamalarda normal şartlarda vida başları ince parça tarafında bulunmaktadır. Fakat vida başının aynı kalınlıktaki veya kalın parça tarafında bulunması durumunda eğilme göz önünde tutularak tasarım yapılması gerekmektedir. Hafif çelik sistemde farklı kullanım alanlarına göre dört çeşit vida kullanılmaktadır. Bunlar;

- İnce profil başlı vidalar; kaplama malzemesi montajında,
- Boru başlı vidalar; alçıpan gibi malzemelerle bitmiş yüzey oluşturmada,
- Yuvarlak-pul başlı vida; iskelet sistem elemanlarının birleşiminde,
- Altıgen başlı vidalar; ağır birleşimlerde kullanılmaktadır.

Kullanılan bu vidaları uçlarına göre yivli uçlu ve noktasal uçlu vidalar olarak iki guruba ayırabilmek mümkündür (Resim 2.9). Yivli uçlu vidalar, deliği uygulama alanında açılarak birleştirmede kullanılan vidalardır. Noktasal uçlu vidaların ise uygulanacakları yerler üretim tesisinde hazırlanmaktadır (Tartar 2002, Eren, 2004). İnşaat sahasında vidalı birleştirmelerde malzemelerin kalınlığından en az 0.95-1.25 cm fazla olmalıdır. Yeterli bir birleşim için vida yivi birleşimin kalınlığını üç yiv uzunluğunda aşacak uzunlukta olmalıdır (AISI, 1997). Vida uygulamasında yivlerin hasar görmemesine, birleşimden sonra parçalar arasında boşluk kalmamalı, birleşimlerde vidalar arası mesafe merkezden merkeze 13 mm olmalıdır (Tartar, 2002).



(a)



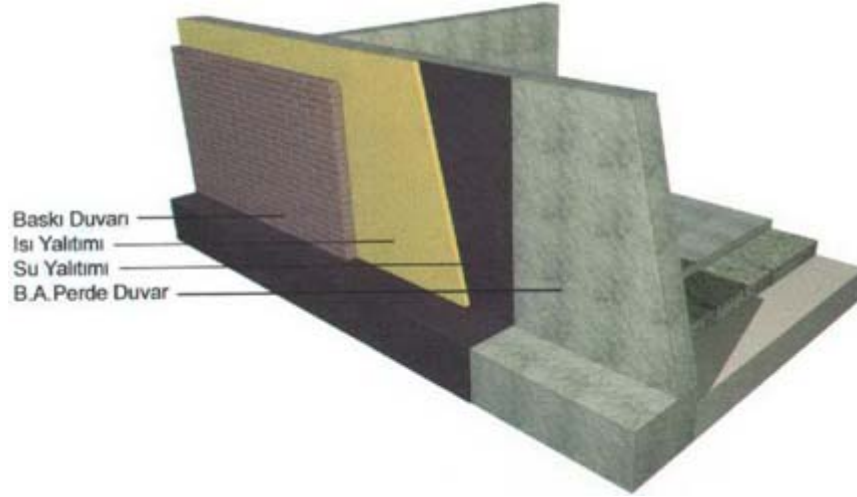
(b)

Resim 2.9 (a) Yivli Uçlu Vida, (b) Noktasal Uçlu Vida (Ekinci, 2006)

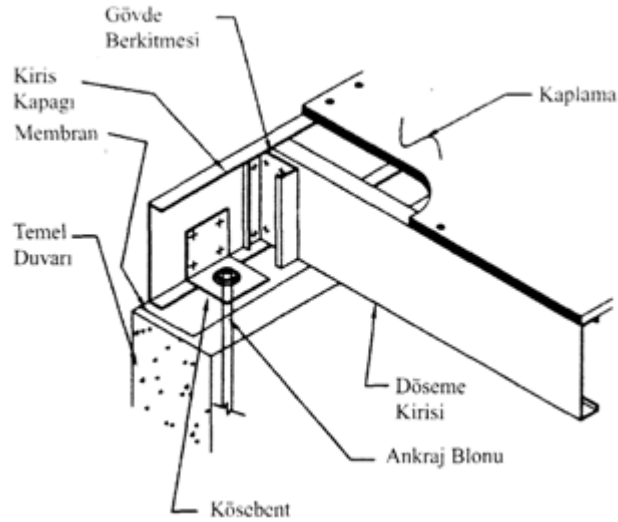
2.6. Hafif Çelik Sistemi Oluşturan Elemanlar

2.6.1. Temel

Hafif çelik yapılarda temeller genellikle betonarme olarak yapılır (Şekil 2.9). Geleneksel karkas yapı sistemlerinde olduğu gibi duvarların taşıyıcı strüktürü oluşturulması temelinde sürekli temel (mütemadi) olmasını gerektirmektedir. Perde duvar şeklinde temelin inşa edilmesi bodrum katı veya garaj hacmi olarak kullanılmasına imkan sunar. Çelik profilleri hafif olması nedeniyle temel kesitleri de küçük olmaktadır. Bodrum kat yapılmış durumunda temel duvarları su basma seviyesince yapılır ve ankrajlarla sıcak hadde çelik profil veya hafif çelik profil şekil 2.10’da görüldüğü gibi betona sabitlenmektedir. Bu sayede geniş açıklıklar kolaylıkla geçilebilmektedir. Zemin döşemesi için hafif çelik profiller sıcak halde profillerle burada birleştirme yapılır. Bodrum yapılması gibi durumlarda zemin kat döşemesi hafif çelik profillerle veya betonarme yapılabilir (Tartar, 2002). Hafif çelik sistem temellerinde kapılar su emme ya da basınçlı su etkisine karşı çelik strüktürü korumak amacıyla su yalıtımı ayrıca bodrum kullanılması durumunda ve zeminde don seviyesinin yüksek olması gibi etkenlere bağlı olarak ısı yalıtımı yapılmalıdır.



Şekil 2.7 Hafif Çelik Sistemde Temel Ve Perde Duvar Modellemesi (Susam, 2003)



Şekil 2.8 Döşeme Kirişlerinin Temel Duvarına Oturtulması (Yıldırım, 2003)

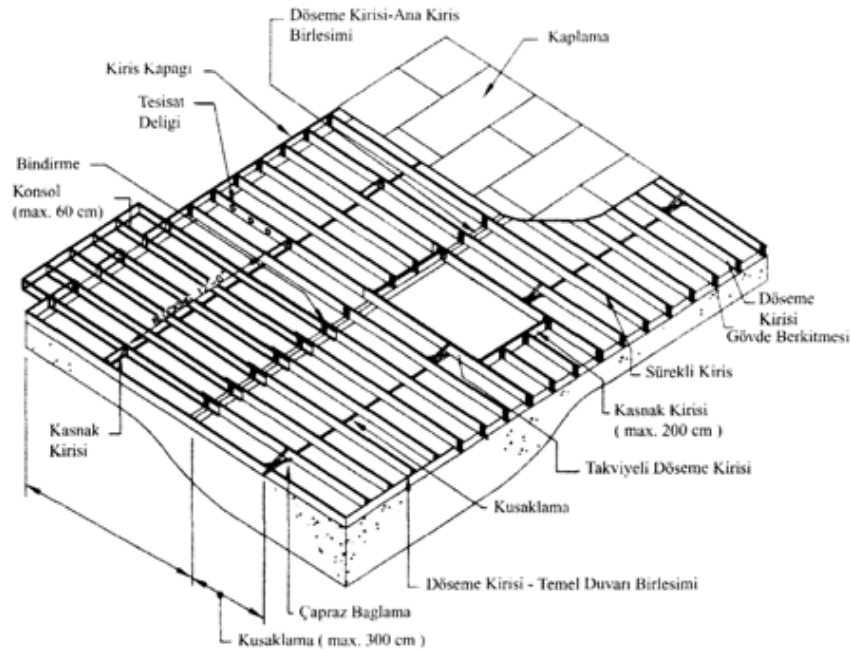
2.6.2. Döşeme

Döşemeler çelik strüktürlü yapıların en karmaşık ve özen gösterilmesi gereken bölümüdür. Bina için gerekli servislerin ve servis ekipmanlarının tasarım aşamasında düşünülmesi gerekmektedir. Kuzey Amerika Çelik Birliğine göre (NAFSA) döşeme kirişi ve taşıyıcı dikmeler arası 610 mm olmalıdır. Konsol oluşumunda 610mm ile sınırlandırılmıştır (Yıldırım 2003, Susam 2003)

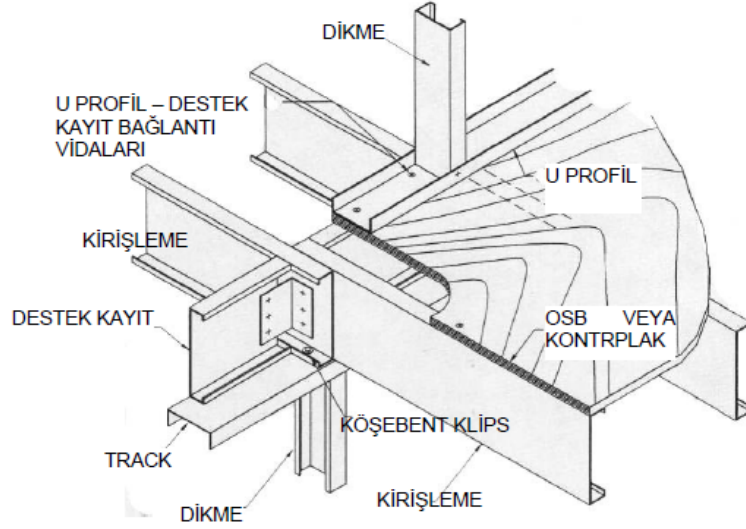
Hafif çelik sistem döşemelerinde kirişler genellikle yalıtım ve tesisatın uygulanmasında kolaylık sağlamasından dolayı C profiller kullanılır. Döşemelerde açıklıklar geçilirken

kirişlerin kesintisiz olması istenilir. Ek yapılması gereken durumlarda ek yeri taşıyıcı iç duvarların üzerine getirilmelidir. Açıklıklar geçilirken uygun bir boyutlandırma yapılırsa 6.5m ye kadar kirişleme yapılabilir. Merdiven, baca gibi boşluklar döşemeyi zayıflatacağından boşluk çevresi çift kirişle geçirilmelidir. Çelik kirişlerin üzerindeki saç trapez levha üzerine beton dökülerek yüzeyi oluşturabilmektedir buna ıslak sistem adı verilmektedir. Bu sistemle yatay ve düşey yükler sağlıklı şekilde kirişlere iletiildiği gibi vibrasyonda önlenmiş olur. Diğer bir sistem ise OSB (Oriented Structurel Board) gibi levha malzemeler yüzeye kaplanabilir (Şekil 2.11, 2.12). Zemin kat, çatı altı ve ıslak mahallelerdeki döşemelerde korozyon oluşumuna karşı önlemler alınması zemini korur (Tartar, 2002).

Ayrıca döşeme kirişleri ve kaplama malzemesi olarak yangına dayanıklı malzemeler kullanılmalı, zemin, kat ve çatı altı döşemelerine çatı arası kullanılmıyorsa bulunduğu coğrafik şartlara uygun ısı yalıtımı yapılmalıdır. Döşeme üstü kaplama ahşap gibi sert malzemelerle kaplanması durumunda ses emici özelliği olan şilte adı verilen malzemeler serilmeli. Döşeme altında asma tavan uygulama yapılması döşeme ile asma tavan arasındaki hava boşluğunda yapılan seste azalma yaratmaktadır.



Şekil 2.9 Bodrum Katlı Binada Zemin Kat Döşemesi Eleman Düzeni (Yıldırım, 2003)



Şekil 2.10 Ara Kat Döşemesi Eleman Düzeni (Ekinci, 2006)

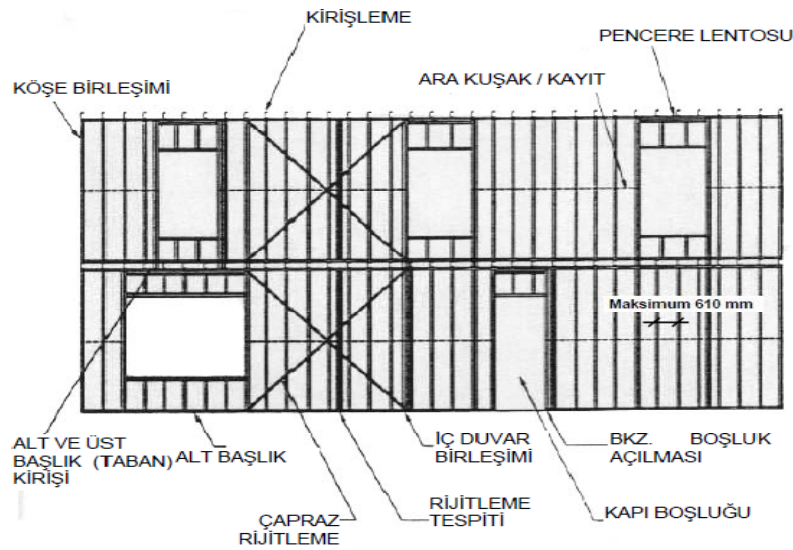
2.6.3. Duvar

Bu sistemde iç ve dış duvarlar yapının düşey taşıyıcılarını oluştururlar. Duvarlar katmanları kalınlıklarına ve diziliş şekillerine göre iç ve dış duvarlar olarak ikiye ayrılırlar.

— **Dış duvarlar:** Dış duvarlarda hava boşluğu bırakılan veya bırakılmayan olarak iki şekilde uygulanır. Hava boşluğu bırakılmayan sistemlerde yoğuşma ihtimaline bağlı olarak korozyon oluşumu riskine karşılık dış ve iç yüzeylerin arası ısı yalıtım gereçleriyle kaplanır. Ayrıca duvarlarda ses ve yangın yalıtımı tesisatında duvarlar aracılığıyla dağılması nedeniyle tasarım sürecinde iyi planlanmış olması gerekmektedir. Dış yüzey kaplamaları dış hava koşullarına dayanıklı iç yüzey kaplaması ise ısı direnci yüksek malzemeler tercih edilmelidir. Hava duvar katmanlarının oluşumunda ısı ve buhar geçişine uygun şekilde katmanlar sıralanmalıdır. Boşluk bırakılması durumunda ise boşluğun havalandırıldığı sistemlerdir. Yoğuşma ihtimali çok düşük olan konstrüksiyonlardır. Fakat mevcut konstrüksiyon önüne yeni bir konstrüksiyon gerektirdiğinden çok fazla tercih edilmemektedir.

—**İç duvarlar:** Her iki yüzeyde de aynı malzemeyle kaplanır ve hava boşluğuna gerek yoktur. Bu nedenle uygulanan uygulamada kolaylık sağlamaktadır. Isı yalıtımı istenirse yapılmayabilir fakat ses ve yangın için gerekli yalıtım önlemleri alınması zorunluluğu vardır.

Duvar oluşumunda profillerin genişliği minimum 90 mm dikmeler arası mesafe ise 610 mm dir. Burkulmaya karşı kuşak ve kayıtlarla rijitlenmelidir. Yapının rüzgar basıncı nedeniyle dönme ve devrilme gibi hareketleri önlemek için temelle strüktürün ankrajlarla bağlanması gereklidir (Şekil 2.13).

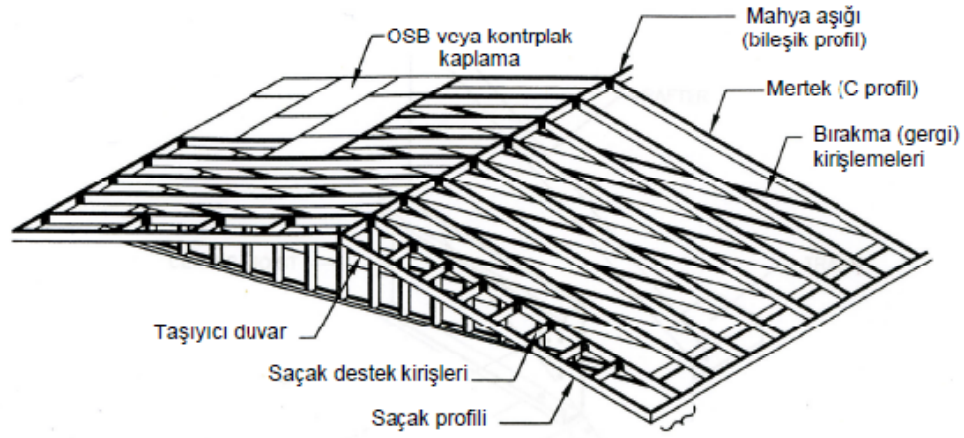


Şekil 2.11 Duvar Eleman Düzeni (Ekinci, 2006)

2.6.4. Çatı

Çatıda fabrika ortamında veya şantiyede profilleri bir araya getirilmesi ile oluşturulan çatı makasları vinçler yardımıyla yerlerine konmaktadır. Çatı; tavan kirişi, mertek, mahya ve makaslardan oluşmaktadır. Mertekler dış duvarların üzerine tavan kirişlerine paralel olarak bağlanır. Rüzgar yükü ve güç kirişlere paralel olarak en fazla 2,4 m aralıklarda kuşaklamalar kullanılabilir. Hafif çelik çatı makaslarıyla geniş açıklıklar geçilebilir. Kolay taşınabilmesi ve montajı sayesinde inşaat aşamasında avantaj sağlamaktadır. Betonarme ve yığma binalarda da kullanılabilirler. Çatı makaslarının üzeri kontrplak, OSB veya çimento esaslı yonga levha konularak düzgün bir yüzey elde edilmektedir. Dış duvarlarda alınan

yalıtım tedbirleri çatılarda özellikle alınmalıdır (Şekil 2.14) (Susam 2003, Özcan 2005, Yıldırım 2003, Ekinci 2006).



Şekil 2.12 Çatı Eleman Düzeni (Ekinci, 2006).

2.7. Hafif Çelik Karkas Yapıların Olumlu ve Olumsuz Özellikleri

Olumsuz özellikleri

- Çelik ısı iletkenliği yüksek bir malzemedir bu nedenle ısı yalıtımı yapılması gereklidir.
- Hafif çelik profillerin suya maruz kalması, yük taşıma kapasitesinin düşmesine neden olduğundan su yalıtımı yapılmalıdır.
- Çelik yüksek sıcaklıklarda yumuşamaya başlayarak mukavelesini yitirir taşıyıcılığını kaybeder ve plastik davranış gösterir. Bu nedenle yangın yalıtımı yapılmalıdır (Demirel ve Özkan, 2003).
- Betonarme sistemlere göre % 30 daha fazla maliyetlidir (Kurtay ve Badem, 2004).
- Profillerin üretimi makinelerin yapabildikleriyle sınırlıdır.
- Tesisat projelendirme aşamasında tasarlandığından değişik problemler arz edebilir.
- Hafif çelik yapılar en fazla 3 katlı yapılarda kullanılabilirler (Terim, 2006).
- Ses kirliliğini önlemek açısından ses yalıtımı gibi gerekli önlemler alınmalıdır.
- Yerel burkulmaya maruz kalabilirler (Demirel ve Özkan, 2003)..

Olumlu özellikleri

- Sistemin korunması açısından ısı, ses ve yangın için gerekli tedbirlerin alınması zorunluluğu konfor açısından sağlıklı bir iç mekan oluşumunu sağlar.
- Yüksek yük taşıma kapasitesinden dolayı geniş açıklıklarda kullanılır (Randall and others, 2005).
- Deprem etkilerine karşı performansı yüksektir.
- Uygulama süresi kısadır.
- Yüksek yük taşıma kapasitesine sahiptirler (Demirel ve Özkan, 2003).
- 100/100 geri dönüştürülebilir malzemedir (Popo-ola,2000).
- Göbek ve haşere hasarlarından etkilenmezler (Gorgolewski, 2007).
- Çeliğin homojen ve izotop malzeme oluşu ayrıca sürekli denetlenerek üretilmesi profillerin özellikleri aynıdır.
- Mekanda içerisinde daha fazla yer kazanılmasını sağlar.
- Hafif olmaları nedeniyle kötü zemin koşullarında dahi uygulanabilirler (ender çelik.com, 2009).
- Hızlı ve kolay montajı sağlanan sistemin yapım süresi önceden belirlenebilir.
- Her türlü hava koşullarında inşa edilebilirler.
- Uygulamada kalıp kullanılmadığından ölü malzeme atığı ve maliyeti yoktur.
- Hafif ve kolay montaj nedeniyle az iş gücü gerektirir.
- Gerekli tasarım yapılmış ise gerektiğinde sökülüp tekrar kurulabilir.
- Tesisat delikleri üretimde açıldığından tesisat için kırma dökme çalışması yoktur (Terim, 2006).
- Çok sayıda üretilen profil uygun koşulların sağlanması durumunda stoklanması mümkündür.
- Hafif olduğundan sistemde ölü yükleri en aza indirger (Siyahhan, 2005).
- Bakım ve onarım masrafları düşüktür.

BÖLÜM 3. ISIL KONFOR, ISI VE BUHAR İLETİMİ

3.1. Isıl Konfor

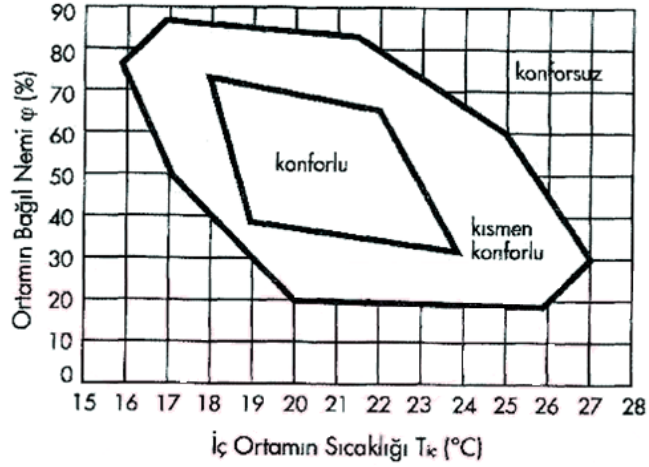
Isıl konforu konusuna geçmeden önce konfor kavramının ne olduğunun bilinmesi gereklidir. Konfor; fizyolojik açıdan insanın çevresine minimum düzeyde enerji harcayarak uyum sağlayabildiği ve psikolojik açıdan çevresinden hoşnut olduğu koşullardır (Selamet 1995, Kocaarslan 1991). Buna dayanarak ısı konfor, kapalı bir hacim içerisindeki havanın sıcaklığı, nemi, ortamdaki hava hareketi ısı çevrenin kullanıcıda yarattığı memnuniyete ısı konfor olarak tanımlanabilir.

İnsan vücudu içinde bulunduğu ortamın iklimsel koşullarından kolayca etkilenebilen bir yapıya sahiptir. Aşırı sıcak bir ortamda, sürekli bir uyku hali ve yorgunluğa sebep olurken, soğuk bir ortamda ise vücudun ısınma ihtiyacını karşılayamaması sebebiyle dikkatin dağılması ve işine yoğunlaşamama gibi bedensel ve zihinsel verimsizlik yaratacaktır (Güler ve Ülkü,2007).

Isıl konfor ele alınırken kullanıcıların davranışı, giyinişi, binanın gün ışığından faydalanma düzeyi, yaşam etkinlikleri ve bina formu bir bütün olarak düşünülmelidir. “İnsan vücudu ile çevre arasında ısı dengesinin kurulması kişinin yaşamını konfor içerisinde sürdürebilmesi açısından önemlidir. Ancak ısı dengesi ile konfor şartları farklı olgular ve ısı dengesinin sağlandığı her durumda insan ısı konfor bölgesinde demek değildir. Vücut sıcaklıkları fizyolojik denetim mekanizmaları sayesinde çok geniş çevre şartları aralığında ısı dengesini kurabilmekte ve kişi yaşamını devam ettirebilmektedir. Şekil 3.1’de görüldüğü gibi bu geniş aralığın çok dar bir bölgesinde insan kendini ısı konforda hissetmekte ve ısı çevreden hoşnut olmaktadır”(Kaynaklı ve Yiğit,2003).

İnsanların ısı konfor arayışında çevresel ve sosya-kültürel etkiler birbirinden ayrı ele alınamaz (Sdei,2005). Geleneksel Türk mimarisine bakıldığında soğuk iklim bölgesindeki yapıların duvar kalınlıklarının fazla olduğu, odalarda ısınma ihtiyacını karşılamak için ocakların olduğu görülmektedir. Geleneksel Japon mimarisinde ise iklimin daha yumuşak olması duvarların geniş ve kağıt olması kullanıcıların geleneksel kıyafetlerine bakıldığında kalın giyindikleri ve taş gibi ısı tutan küçük objelerle ısı konfor gereksinimlerini karşılamaya çalıştıkları görülür, yazın ise geniş veranda ve ince

hareketli duvarlarla havalandırma artırılarak sıcak ve nem etkisi azaltılmaya çalışılmaktadır (Sdei,2005).



Şekil 3.1 İç Ortamın Sıcaklığı Ve Bağıl Nemine Bağlı Olarak Konfor Bölgesi (Özcan,2005)

Günümüzde insanlar zamanlarının çoğunu ev, okul veya işyeri gibi kapalı ortamlarda geçirmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) farklı dönemlerde yayınladığı raporlarda, günümüz insanların zamanının % 90'ını kapalı mekanlarda, bu oranın % 70'ini iş, geri kalanın % 20'sini ise ev ortamlarında geçirdiğini belirtmektedir. Büyük çoğunluğu iç mekanlarda geçirildiği için, bu ortamların hava kalitesi de en az dış ortam hava kalitesi kadar önemlidir (Zeydan,2009). İnsanların yaşamlarının büyük çoğunluğunu kapalı mekanlarda geçirmesi, binanın kullanıcıya sunduğu hizmet ve konfora göre bina ile kullanıcı arasında biyolojik, fizyolojik ve psikolojik etkileşim olduğu yapılan çalışmalardan anlaşılmıştır. İnsanların içerisinde zamanlarını geçirdikleri kapalı alanların atmosferini solunmasına dayalı olarak çıkan semptomlar yada semptomlara bağlı sendromlar ve sendromlar zincirinden oluşan hastalık tablosunun tamamına hasta bina HBS denilmektedir (Özyaral ve Keskin, 2007). Karşılaşılan sorunların yarıdan fazlası yetersiz yada uygun olmayan havalandırmadan ve ısıtma, soğutma, iklimlendirme sistemlerindeki eksikliklerden kaynaklanmaktadır. Bu koşullar kullanıcıda tanımlanılmayan sorunlara neden olmaktadır (Sağır, 2002).

İklim şartlarına göre sıcaklık değerleri, günlük ve mevsimsel olarak önemlidir. Bu değerlere bağlı olarak ısının hacim içerisinde tutulması günümüzde bir amaç haline gelmiştir (Fernandez vd.,2004). İklim değişikliklerinde ısı kapasitenin belirlenmesi ısınma ve iklimlendirme ihtiyacını büyük ölçüde etkilemektedir. Ancak ne olursa olsun yapma ısıtma sistemlerine ihtiyaç duyulacaktır (Amundarain, 2006).

Yapının tüm yüzeylerinde aynı aktivite performansı olduğunda uygun yüzey sıcaklığı tüm alanlarda sağlanmalıdır. Isıl konfor ve fiziksel çevrenin ergonomisi (ısı stres, tehlikeli sinyaller, aydınlatma, metabolik ısı üretimi vs.) ile ilgili pek çok uluslar arası standart oluşturulmuştur.

Binalarda ısı konforu sağlamada, minimum enerji sarfıyatı ve hava kirliliği için yoğun araştırmalar yapılmakta. Bu araştırma grupları;

- Isıl konfor standartları
- Etkin enerji sistemleri
- Yapılarda ısı yalıtımı
- Yapı mimarisi
- Bina enerji tüketimi hesaplama yöntemleri
- Yapılarda ısı transferi simülasyonları
- İnsanlar ve kıyafetler üzerine simülasyon ve deneyler (Toksoy vd.2009)

Yapılan teorik ve simülasyon çalışmalarında, Tanabe ve arkadaşları, Stolwijk ısı konfor modeline dayanan 65 noktalı ısı model geliştirmiştir. Bu model her biri kor, kas, yağ ve deriden oluşan, ısıl manken yaklaşımına benzer 16 vücut parçasını ele almaktadır. Modeldeki 65. nokta merkezi kan bölmesini temsil etmektedir ve bu merkez ile diğer bütün noktalar arasında kan dolaşımı yoluyla taşınım ile ısı değişimi meydana gelmektedir. Modelde taşınım ve ışınım ısı transfer katsayıları ile giysi yalıtımı değerleri ısıl manken deneylerinden elde edilen değerler olarak alınmıştır. Modelde kullanılan sabitler ve katsayılar çalışmada detaylı olarak sunulmuştur. Tanabe ve arkadaşları çalışmalarında, ayrıntılı simülasyon metodunu tanıtmışlar ve bir uygulama örneği sunmuşlardır. Deneysel çalışmalarda ise; Olesen ve arkadaşları yaptıkları deneylerde 16 erkek denek kullanmıştır. Deneylerde toplam ısı direnci 1.3 clo olmak

üzere aynı olan 5 farklı elbise takımını ısı konfor açısından değerlendirmişlerdir. Elbiselerin toplam direnci aynı olmasına rağmen vücut üzerinde dağılımları asimetrik yani farklıdır. Yapılan deneylerde ortam sıcaklığı, denek ortalama deri sıcaklığı 33.3 °C olacak şekilde ayarlanmıştır. Sonuç olarak, denekler tarafından tercih edilen ortam sıcaklığının giysi yalıtım asimetrisinden çok fazla etkilenmediği belirtilmektedir. Bahsedilen çalışmada da insan vücudu 16 ayrı parçaya ayrılarak inceleme yapılmıştır (Yiğit ve Atmaca,2007). Toftum yapışmış olduğu çalışmada insanların memnuniyetsizliklerini havanın sıcaklığına, nemine ve izafi deri ıslaklığına, bağlı olarak incelemiştir. Çalışmada, 26 °C için izafi nem %36'nın altında, 23 °C için %57'nin altında tutulması önerilmektedir. Bina içerisindeki yüksek ve düşük nem miktarının insan sağlığı açısından ve bina üzerinde oluşturacağı olumsuz etkiler anlatılmaktadır (Toftum,1999).

Dünyada ısı konfor üzerine çalışmaların artmasıyla her ülke kendi özel şartlarına ve genel şartlara göre standartlarını oluşturduğu görülmektedir. Ülkemizde sıcak, ılık veya soğuk ısı çevreleri ölçme ve değerlendirme metotlarını kapsayan, standartlar arasındaki ilişkileri ve tüm ısı çevrelerin değerlendirilmesinde bunların birbirini tamamlayacak şekilde nasıl kullanılabileceğini göstermek amacıyla, aşırı sıcak veya soğuk etkisi altında insanlara tıbbi müdahale ve gözetim amaçlı standartlar ısı konforunun ergonomisi başlığı altında TS 11399, TS 12894 standartları oluşturulmuştur.

3.2. Isı Konfor Koşullarını Etkileyen Faktörler

Bina içinde konfor şartlarının gerçekleştiği durumlarda, insanın ruhsal, fiziksel ve sosyal performansı maksimum düzeye erişmektedir. İç hava sıcaklığı, bina kabuğu iç yüzey sıcaklığı, nem ve hava hareketi gibi etkenler fiziki çevrenin ısı konfor üzerine etkisi büyük olmasına rağmen konforu sağlamada yeterli olmamaktadır (Aksoy, 2002). ısı konfor üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde kişinin kendini konforda hissetmesi birçok faktörün aynı anda sağlanmasıyla mümkün olduğu görülmektedir.

İnsan vücudu metabolizması gereği iç ısı üretir ve vücut sıcaklığını ortalama 37 °C'de sabit tutabilmesi için, kazanılan bu ısının aynı oranda dağıtılması gerekmektedir (Damar, 1998). Buradaki en büyük kısıt ise kullanıcıların bina içerisindeki

aktivitelerinin tam olarak kestirilememesidir. Yapılan çalışmalarda ısıl konfor şartlarını etkileyen değişkenler üzerine genel bir tanımlama yapılabilmektedir.

Isıl konfor şartlarını etkileyen değişkenler çevresel ve kişisel değişkenler olarak iki grupta toplanmaktadır.

3.2.1. Çevresel faktörler

Kapalı bir ortamda ısıl konforu etkileyen çevresel değişkenler hava sıcaklığı, ortalama ışımaya sıcaklığı, bağıl hava hızı ve havanın nemliliğidir.

- **Hava Sıcaklığı:** Bina içerisindeki havanın sıcaklığı, insan ile çevresi arasında taşınım (konveksiyon) ile yapılan ısı alış verişi miktarını belirleyen en önemli değişkendir. İnsanların vücut sıcaklığı bulunduğu ortamın sıcaklığıyla 37 °C yi yakalayamıyorsa insanla ortam arasında ısıl denge sağlanana kadar ısı alış verişi devam edecektir. Bu dengelenme süresince insanlarda terleme veya üşüme görülmektedir. Ortamdaki hava sıcaklığının düşük olması vücudun ısıl dengeye gelmesi için sürekli ısı kaybetmesine ve insanın ortamdaki memnuniyetsiz kalarak üretkenliğin azalmasına yol açtığından hava sıcaklığı önemlidir. Giyimli bir insan için dinlenme veya hafif iş durumunda 23 °C ile 27 °C operatif sıcaklık (ışınım sıcaklığı ile çevre hava sıcaklığının karşılıklı ısı geçiş katsayılarına göre ağırlıklı ortalaması) aralığı konfor şartlarını sağlarken, çıplak insan için bu aralık 29 °C ile 31 °C dir (Yiğit ve Atmaca,2007).
- **Ortalama Işıma Sıcaklığı:** Ortalama ışımaya sıcaklığı insanla çevre yüzeyler arasında ısısal ışıma (radyasyon) yoluyla oluşan ısı transferini belirlemek üzere çevre yüzeylerin sıcaklıklarının birleşik etkisini ifade eden bir sıcaklıktır (Manioğlu, 1995). İnsanların mekandan ışıma yoluyla kazandıkları ısı kişisel değişkenlerin yanında ortamdaki yüzeylerin sıcaklığına da bağlıdır.
- **Bağıl Hava Hızı:** Hava hareketi hızı herhangi bir yüzeyle hava arasındaki ısı taşınımı (konveksiyon) katsayısını etkilediğinden, insanla çevresi arasında konveksiyon yoluyla oluşan ısı transferi miktarını etkileyen önemli bir çevresel değişkendir (Manioğlu, 1995). Isıl konforu etkileyen diğer bir temel faktör de hava hareketleridir ki ortamdaki yüksek hava hızları istenmeyen yerel soğumalara ve

dolayısıyla yerel konforsuzluklara sebebiyet verebilir. Arzu edilen hava hızı genellikle yaz ve kış şartlarına bağlı olarak 0.15 m/s ile 0.25 m/s arasında değişmektedir (Yiğit ve Atmaca,2007).

- **Havanın Nemliliği:** Havanın nemliliği insanın cildinden çevreye olan su buharı difüzyonu, ter buharlaşması ve nefes ile vücuttan kaybedilen ısı miktarlarını etkileyen bir çevresel değişkendir (Tuncer, 2006). Bağlı nem, ortam havanın nemi içine alabilmesinin bir ölçüsü olduğu ve böylece vücuttan buharlaşma ile atılan ısı miktarını etkilediği için ısı konfor üzerinde önemli derecede etkilidir. Arzu edilen bağlı nem aralığı %30 ile %70 aralığındadır ve %50 en çok kabul edilen değerdir (Yiğit ve Atmaca,2007).

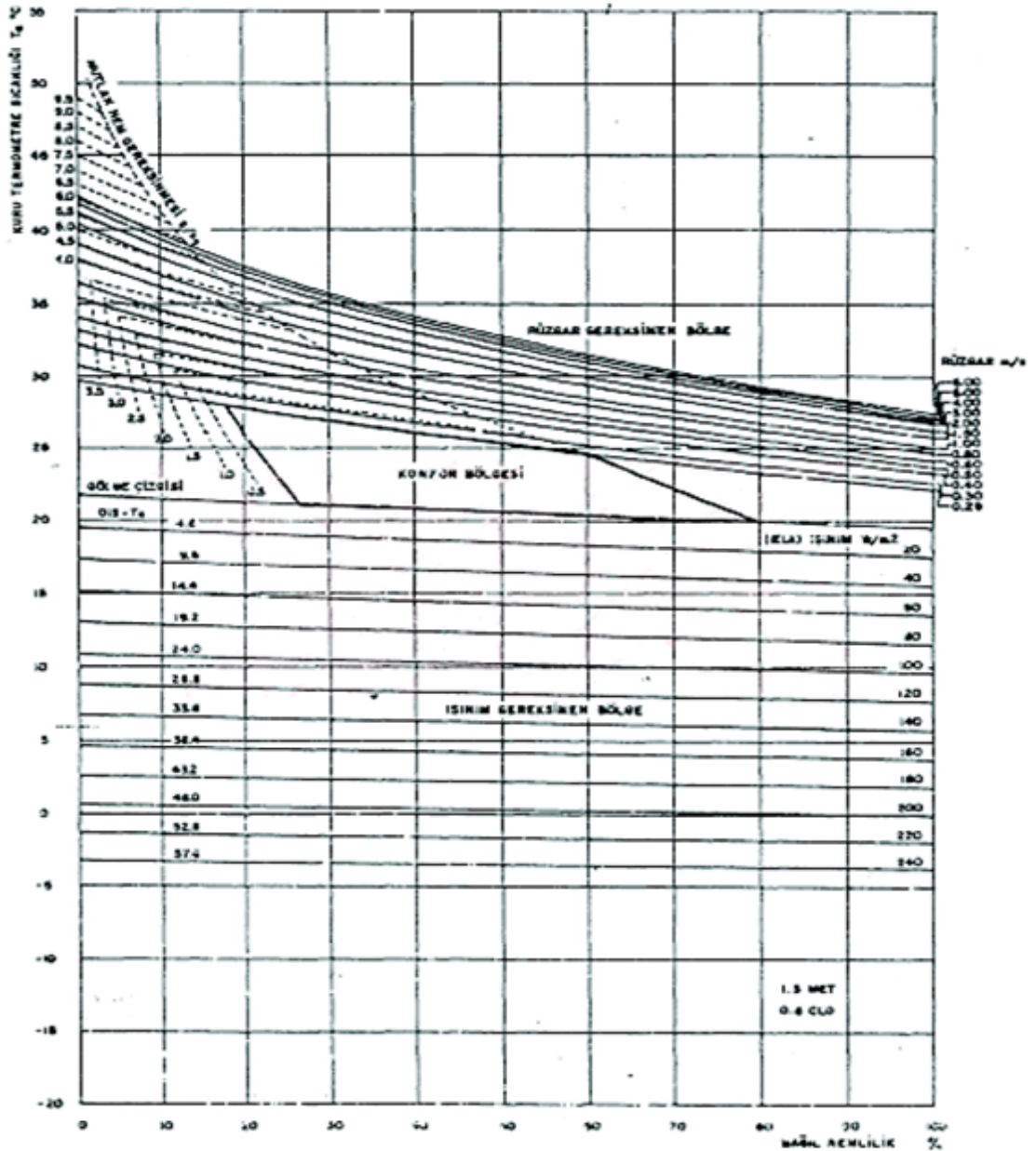
3.2.2. Kişisel faktörler

Isıl konforu etkileyen kişisel değişkenler olarak adlandırılan, insanla ilgili özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- **Aktivite Düzeyi:** Aktivite düzeyi, insan vücudunun alınan yiyecekleri yakarak birim zamanda ürettiği ve metabolizma düzeyi olarak adlandırılan enerji miktarını etkileyen bir değişkendir. Metabolizma düzeyi insanın yaptığı eylem türü ile yani aktivite seviyesi ile doğrudan ilişkilidir. Çoğu kez MET birimi ile ifade edilmektedir ($1 \text{ MET} = 58.2 \text{ W/m}^2$). Belirli eylem türlerine göre metabolizma düzeylerinin aldığı değerler değişkenlikler göstermektedir (Tuncer 2006, Manioğlu, 1995).
- **Giysi Türü:** Giysi türü giysilerin ısı yalıtım direncini belirlediğinden ve dolayısıyla insanla çevresi arasındaki ısı transferi miktarını etkilediğinden ısı konfor koşullarının belirlenmesinde bilinmesi gereken kişisel değişkenlerden birisidir. Giysilerin ısı yalıtım direnci genellikle Clo birimi ile ifade edilmektedir ($1 \text{ Clo} = 1.55 \text{ m}^2/\text{W}$). Farklı tipteki giysiler için ısı yalıtım dirençleri farklılıklar gösterir.
- **İnsanın Mekandaki Konumu Ve Duruş Şekli:** Kapalı bir hacimdeki insanın ısısal ışınlam yoluyla yaptığı ısı alış veriş miktarı insanın mekan içindeki yerine ve duruş biçimine (ayakta veya oturur olması) bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

Dolayısıyla ortalama ışınma yoluyla kazanılan sıcaklıklarda insanların yüzeylerden gelen ısı dalgalarına karşı duruşu önemlidir (Manioğlu, 1995).

Kişinin kendini ısı konforunda hissetmesinin kişisel değişkenler açısından kullanılabilir Şekil 3.2'deki bioklimatik grafik gösterilebilir. Grafik kuru termometre sıcaklıkları ile bağımlı nemlilik yüzdelerinin birleşimleri sonucu seçilen bir noktanın düştüğü bölgede; ısıtma ihtiyacı duyulup duyulmadığı ve ihtiyaç duyulan değişkenleri değerleriyle belirler.



Şekil 3.2 Bioklimatik Tablo (Selamet, 1995)

3.3. Isıl Konfor Ve Enerji Verimliliği

Yapı içi konfor koşullarının mekanik sistemler yerine doğal yöntemlerle karşılanması ekonomik ve çevresel yararlar sağlamaktadır. Bu nedenle yapıların enerji tüketimi yönünden doğru olarak tasarlanmaları, doğal kaynakların sürdürülebilir şekilde işletilmesi, çevre kirliliği kontrolü ve sınırlı enerji kaynaklarının tüketilmesinin azaltılması yaklaşımları ön plana çıkmaktadır (Esin, 2006). Tasarımda yapının inşa edileceği şartlara bağlı olarak pasif ısıtma sistemlerinden faydalanılacak şekilde planlandığında enerji kazanımının yanında ısı konfor şartlarının sağlanabilmesini kolaylaştıracaktır. Yapının bulunduğu yerin iklim koşulları, çevre yapılarla ilişkisi, odaların organizasyonu, yapım sistemi, yapı kabuğunu oluşturan malzeme ve bileşenler, iç ortam ısı konforunu etkileyen faktörler arasındadır. İçsel ısı kazancı düşük, günün 24 saatinde de kullanılan konut ve benzeri yapılarda, bu faktörlere dayalı tasarım kriterlerinin doğru kurgulanması ile güneşten pasif anlamda yararlanabilmeyi sağlayacak, yani ek bir mekanik sistem desteği gerektirmeyecek çözümler, yeterli düzeyde bir iç ısı konfor elde etmeyi sağlayabilmektedir (Harputlugil ve Çetintürk, 2005).

Tasarım aşmasında pasif ısıtma tedbirleri alınmasına rağmen kullanıcının sağlığı açısından hacim içerisinde ısı konfor durumunun sürekli olarak gerçekleştirilmesi istenir. Yapının bulunduğu yörenin iklim koşullarına ve pasif ısıtma sistemi öğelerinin değerlerine bağlı olarak pasif ısıtma ile hacim içerisinde yılın yalnız belirli bir döneminde ısı konfor durumu oluşturulabilir. Yılın diğer bölümünde ise hacim içerisinde oluşan ısı ortamın istenilen sınır şartlarına getirilmesi için gerekli tasarım önlemlerinin düşünülmesi gerekmektedir.

İklim verileri, enerji verimliliği, enerji etkin tasarım stratejilerini önemli ölçüde belirlemektedir. Enerji verimliliği tanımlamasında az enerji ile konfor koşullarının sağlayabilme ve enerji tüketim maliyetinin düşürülmesi anlaşılmalıdır. Bina içerisindeki İç ortam şartı, insanın konfor sınırından saptıkça, yapma ısıtma sistemlerinin harcayacağı enerji de artacağından, iç iklim konforunu bozacak yöndeki etkiler minimize edilmelidir (Lakot, 2007,). Enerjinin bilinçsizce kullanımı ve sarfiyatın her geçen günde artması sonucunda enerji kaynaklarının daralması ve buna bağlı olarak

enerji elde etme maliyetinin yükselmesi ayrıca enerji elde edilmesine ve kullanımına bağlı oluşan çevre sorunları üzerine acil önlemler alınmaya çalışılmaktadır. Ülkemizin de enerjide büyük ölçüde dışa bağımlı olması enerji verimliliği üzerinde önemle durulmasını gerektirmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Enerji Bakanlığına bağlı Enerji Bilgi Yönetimi Merkezi(Energy Information Administration / EIA) tarafından yapılan hesaplamalara göre dünya genelinde, 2003 yılı için sektörel bazda toplam enerji tüketimi yaklaşık 80010 Milyon Ton Eşdeğer Petrol(MTEP) olarak gerçekleşmiştir. Toplam tüketim içinde bina sektörü (ticari ve konut) % 24, sanayi sektörü % 49, ulaşım sektörü % 27'lik paylara sahiptir (Onaygil vd.,2008). Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) 2001 Türkiye raporunda, enerji tüketiminin azaltılabilmesine yönelik öneriler içerisinde binaların m² başına tükettikleri enerjinin ortalama 250 kWh'den, 100-150 kWh civarına çekilmesi gerekliliği yer almaktadır (IEA review,2001). Türkiye'de son 25 yıldaki artış oranı yüzde yüz rakamının üzerindedir. Türkiye'nin enerji üretimi resmi rakamlara göre 1990 yılında toplam ihtiyacın % 50 sini karşılarken, günümüzde % 30 civarlarında karşılayabilmektedir. Ülkemizdeki enerji tüketimi % 41 konutlarda, % 33 sanayide, % 20'si ulaşımda, % 6'sında tarım ve diğer alanlardadır. Buradan da anlaşılıyor ki en fazla enerji tüketimi konutlarda yaşanmaktadır. Bu tüketimin % 85 ısınma amaçlı kullanılmaktadır. Buradaki ikinci bir önemli konuda Ülkemizin % 66 gibi büyük bir enerji ihtiyacını dışarıdan karşılamasıdır (Sezer ve Karagöz, 2006). Ortaya konulan sonuçlara bakıldığında Ülkemizde binalarda ısı yalıtımı uygulaması hem bireysel hem de ülkesel anlamda bir zorunluluk halini almalıdır. Fakat Ülkemizde yalıtım malzemesi kullanımı Çizelge 3.1'de görüldüğü gibi yeterli değildir.

Çizelge 3.1 Türkiye Ve Bazı Ülkelerdeki Kişi Başına Düşen Isı Yalıtım Malzemesi (Sezer ve Karagöz, 2006)

Isı Yalıtım Malzemesi	Türkiye	İsveç	Almanya	Fransa	İngiltere	Yunanistan
Tüketimi (m ³ /kişi/yıl)	0,02	1,03	0,33	0,28	0,16	0,05

Ülkemizin ısınma amaçlı enerji tüketiminde mevcut tasarruf potansiyelini, enerji verimliliği sağlayacak tedbirlerle değerlendirilebilirse:

- 12 milyon TEP/yıl daha az enerji tüketimi
- 6 milyar ABD \$/yıl parasal tasarruf
- 40 milyon ton/yıl CO₂ emisyonunda azalma elde edilebilecektir (Dilmaç,2001).

3.4. Isı Köprüsü

Isı köprüleri ortalama ısı iletiminden çok daha yüksek ısı iletiminin gerçekleştiği sınırlı alana sahip bölgelerdir. Binalarda ısı köprülerinin oluşmasının iki temel nedeni bulunmaktadır. Bu nedenlerin birincisi yapı ögelerinin örneğin duvarların, farklı ısı özellikleri olan değişik gereçlerden üretilmiş olmasıdır. İkincisi ise yapıya kazandırılan bir takım girinti çıkıntılarının (köşeler, uzantılar vs.) çok olması (Resim3.1) yapının çevreyle olan dokunma yüzeyinin büyütülmesinden kaynaklanmaktadır.



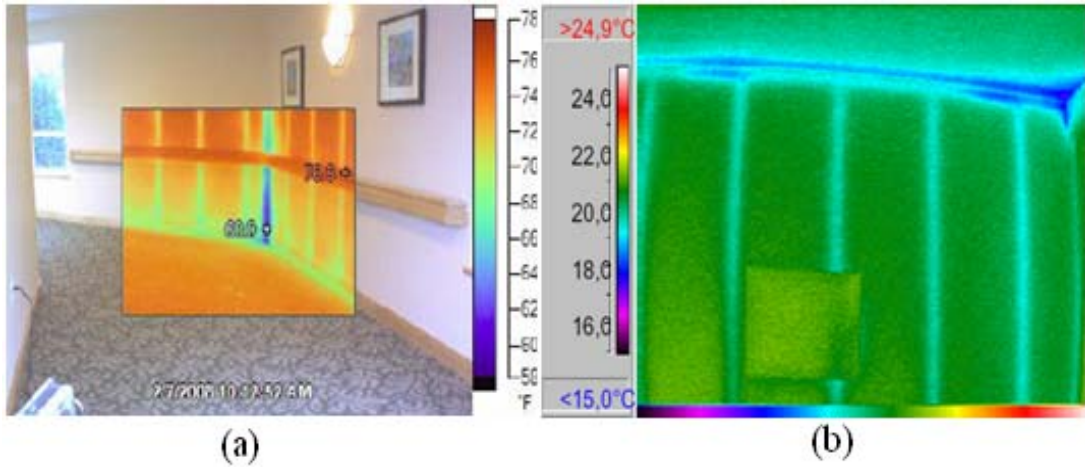
Resim 3.1 Yapının Çevreyle Dokunma Yüzeylerinde Girinti Ve Çıkıntılar (Sasirt.com, 2009)

Isı köprüsü sorunlarının doğurduğu sonuçları sıralayacak olursak bunlar;

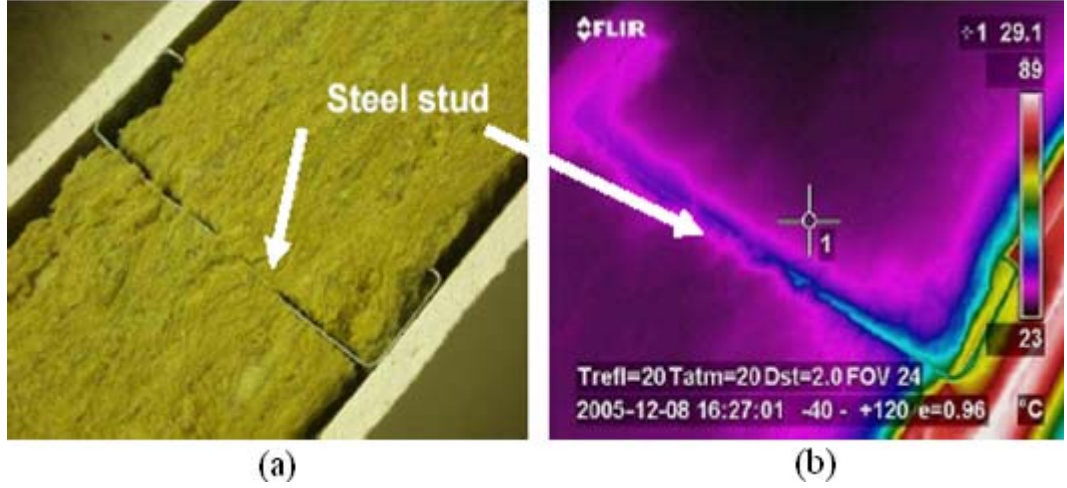
- İç yüzey sıcaklığı düşmekte,
- Çiilenme oluşmakta,
- Küflenme(mantar) ortaya çıkmakta,
- Boşluklar su ile dolmakta yapı ögesi daha iletken bir özellik kazanmakta,
- Kolay çözülür tuzlar dışarı taşınmakta,
- Öge yüzeyinde tozlanma görülmekte,

- Kimyasal paslanma (korozyon) artmakta,
- Donma – Çözülme etkileri baş göstermekte,
- Öge yüzeyinde kabarmalar dökülmeler olmakta,
- Yapı uzantılarında zorlanmalar, çatlamlar görülmekte (Yetgin,2008).

Isı köprüleri farklı ısı iletkenlik değerlerine sahip malzemelerin birleşmesi özellikle köşe noktalarda farklı birçok malzemenin birleşmesiyle ortaya geldiği bilinmektedir (Resim 3.2). Yapı sistemleri farklı bileşenlerden oluşması nedeniyle her sisteminde ısı köprüleri oluşa bilmektedir. Ancak çeliğin ısı iletkenlik değerinin daha yüksek olması Resim 3.3’de görüldüğü gibi ısı köprü oluşumu kaçınılmazdır. Isı köprüsünün olduğu bölgelerde ani ısı kayıpları yoğunlaşmaya neden olacağından hafif çelik sistemli yapılarda sistemin tahribata uğramaması için yalıtımda doğru malzeme seçilmelidir (Resim 3.4). Buradan anlaşılmaktadır ki bir çok katmanın birleşmesiyle yapının oluşturulması daha fazla önlemin alınmasını gerektirecektir (Niemin and Salonvaara, 2000).



Resim 3.2 (a) Duvar Birleşim Noktasında, (b) Tavan Birleşim Noktasında Isı Köprüsü Görüntüsü (Niemin and Salonvaara, 2000)



Resim 3.3 (a) Hafif Çelik Duvar Kesiti, (b) Hafif Çelik Duvar Termal Kamera Görüntüsü (Amundarain and other, 2006)



Resim 3.4 Yoğuşma Durumunda Yalıtım Malzemesinin Hafif Çelik Profile Etkisi (closerlookinspection.com., 2009)

3.5. Bina Kabuğunda Isı Transferi

Isı transferinin tanımlanmasına geçmeden genellikle hatalı kullanılan sıcaklık ve ısı kavramları tanımlanacaktır.

- **Isı:** Herhangi bir cismin sıcaklığının artmasına sebep olan fiziksel bir enerjidir. Bilimsel olarak, moleküler hareketlerden kaynaklanmaktadır. Isı daima yüksek enerjiden, daha alçak enerji yönünde hareket eder. Bu duruma göre bir cismi ısıtmak, o cisimdeki moleküler hareket enerjisini artırmak anlamına gelmektedir. Isının,

düşük bir sıcaklıktaki bir cisimden yüksek sıcaklıktaki bir cisme kendiliğinden taşınması olanak dışıdır (İmren, 1998).

—**Sıcaklık:** Sıcaklık bir cismin ısı durumunu belirlemekte kullanılan önemli bir kavramdır. Sıcaklık ölçüsü birimi olarak tüm dünyada °C ve °K kullanılmaktadır. Sıcaklık ısı gibi hareket halindeki bir enerji değil cismin sahip olduğu ölçülebilir bir potansiyeldir.

Sıcaklıkları farklı ve ısı temas halinde olan ortamlarda, sıcaklığı yüksek olan ortamdan, sıcaklığı düşük olan ortama ısı geçişi olayı her iki ortamın sıcaklığı birbirine eşit oluncaya kadar devam eder. Aynı zamanda iki farklı sıcaklık arasındaki ısı geçişi sadece sıcaklık farkından değil, cisimlerin ısı geçişine ilişkin özelliklerine de bağlıdır.

Isı ve sıcaklık arasındaki farklarını sıralayacak olursak;

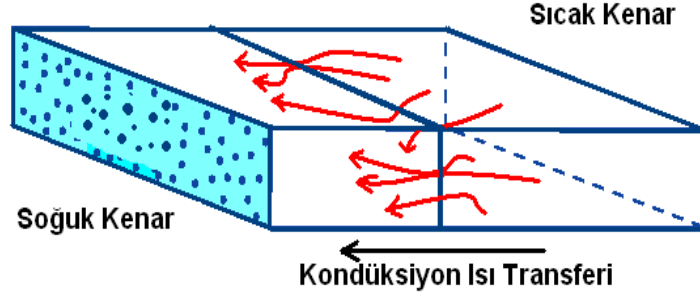
- ❖ Isı enerji çeşididir, sıcaklık enerji değildir,
- ❖ Isı birimi kalori veya joule'dür. Sıcaklık birimi °C veya °K dir,
- ❖ Isı madde miktarına bağlıdır. Sıcaklık ise madde miktarına bağlı değildir,
- ❖ Sıcaklık ölçülebilir (termometre ile) ısı ancak hesaplanabilir.

3.5.1. Isı iletim mekanizmaları

Sıcaklıkları farklı olan, iç ve dış çevreyi birbirinden ayıran herhangi bir kabuk elemanında ısı geçişi üç farklı şekilde gerçekleşmekte ve üç özel kanun ile açıklanmaktadır.

• **Kondüksiyon (İletim)**

Bir maddenin veya malzemenin bünyesi içinde veya temas halinde olduğu, diğer madde arasında, sıcak ve yüksek kinetik enerji sahibi moleküller, kinetik enerjileri daha küçük olan komşu moleküllere doğrudan moleküler tesir ile ısı enerjisi aktarırlar. Isının bu şekilde aktarımına kondüksiyon yoluyla ısı transferi denmektedir (Şekil 3.3). Metal haricinde bütün malzemelerde ısı moleküler halde iletilmektedir. Metallerde bu iletim serbest elektron sayesinde gerçekleşmektedir (İmren 1998, Manioğlu 1995).



Şekil 3.3 Kondüksiyonla (Taşınım) Isı Transferi (Sever, 2009)

○ Fourier Kanunu

Isı iletimi, atomik seviyedeki parçacık grupları veya parçacıklar arasındaki kinetik enerjinin sürekli geçişinin olduğu bir ısı geçiş mekanizmasıdır. Bu işlem gazlarda molekülerin elastik çarpması sonucunda olurken; sıvılarda ve elektriği iletmeyen katı cisimlerde, atomik kafesin boyuna titreşimi sonucunda olduğu kabul edilmektedir. Aynı elektrik iletiminde olduğu gibi metallerdeki ısı iletimi de serbest elektronların hareketiyle gerçekleşir. Termodinamiğin ikinci kanunun sonucu olarak, ısı geçişi, sıcaklığın azaldığı yönde gerçekleşir (Oral vd., 2005). İletim yoluyla ısı transferi Fourier Kanunu ve denklemi ile ifade edilmektedir (Eşitlik 1) .

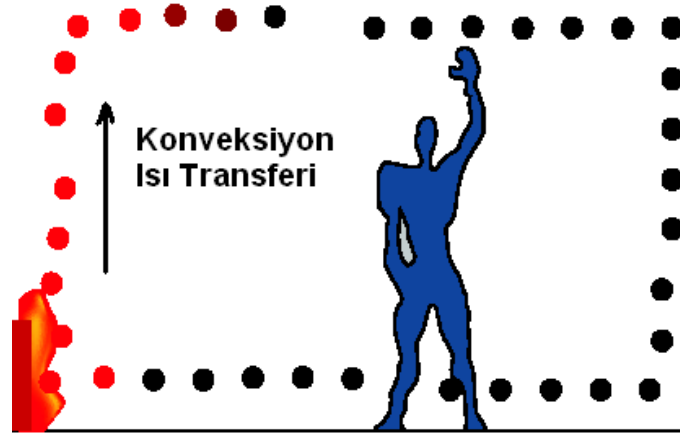
$$q = -\lambda A \frac{dT}{dx} \quad (1)$$

- **Konveksiyon (Taşınım):** Molekülleri serbestçe hareket edebilen sıvı veya gaz içinde ısı enerjileri fazla olan moleküllerin, özgül ağırlıklarının düşük olması sebebiyle yer değiştirmesi, bir akışkan içinde ısının bir noktadan başka bir noktaya gitmesini sağlar. Bu şekildeki sıcak moleküllerin daha soğuk moleküllerle yer değiştirmesi suretiyle ısının aktarılması olayına konveksiyon denilmektedir (Şekil 3.4) (İmren 1998, Manioğlu 1995).

o **Newton'un Soğuma Kanunu**

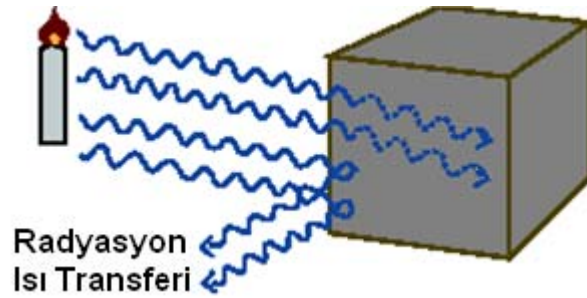
İletimle ısı geçişi katı cisimler içinde mikroskobik titreşimler ile oluşurken, taşınım ile ısı geçişi gaz veya sıvı akışkanlar içindeki moleküllerin makroskopik hareketleriyle oluşur (Oral vd., 2005). Taşınım yoluyla ısı transferi Newton'un Soğuma Kanunu ve denklemi ile ifade edilmektedir (Eşitlik 2) .

$$q = \alpha A (T_0 - T_\infty) \quad (2)$$



Şekil 3.4 Konveksiyonla (İletim) Isı Transferi (physics.nist.gov,2009)

- **Radyasyon (Işınım):** Isı enerjisinin her hangi bir ara taşıyıcıya gerek duymadan görülebilir ışık ve radyo dalgaları boyunu içeren elektromanyetik dalgalar yoluyla bir maddeden diğer bir maddeye transferine radyasyon denilmektedir (Şekil 3.5) (İmren 1998, Manioğlu 1995).



Şekil 3.5 Radyasyonla (Işınım) Isı Transferi (physics.nist.gov, 2009)

o **Stefan-Boltzmann Kanunu**

İletim ve taşınım ile ısı geçişlerinin olabilmesi için bir maddeye gerek duyulurken, ısı geçişinin üçüncü şekli olan ışınım ile ısı geçişinde arada bir maddeye gerek yoktur. Bu tip ısı geçişinde, bir kaynaktaki iç enerjinin oluşturduğu elektromanyetik enerji, ulaştığı alıcıda tekrar iç enerjiye dönüşür. İletim ve taşınım ile ısı geçişi sıcaklık ile doğru orantılı iken ışınım ile ısı geçişi mutlak sıcaklığın dördüncü kuvveti ile orantılıdır (Oral vd., 2005). Radyasyon yoluyla ısı transferi Newton'un Soğuma Kanunu ve denklemi ile ifade edilmektedir (Eşitlik 3) .

$$q = AE_s = \sigma AT^4 \quad (3)$$

3.5.2. Isı geçişi rejimleri

Isı iletimi zamana bağlı bir büyüklüktür. Isı iletiminin zamanla azalıp çoğalması veya sabit kalması, ısı iletiminin rejimlerini meydana getirir. En genel haliyle ısı iletim rejimleri sabit (kararlı) rejim ve değişken rejim olarak ikiye ayrılır

- **Sabit (Kararlı) Rejimde Isı Geçişi**

Sabit rejim, sabit sıcaklıklar etkisinde meydana gelen ısı iletimidir. Herhangi iki eşit zaman aralığında iletilen ısı miktarı hep aynıdır. Bu şartlarda sadece elemanın ısı iletimine karşı gösterebildiği ısı direnç önemlidir. Katmanların ısı dirençlerinin toplamı, elemanın sıcak ve soğuk yüzeyleri arasındaki toplam ısı direncini verir. Katmanların sıralanmasının elemanın ısı direnci üzerinde bir etkisi yoktur. Bu rejimde, sadece elemandan iletilen ısı enerjisi miktarı ve kesit sıcaklıkları hesaplanır (Cihan ve Dilmaç, 2008).

- **Değişken Rejimde Isı Geçişi**

Değişken sıcaklıklar etkisinde meydana gelen ısı iletimidir. Herhangi iki eşit zaman aralığında iletilen ısı miktarı değişkendir. Eğer sıcaklıklar ve dolayısıyla da ısı akımı, zamanla periyodik olarak değişiyorsa, periyodik rejim adını almaktadır. Dış hava

sıcaklığının değişimi, genellikle periyodik olarak kabul edilmektedir. Soğutma enerjisi ihtiyacının (yaz şartları) hesaplanmasında periyodik rejim esas alınmaktadır.

Değişken rejimin özel hali olan periyodik rejim hesaplarında, sıcaklığın ve ısı akısının 24 saatlik bir periyotla sinüzoidal değişim gösterdiği dikkate alınmaktadır. Binaların ısı performansının değerlendirilmesi sırasında, yaz şartlarında güneş ışınlarının etkisi ihmal edilemez boyutlara ulaşmaktadır. Periyodik rejim şartlarında, elemanın ısıl direnciyle birlikte elemanda ısının depolanabilme kapasitesi ve ısının geçiş hızı da önemlidir. Bu özellikler üzerinde, elemanı oluşturan malzemelerin ısıl iletkenlikleri ile birlikte özgül ısı ve yoğunlukları da önem kazanmaktadır. Periyodik rejimde elemanı oluşturan katmanların sıralanışı, elemanın ısıl performansı üzerinde etkili olmaktadır (Cihan ve Dilmaç, 2008).

3.6. Isı ve Buhar Geçişlerinin Hesaplanması

Yapı elemanın iki yüzü arasında, sıcaklıkların ve bağıl nemin farklı olmasından kaynaklanarak farklı buhar basınçları meydana gelir. Isıtma periyodu olan kış mevsimini dikkate aldığımızda, genellikle iç tarafta yüksek buhar basıncı vardır ve iç ortamda gaz halinde bulunan su buharı, ısı akımı ile hareket ederek dış ortama ulaşmaya çalışır. Su buharının dış ortama gaz olarak ulaşması da gerek kullanım ömrü gerekse ısıl performansı açısından bir problem oluşturmaz. Ancak yapı elemanlarını oluşturan malzemelerin su buharı geçişine gösterdikleri dirence ve malzemelerin sırasına bağlı olarak yapı elemanlarından geçerken, su buharının gaz halinden sıvı hale geçmesi, yani yoğuşması ihtimali mevcuttur. Bu yoğuşma miktarı da belirtilen sınırları aşmaması sağlanmalıdır (Umaroğulları ve Mıhlayanlar, 2007). Bu amaçla yapılan çalışmalar sonucunda Glaser'in 1959 yılında geliştirdiği grafik yöntem metoduyla yoğuşma-buharlaşma durumunu ve hangi bölgede yoğuşmanın gerçekleştiğini ortaya koymaktadır (Yücesoy, 1985). Buhar oluşup oluşmaması, yüzey sıcaklıkları vb. gibi hesaplar Ülkemizde TS 825'e göre aşağıda belirtilen eşitliklerle bulunmaktadır (TS 825, 2008).

• **Isıl Geçirgenlik Direncinin (R) Hesaplanması**

Isıl geçirgenlik direncinin hesaplanması için yapı malzemesinin kalınlığına ve ısı iletkenlik hesap değerine ihtiyaç vardır. Tek tabakalı ve çok tabakalı yapı bileşenleri için ayrı hesaplar vardır.

— **Tek tabakalı yapı bileşenleri:** Isıl geçirgenlik direnci (R) Eşitlik 4 de belirtildiği gibi, yapı elemanı kalınlık (d) değerinin, ısı iletkenlik hesap değerine (λ) bölünmesi ile hesaplanır. TS 825'te Ek E de liste halinde verilen λ değerleri doğrudan kullanılabilir. Ancak tam karşılığı bulunmayan λ değerler için ilgili ürün standardında belirtilen deney metotlarına göre tespit edilen λ ölçü değerleri TS 415' e göre λ_h değerine dönüştürülerek kullanılır.

$$R = \frac{d}{\lambda_h} \quad (4)$$

— **Çok tabakalı yapı bileşenleri:** Çok tabakalı yapı bileşenlerinde; Isıl geçirgenlik direnci (R), tek tek yapı elemanı kalınlıkları (d_1, d_2, \dots, d_n) ve bu yapı elemanlarının ısı iletkenlik hesap değerleri ($\lambda_{h1}, \lambda_{h2}, \dots, \lambda_{hn}$), kullanılarak Eşitlik 5 ile hesaplanır.

$$R = \frac{d_1}{\lambda_{h1}} + \frac{d_2}{\lambda_{h2}} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_{hn}} \quad (5)$$

• **Yapı Bileşenlerinin Isıl Geçirgenlik Direncinin (1/U) Hesaplanması:**

Bir yapı bileşeninin ısı geçirgenlik direnci (1/U), ısı geçirgenlik dirençlerine (R), yüzeysel ısı iletim direnç değerleri (R_i, R_e) eklenerek Eşitlik 6'e göre hesaplanır.

$$\frac{1}{U} = R_i + R + R_e \quad (6)$$

Burada;

R_i : İç yüzeyin yüzeysel ısı iletim direnci ($m^2.K/W$)

R_e : Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletim direnci ($m^2.K/W$).

- **Isıl Geçirgenlik Katsayısının (U) Hesaplanması**

Bir yapı bileşeninin ısı geçirgenlik katsayısı (U) Eşitlik 7'e göre hesaplanır.

$$U = \frac{1}{R_i + R + R_e} \quad (7)$$

- **Yapı Bileşenlerinin Isı Kaybı Hesabı**

Kararlı durumdaki bir ısı akısı (q) bir dış yapı bileşeninden θ_i sıcaklığındaki havanın yüzeyle temas halinde bulunduğu iç tarafa ve θ_e sıcaklığındaki harici havanın yüzeyle temas halinde olduğu dış tarafa doğru gerçekleşir. Isı akısı Eşitlik 8'e göre hesaplanır.

$$q = U \cdot (\theta_i - \theta_e) \quad (8)$$

Burada;

θ_i : Dahili havanın yüzeyle temas halinde olduğu sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$).

θ_e : Harici havanın yüzeyle temas halinde olduğu sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$).

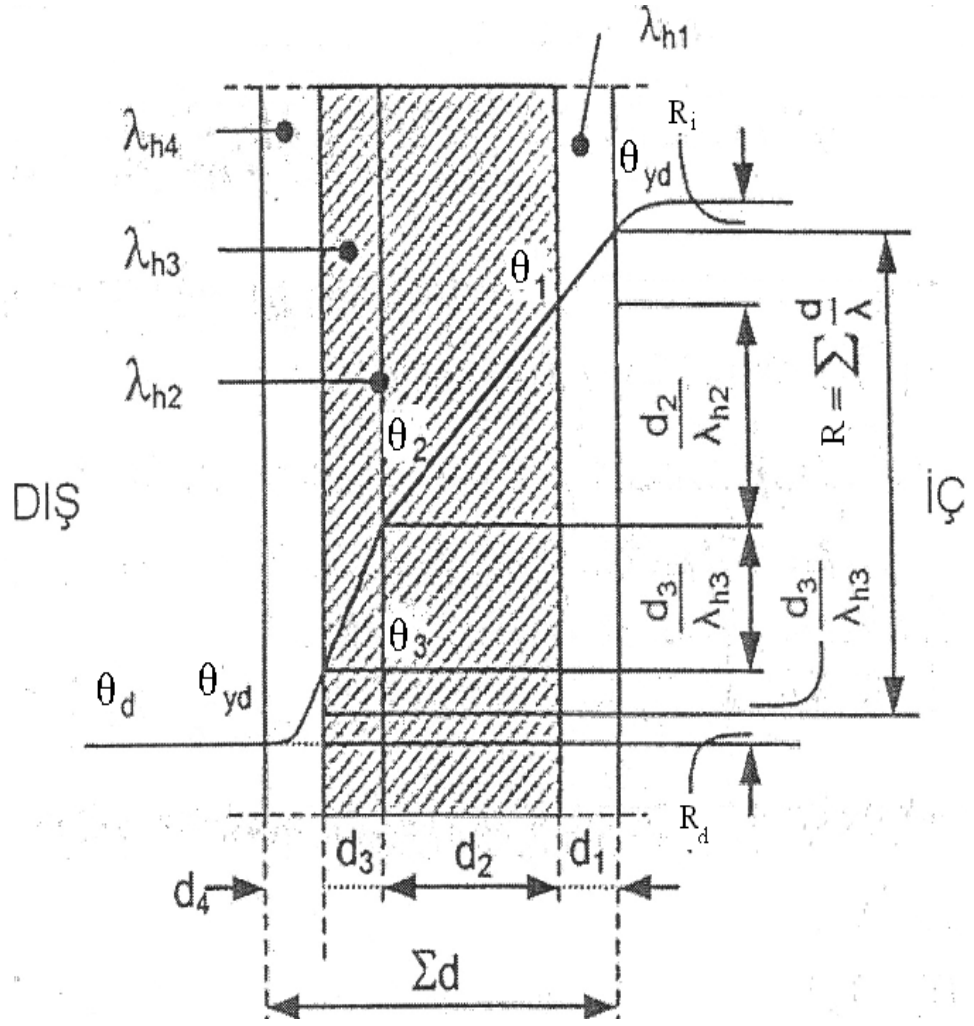
- **Yüzey Sıcaklıklarının Hesaplanması**

Bir yapı bileşeninin iç yüzey sıcaklığı (θ_{yi}) Eşitlik 9'a göre hesaplanır.

$$\theta_{yi} = \theta_i - R_i \cdot q \quad (9)$$

Bir yapı bileşeninin, dış yüzey sıcaklığı (θ_{yd}), Eşitlik 10'a göre hesaplanır.

$$\theta_{yd} = \theta_e + R_e \cdot q \quad (10)$$



Şekil 3.6 Çok Tabakalı Yapı Bileşeni Kesiti Üzerinde Sıcaklık Dağılımı (Yücel, 2008)

Çok tabakalı bir yapı bileşeninin (Şekil 3.6), sırasıyla birinci, ikinci yada n'inci tabakalarının, hızla azalan sıcaklıkları ($\theta_1, \theta_2, \theta_n$) (ısı akış yönünde sıralanırlar), aşağıda belirtildiği gibi Eşitlik 11'e göre hesaplanır.

$$\theta_1 = \theta_{yi} - R_1 \cdot q \quad (11)$$

$$\theta_2 = \theta_1 - R_2 \cdot q \quad (11)$$

$$\theta_n = \theta_{n-1} - R_n \cdot q \quad (11)$$

3.7. Nemlilik İle İlgili Kavramlar ve Yoğuşma Tahkikinin Yapılması

3.7.1. Nemlilik ile ilgili kavramlar

Bilindiği gibi atmosferde hava bir çok farklı gazlardan meydana gelmektedir. Atmosferdeki bulunan gazların bir kısmının oranı değişmezken su buharı gibi zamana, mekana ve muhtelif etkilerle bağlı olarak bir kısmı farklılık gösterir. Su buharının hiçbir zaman hacmi hava hacminin % 4'ünü aşmamaktadır (İmren, 1998). Yapı fiziği açısından su buharı terleme, yoğuşma gibi nemlenmelere neden olduğundan yapılarda dikkatle incelenmelidir.

Konutlarda yaklaşık olarak günde 7 kg su buharlaşır. Eğer çamaşır kurutma var ise bu rakam 15-20 kg/gün'e ulaşabilir. Ayrıca doğal havalandırma ile içeri giren atmosfer gazları da yoğuşabilir. Bu nedenle, binalar suyun içerde buharlaşıp, dışarıda yoğuşmasını sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Ayrıca havanın daha fazla su buharı taşıyabilmesi için ısıtma ve yapı elemanlarının su buharının yoğuşmasına izin vermemesi gerekir (Altınışik, 2006).

İki veya daha fazla gazdan oluşan bir gaz karışımı, birbiriyle irtibatlı iki ayrı ortamda bulunursa bu iki gaz arasında konsantrasyonlar eşit oluncaya kadar molekül alışverişi olmaktadır (Dalton Kanunu). Genellikle kış mevsiminde bina içindeki hava, ısıtma ile birlikte çeşitli insan aktiviteleri dolayısıyla kısmi buhar basıncı değeri, soğuk olan dış ortamdaki kısmi buhar basıncı değerinden yüksektir. Bu nedenle havadaki buhar molekülleri ısı akımı ile aynı yönde hareket ederek yapı elemanı gözeneklerinden geçer ve dış ortama ulaşmaya çalışır. Su buharı bu geçişi sırasında yapı elemanı içerisinde, doyma sıcaklığında veya daha düşük sıcaklıkta bir yüzeye temas ederse bir kısmı yoğuşarak su haline geçer ve yapı elemanı içerisinde birikmeye başlarlar, yoğuşmayan kısmı ise yoluna devam eder ve dışarı çıkar (Ertaş, 2001). Resim 3.5'de görüldüğü gibi yoğuşma yapılarda zamanla hasarlar meydana getirerek sağlıklı bir ortamın oluşmasına neden olacaktır.



Resim 3.5 Yoğuşmanın Duvarda Oluşturduğu Hasar (Evyapan, 2006)

Yoğuşma kontrolü hesaplarında, yapı elemanı kesiti içinde biriken toplam yoğuşma suyunun belirlenen bir değeri aşmaması ve buharlaşma dönemi sonunda da suyun elemanı tamamıyla terketmesi istenmektedir (Pehlevan, 1986).

Duvarda istenmeyen nem birikimi, duvar yapısında ve çevrede çeşitli fonksiyonel bozulmalara yol açabilir. Bu türden sonuçları önlemek için tasarımcılar ve uygulayıcılar farklı manuel analitik araçlar kullanmışlardır. Bunlara Dew Point Yöntemi, Glaser Diagramı ve Kieper Diagramı örnek olarak verilebilir. Bu analitik araçlar ısı ve nem transferinin sabit durumlu hesaplanmasına dayanarak dış duvarda yoğuşma düzleminin tahmin edilmesine yararlar. Bu araçlardan elde edilen çıktılar zamana bağımlı değildirler ve bu nedenle duvar türünün nem tepkisinin uzun dönemli değerlendirilmesi açısından sınırlı yarara sahiptirler. Ancak yakın geçmişte modern bilgisayarlardaki gelişmelere ve sayısal algoritmaların gelişmesine bağlı olarak, higrotermal modelleme araçları geliştirilmiştir.

Bu araçlar sayesinde kısa süreli ısı ve nem transferinin hesaplamalarının yapılması mümkün hale gelmiştir. Bu modellerin girdileri sınır koşullarını tanımlamak için kaydedilmiş hava verileri, değişken materyal özellikleri ve diğer girdilerdir. Bu modelleme araçlarından elde edilen çıktılar duvar montajında nem ve ısı dağılım kalıplarının bir periyod üzerinden tanımlanmaları için kullanılabilir. Ancak, bu durum duvarın uzun dönemli nem performansının değerlendirilmesine yönelik yalnızca ilk adımdır. Bu nedenle higrotermal simülasyon sonuçlarının; farklı duvar

bileşenlerinin, inşaat tekniklerinin ve duvar sistemlerinin performanslarının nesnel bir biçimde değerlendirilmesine imkan verecek biçimde daha ileri düzeylerde analiz edilmesi gerekmektedir. Bu nesnel biçim dış duvar montajı için farklı tasarım düşüncelerinin optimize edilmesine yardımcı olabilir (Mukhopadhyaya vd, 2003).

- **Mutlak nemlilik (W)**

Nemli havanın birim hacmi içinde bulunan su buharının birim kütlesidir. Buna hakiki buhar miktarı, buhar konsantrasyonu, su buharının yoğunluğu da denir. Birimi gr/m^3 veya kg/m^3 dır (Tezcan 1969, Bircan 1999). Matematik ifadesi Eşitlik 12’de verilmiştir.

$$W = \frac{M_B}{V} \quad (12)$$

- **Özgül nemlilik (x)**

Birim kütledeki nemli hava içindeki su buharının kütlesidir (Eşitlik 13). Birimi g/kg dir. Buna nemli havanın nem miktarı veya kütle konsantrasyonu da denilmektedir (Tezcan 1969, Bircan 1999).

$$X = \frac{M_B}{M_B + M_H} \quad (13)$$

- **Doyma miktarı (Ws)**

Birim hacimdeki havanın belirli bir sıcaklık içinde tutabileceği maksimum buhar miktarıdır. Birimi gr/m^3 dır. Buna, doymuş buhar miktarı da denir (Tezcan 1969, Bircan 1999).

- **Buhar basıncı (P)**

Su buharının nemli hava içindeki kısmi basıncıdır. Buna fiili (efektif) veya hakiki (gerçek) buhar basıncı da denir. Buhar basıncı birimleri çok çeşitlidir. Mühendislikte $mm.SS.$, $mmHg$ ve $at.$ daha çok kullanılırken meteorolojide buhar basıncı milibar veya $mmHg$ ile ifade edilir. Difüzyon hesaplarındaki buhar basıncı birimleri arasında da birlik yoktur. Ancak kg/m^2 birimi daha yaygındır (Tezcan 1969, Bircan 1999).

Nemli hava su buharı ile kuru havanın karışımı olduğuna göre bu gaz karışımının toplam basıncıda Dalton Kanununa göre barometrik basınca eşittir (Eşitlik 14) (Tezcan 1969, Bircan 1999).

$$P = p_H + p \quad (14)$$

Burada küçük (p) kısmi buhar basıncı, (p_H) kuru havanın kısmi basıncı, (P) barometrik basınçtır.

- **Doymuş buhar basıncı (P_s)**

Doymuş buhar basıncı, belirli bir sıcaklık da ki doymuş havanın kısmi buhar basıncıdır. Doymuş buhar basıncı aynı sıcaklık ve basınçtaki su veya buz yüzeyi ile kararsız denge halindeki buharın basıncı diye de tanımlanır. Saf faz da ki buhar ile nemli havada bulunan buhar arasında küçük bir fark vardır. Saf faz da ki doymuş su buharı basıncı sadece mutlak sıcaklığın bir fonksiyonu olduğu ve hacim değişikliğinden etkilenmediği halde, nemli havanın doymuş buhar basıncı barometrik basınca bağlıdır. Bu bağıntı Eşitlik 15’de ifade edilmiştir (Tezcan 1969, Bircan 1999).

$$P_s = \frac{r_s}{0,62197+r_s} \cdot P \quad (15)$$

Burada, (r_s) doymuş havanın karışım oranı, 0,62197 ise suyun molekül ağırlığının havanınkine oranıdır. Ancak basınç ve sıcaklığın meteorolojik değerleri için doymuş buhar basıncının, barometrik basınçla olan ilgisini ihmal etmek sadece %0,5 ve hatta daha küçük bir hataya sebep olur (Tezcan, 1969).

- **Yoğuşma**

Nemli hava, mutlak nemlilik değiştirilmeden soğutulursa rölatif (bağıl) nemlilik yükselmektedir. Bunun sonucunda rölatif nemlilik %100'e ulaştığında hava, o sıcaklık için artık doymuştur diyebiliriz. Bu sınırı aşacak herhangi bir sıcaklık düşüşü, belirli bir

miktar su buharının havadan ayrılmasına neden olmaktadır. Çünkü bu durumda su buharı havada buhar halinde kalmaz. Dış havada sis, katı cisimlerin üzerinde veya içinde su veya buz şeklinde belirmektedir. İşte bu olaya "yoğuşma" denir (Tezcan 1969, Bircan 1999). Yoğuşmanın yaratabileceği olumsuzlukların malzeme seçimi, yapı elemanlarının tasarımlarındaki başarı, uygulama yöntem ve tekniği ile önlenmesi gerekir. Gerekli önlemler alınmaması durumunda duvarda hacimsel değişimler, fiziksel ve kimyasal etkilerle dökülmeler, renk değiştirme ve küflenmeler meydana gelmektedir (Oymael, 2005).

Yapı fiziği yönünden iki türlü yoğuşma vardır.

- **Görünür Yoğuşma (Terleme):** Yapı elemanlarının iç yüzeyinde yoğuşma meydana gelirse buna terleme denilmektedir.
- **Gizli Yoğuşma (Kondansasyon):** Yapı elemanlarının kesit içinde yoğuşma ortaya çıkarsa buna kondansasyon denilmektedir (Tezcan 1969, Bircan 1999).

Yoğuşma ile yapı elemanı bünyesinde oluşan nem aşağıdaki sonuçlara zemin hazırlar.

- ❖ Kabağı oluşturan malzemelerde çürüme mantar vb. üremesine ortam yaratır. Ahşap ve metal malzemelerde korozyona sebep olur.
- ❖ Islanması nedeniyle ısı iletkenliğı artması ısı konforun sağlanabilmesi için daha fazla enerji tüketimine neden olur.
- ❖ Isı iletkenliğinin artmasıyla kesitten geçer buhar debisi artacağından yoğuşma daha da artar. İç ortamda daha fazla nem yaratarak rutubetli bir ortam yaratır (Yılmaz, 1994).

- **Çiğ noktası (t_s)**

Belirli şartlardaki doymuş havanın sıcaklığıdır. Bu sıcaklık doyma halinde yoğuşma geçiş halini ifade ettiğinden, doyma sıcaklığı, yoğuşma noktası da denilir. Saf fazda ki su-buharına ait çiğ noktası gibi, nemli havanın çiğ noktası da barometrik basınçtan serbest kabul edilebilir (Tezcan 1969, Bircan 1999).

- **Buhar basıncı farkı ($p_i - p_d$)**

Değişik şartlardaki iki ayrı mahal (mesela bir bina içi ile dışı) arasında doğan buhar basınçları farkıdır. Birimi genellikle mmHg veya kg/m^2 dir. Kışın binalar ısıtıldığı için iç ve dış ortam arasında bir sıcaklık farkı vardır. iç ve dış rölatif nemlilik değerleri eşit olsa, hatta dış rölatif nemlilik %100'e erişse bile, iç hava sıcaklığı daha yüksek olduğundan iç havanın kısmi buhar basıncı dış havanınkinden çok büyüktür. Bu buhar basıncı nedeniyle malzemelerin bünyelerinden buhar akımı geçirmelerine difüzyon denir. Difüzyon olayı bu buhar basıncı farkından doğmaktadır (Tezcan 1969, Bircan 1999).

- **Difüzyon direnç faktörü (μ)**

Difüzyon direncini karakterize eden difüzyon direnç faktörü, bir malzemenin buhar difüzyon direncinin aynı kalınlık ve şartlardaki hava tabakasından kaç misli büyük olduğunu gösterir. Örnek olarak bir malzemenin (μ) faktörü 10 ise aynı kalınlık ve şartlardaki havadan geçecek olan buhar miktarının ancak 1/10 bu malzemedan geçebilecektir. Rölatif difüzyon katsayısı da denilen difüzyon direnç faktörü boyutsuzdur. Difüzyon akım şiddetinin sakin kuru havadaki değerinin (g_H), yapı malzemesindeki değerine oranından hesaplanır. Eşitlik 16'da açıklanmıştır (Tezcan, 1969).

$$\mu = \frac{g_H}{g} \quad (16)$$

Havanın difüzyon direnç faktörü birdir. Geçirgen kaba gözenekli yapı malzemelerinde bu faktör porozitenin tersine yaklaşık olarak eşittir. Örneğin porozitesi 0.25 olan bir malzemenin buhar difüzyon direnç faktörü 4 olur. Fakat gözenekler küçüldükçe, bu faktör, porozitenin ters değerinden daha fazla miktarda artar ve malzemenin yapısına bağlı kalmaktadır (Tezcan, 1969).

Yapı malzemeleri az veya çok su buharını geçirebilirler. Fakat bazı amorf malzemelerin (bitümler, sırlar ve bazı plastikler) difüzyon dirençleri çok yüksektir. Metal ve camlar ise sonsuzdur. Yani metaller ve camlar su buharını geçirmezler.

Sıcaklık ve nem gradyanları malzemenin difüzyon geçirgenliğine etki eder. Hatta rüzgar, enfiltrasyon, barometrik basınç ve buhar basıncının da bunun üzerinde etkisi vardır. Fakat difüzyon direnç faktörü kuru malzemeler için sabittir, sıcaklık ve basınçtan da etkilenmez. Ancak nemli malzemelerin (μ) değeri, içlerinde bulunan nem miktarına bağlı olarak değişmektedir. Bunun sebebi ise, malzemenin bir kısım çok ince kılcal kanallarının, ihtiva edilen nem miktarına bağlı olarak, su ile işgal edilmesi ve difüzyona kapanmasıdır. Buna rağmen pratik hesaplar için malzeme devamlı kuru kalsın veya nemli olsun aynı (μ) değeri kullanılır ki, bu da yeterli yaklaşıktadır sonuç verir (Tezcan, 1969).

3.7.2. Yoğuşma tahkikinin yapılması

Bu bölümde Glaser yöntemine göre hazırlanan grafiklerde görülen yoğuşma hangi katmanda olduğu ve yoğuşma miktarlarının nasıl belirleneceği anlatılmıştır.

• Su Buharı Difüzyon Direnci

Bir yapı malzemesi tabakasının, su buharı difüzyon direnci (δ), 10 °C referans sıcaklığında, aşağıdaki Eşitlik 17 kullanılarak hesaplanır. Isı iletkenlik hesap değeri için 10°C'lik bir referans sıcaklık öngören TS 388'e uygun olarak, bu referans sıcaklık, -20 ile 30°C arasındaki difüzyon hesapları için yeterince doğrudur.

$$g = \delta_0 \frac{\Delta p}{S_d} \quad (17)$$

$$\delta_0 = 2 \times 10^{-10} \quad (17)$$

Burada;

g : Birim alandan geçen su buharı miktarı ($\text{kg/m}^2 \cdot \text{s}$),

δ_0 : Su buharı difüzyon direnci ($\text{kg/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}$),

S_d : Su buharı difüzyon – eşdeğer hava tabakası kalınlığı (Birimsiz),

Δp : İç ortam buhar basıncı fazlalığı ($p_i - p_d$) birimi (Pa), dir.

- **Su Buharı Difüzyonu Eş Değer Hava Tabakası Kalınlığı (S_d)**

Bir yapı malzemesi tabakasının, su buharı difüzyonu eş değer hava tabakası kalınlığı (S_d), kalınlığı (d) ve su buhar difüzyon direnci katsayısı (μ) kullanılarak Eşitlik 18 ile hesaplanır.

$$S_d = \mu \cdot d \quad (18)$$

- **Kısmi Su Buharı Basıncı**

Kısmi su buharı basıncı Eşitlik 19 ile hesaplanır.

$$P = \varphi \cdot P_s \quad (19)$$

Burada;

P: Kısmi su buhar basıncı (Pa),

φ : Bağlı nem (Birimsiz),

P_s : “T = θ ” sıcaklığındaki, doymuş su buharı basıncı (Pa).

Bağlı nem (φ), bir ondalık kesir halinde denklemde yer almalıdır.

- **Yoğuşma Miktarı**

Yoğuşma miktarı (g_{sw}) Eşitlik 20'ye göre hesaplanır.

$$g_{sw} = \delta_0 \left[\frac{P_i - P_s}{S_{d,T} - S_{d,sw}} - \frac{P_{sw} - P_d}{S_{d,sw}} \right] \quad (20)$$

Burada;

g_{sw} : Birim zamandaki yoğuşma miktarı g/m^2h ,

P_i : Yapı bileşeninin oda içindeki yüzeyiyle temas halinde olan havanın su buharı kısmi basıncı (Pa)

P_d : Yapı bileşeninin dış yüzeyi ile temas halinde olan havanın su buharı kısmi basıncı (Pa)

P_s : Yapı bileşeninde yoğuşmanın başladığı iç yüzeyde olan havanın su buharı kısmi

basıncı (Pa)

P_{sw} : Yapı bileşeninde yoğuşmanın başladığı dış yüzeyde olan havanın su buharı kısmı basıncı (Pa)

δ_0 : Sabit olup, 2×10^{-10}

Hesaplar sonunda g 1000 g/m^2 az ise kesitin yeterli olduğu düşünülebilir (TS 825, 2008).

BÖLÜM 4. HAFİF ÇELİK KARKAS SİSTEM DUVARLARINDA ISI - BUHAR GEÇİŞİ ANALİZİ

Hafif çelik karkas sistem gibi güncel taşıyıcı sistemlerin gelişmesi, bina kabuğunun incelmelerini sağlamıştır. Bina kabuğundaki incelme; ısı geçirgenlik direncinin düşmesine ve yoğuşma riskinin artmasına neden olmuştur. Isıl konfor ve ısı ekonomisinin sağlanabilmesi, yoğuşmanın engellenebilmesi için ısı geçirgenlik değerini yükseltecek birden fazla yapı elemanı kullanılma ihtiyacı ortaya çıkmıştır (Heperkan vd., 2001).

Isı ve buhar geçişi açısından farklı malzemelerin bir araya getirilerek oluşturulan duvarlarda malzemelerin bünyelerinde su veya nem bulundurmaları yalıtımlı duvarlarda dahi ısı geçirgenlik direncini düşürmektedir. Ayrıca su ve nemin kışın kesit içerisinde donması ve yazın buharlaşması duvarların deformasyonuna uğramasına neden olmaktadır.

Yapı kabuğunun ısısal direnci, yapı kabuğunda kullanılan gereçlerin ısıl iletkenlik katsayılarına ve kalınlıklarına bağlıdır. Isıl iletkenlik katsayıları düşük, kalınlıkları fazla olan duvarların ısısal dirençleri yüksektir. Isı kayıplarının azaltılması, aktif sistemlerin ısı yükünün dolayısıyla enerji kullanımının ve hava kirliliğinin de azaltılması anlamına gelir. Ayrıca, yapı kabuğunun ısısal direncinin yüksek olması, gerek yapı içi hava sıcaklığının, gerekse iç yüzey sıcaklıklarının ısıl konfor açısından gerekli düzeyde tutulmasını sağlar (Ekinci ve Oymael, 2002).

Bina kabuğunda nem kontrolü sağlamada iki temel strateji bulunmaktadır. Bunlar nemin bir engelle karşılaşmadan geçişine olanak tanıyan sistemler ile nem geçişinin uygun bölgelerde engellendiği buhar kesicili sistemlerdir. Üçüncü bir yöntemde nemin mekan havalandırmasının kontrolüyle sağlanmaktadır (Oral vd., 2005).

Bu çalışmada bina kabuğunun ısı geçirgenlik direnci kabul edilir seviyeye çıkartılarak, yüzey sıcaklıkları arttırılmış ve TS 825'e göre 4 farklı derece gün bölgesindeki illere göre oluşturulan kesitlerin buhar geçişi araştırılmıştır.

Hesaplamalar için TS 825'e göre 4 farklı derece gün bölgesinin her birini temsilen EK 1'den Çizelge 4.1' de gösterilen iller seçilmiştir. Farklı malzemelerle oluşturulan kesitler her bir il için karşılaştırmalı ısı ve buhar geçişleri hesaplanarak çizelgeler oluşturulmuştur. Örneğin dolgu malzemesi kullanılmadan farklı kaplama malzemeleriyle oluşturulan kesitler, kesitteki yüzey sıcaklıkları, her ilin basınç ve ortam sıcaklığına göre ısı geçirgenlik (U) ve kesitte meydana gelen ısı akısı (q) değerleri hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda kesitte yoğuşma olup olmadığı grafiksel olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 Derece Gün Bölgelerine Göre Hesaplama Yapılan İller

DERECE GÜN BÖLGELERİ	İLLER
1. Bölge	Aydın
2. Bölge	Edirne
3. Bölge	Kırklareli
4. Bölge	Erzincan

Çizelge 4.2 Kullanılan Malzemelerin Teknik Özellikleri

Malzeme	Kalınlık (d) mm	Isı İletkenlik Değeri (λ) w/mK	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	Birim Hacim Kütlesi (δ) Kg/m ³
Ahşap yonga levha (OSB)	11	0,13	150	700
Çimentolu yonga levha	14	0.21	40	1300
Buhar dengeleyici	0,18	2,3	1000	1200
Taş yünü	50-140	0,040	1	18
Cam yünü	50-140	0,040	1	18
EPS *	50-140	0,035	35	20
XPS **	50	0,035	100	30
Odun lifli levha	18	0,13	210	600
Elyaf kaplı çimento levha	12,5	0,35	66	1150
Alçı levha	12,5	0,35	8	750

*EPS: Expanded Polystyrene Foam (Genleştirilmiş Polistiren Köpük).

**XPS: Extruded Polystyrene Foam (Haddeden Çekilmiş Polistiren Köpük).

Hazırlanan dış duvar kesitlerinde kullanılan malzemelerin Çizelge 4.2’de verilen ısı iletkenlik değerleri (λ) ve su buharı difüzyon direnç katsayılarına (μ) göre hesaplamaları yapılmıştır. Seçilen illerin bağıl nem değerleri ve her bölgeye ait dış ortam sıcaklıkları için EK 2 ‘den alınan değerler Çizelge 4.3’te gösterilmiş, İç ortam sıcaklığı olarak konutlarda istenilen 19 °C ve iç yüzeyin yüzeysel ısı iletim direnci (R_i) 0.13 m²K/W, dış yüzeyin yüzeysel ısı iletim direnci (R_e) 0.04 m²K/W alınmıştır (TS 825, 2008).

Çizelge 4.3 Bölgelere Göre İllerin Bağıl Nem Ve Aylık Ortalama İç-Dış Sıcaklıkları

Bölge	il	Ay	Aylık Ortalama Sıcaklıklar (°C)		Bağıl nem (%)	
			İç	Dış	İç	Dış
1. Bölge	Aydın	Ocak	20*	8.4	65	70
2. Bölge	Edirne	Ocak	20*	2.9	65	82
3. Bölge	Kırklareli	Ocak	20*	-0.3	65	79
4. Bölge	Erzincan	Ocak	20*	-5.4	65	75

*Yoğuşma tahkiki yapılan hesaplamalarda TS 825’e göre (19+1) 20 °C alınmıştır.

Çalışmada TS 825’teki gibi bina kabuğunu oluşturan yapı elemanlarının nem ile ilgili performansının belirlenmesinde kullanılmak üzere önerilen Glaser Grafik yöntemi esas alınmıştır. Glaser Grafik yönteminin yoğuşma kontrolünde sırasıyla aşağıdaki adımlar takip edilmiştir;

1. Adım : Duvar elemanlarının iç ve dış yüzey sıcaklıkları ile bünyesindeki sıcaklıkların belirlenmesi,
2. Adım : İç ortam sıcaklıkları ile iç yüzey sıcaklığı arasındaki farkın denetlenmesi,
3. Adım : Su buharı difüzyon eşdeğer hava tabakası kalınlığının belirlenmesi,
4. Adım : Doymuş buhar basıncı değerlerinin belirlenmesi (EK 3),
5. Adım : Kısmi buhar basıncı değerlerinin belirlenmesi
6. Adım : Yoğuşma grafiklerinin hazırlanması,
7. Adım : Yoğuşma suyu miktarının hesaplanması.

Hafif çelik karkas sistemde duvar kesitleri oluşturulurken, önce duvar kesitinde herhangi bir ısı yalıtım malzemesi kullanılmaması durumu daha sonrada farklı kalınlıklarda, farklı malzemelerin, farklı yerlerde uygulama durumları incelenmiştir.

Şekillerde θ yüzey sıcaklıkları T harfi ile gösterilmiştir.

4.1. Dikmeler Arası Herhangi Bir Dolgu Malzemesi Kullanılmaması

Hafif çelik karkas yapıların dış duvarlarında hiçbir dolgu malzemesi kullanılmaması durumundaki kesitler incelenecektir. Kesitlerin duvar yüzeylerinde kaplama malzemesi olarak; ahşap yonga levha (A.Y.L.-O.S.B.), alçı levha (Alçıpan), odun lifli levha (O.L.L.-Plywood), elyaf kaplı çimento levha (E.K.Ç.L.-Aqua Panel), çimentolu yonga levha (Ç.Y.L.-Betopan) kullanılmıştır. Bu malzemelerle üç farklı kesit oluşturulmuştur. Oluşturulan her bir kesitin yüzey sıcaklıkları ve yoğuşma hesabı TS 825'den 4 bölgeyi temsilen seçilen illerin ocak ayı ortalama dış ortam sıcaklık değerleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

- **Dışta Ahşap Yonga Levha, İçte Alçı Levha Kaplanması**

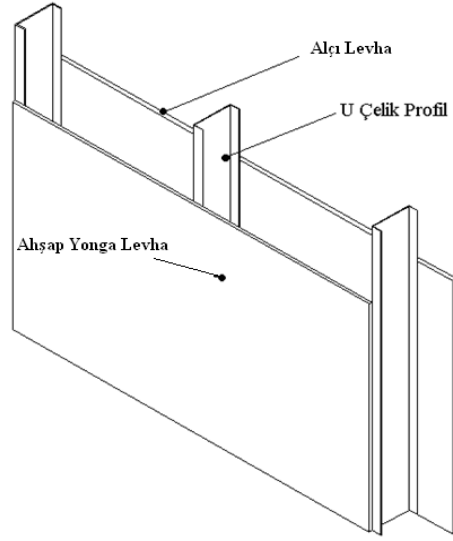
Kesit içerisinde herhangi bir dolgu malzemesi kullanılmaması halinde (Şekil 4.1 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $2.32 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 26.96 W/m^2 , 2.bölgede; 39.74 W/m^2 , 3.bölgede; 47.17 W/m^2 , 4.bölgede 59.02 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de duvarda yoğuşma olduğu Çizelge 4.4'te görülmektedir.

- **Dışta Elyaf Kaplı Çimento Levha, İçte Ahşap Yonga Levha Kaplanması**

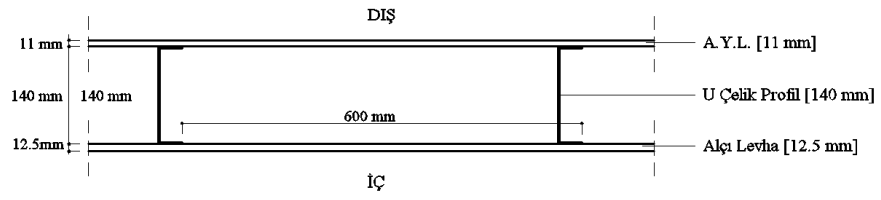
Kesit içerisinde herhangi bir dolgu malzemesi kullanılmaması halinde (Şekil 4.2 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $2.32 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 26.96 W/m^2 , 2.bölgede; 39.74 W/m^2 , 3.bölgede; 47.17 W/m^2 , 4.bölgede 59.02 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 1., 2. ve 3.bölgede yoğuşma olmadığı, 4.bölgede ise yoğuşma olduğu Çizelge 4.5'de görülmüştür.

- **Dışta Çimentolu Yonga Levha, İçte Odun Lifli Levha Kaplanması**

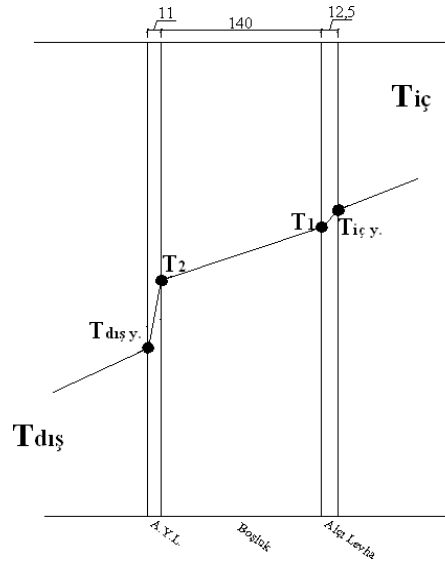
Kesit içerisinde herhangi bir dolgu malzemesi kullanılmaması halinde (Şekil 4.3 a-b-c); Isıl geçirgenlik değerinde düşüş görülmektedir. Kesitin ısı iletkenlik değeri (U), 4 bölgede de $1.94 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 22.52 W/m^2 , 2.bölgede; 33.20 W/m^2 , 3.bölgede; 39.41 W/m^2 , 4.bölgede 49.31 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.6'da görülmüştür.



Şekil 4.1.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dolgu Malzemesi Kullanılmaması



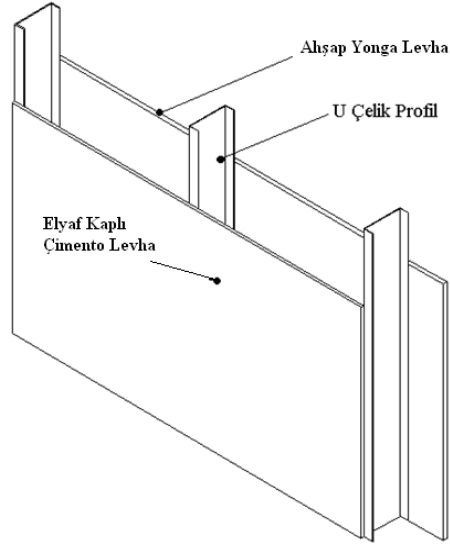
Şekil 4.1.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dolgu Malzemesi Kullanılmaması Durumu Kesiti



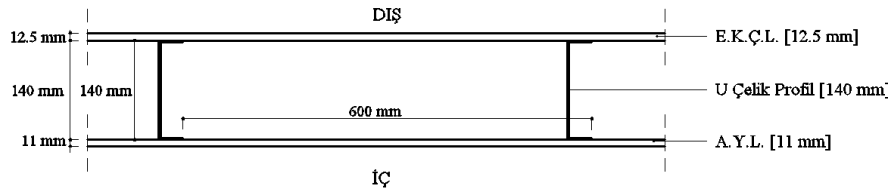
Şekil 4.1.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dolgu Malzemesi Kullanılmaması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.4 A.Y.L.ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dolgu Malzemesi Kullanılmaması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

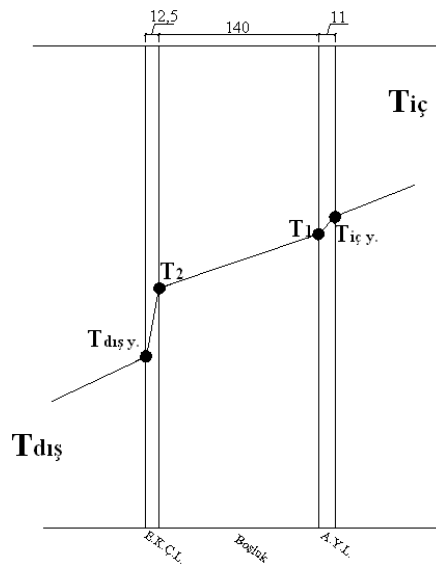
Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	T _{iç}	20.00	2337	2,32	26,96	<p>Yoğuşma Miktarı 131x10⁻⁶kg/m²h</p>
	T _{iç yüzey}	16.50	1876			
	T ₁	15.53	1760			
	T ₂	11.76	1383			
	T _{dış yüzey}	9.48	1187			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	2,32	39,79	<p>Yoğuşma Miktarı 1080 x10⁻⁶kg/m²h</p>
	T _{iç yüzey}	14.83	1683			
	T ₁	13.42	1537			
	T ₂	7.85	1058			
	T _{dış yüzey}	4.49	842			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	2,32	47,17	<p>Yoğuşma Miktarı 493 x10⁻⁶kg/m²h</p>
	T _{iç yüzey}	13.87	1587			
	T ₁	12.18	1420			
	T ₂	5.58	909			
	T _{dış yüzey}	1.59	685			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	2,32	59,02	<p>Yoğuşma Miktarı 1620 x10⁻⁶kg/m²h</p>
	T _{iç yüzey}	12.33	1430			
	T ₁	10.22	1244			
	T ₂	1.96	705			
	T _{dış yüzey}	-3.04	475			
	T _{dış}	-5.40	415			



Şekil 4.2.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dolgu Malzemesi Kullanılmaması

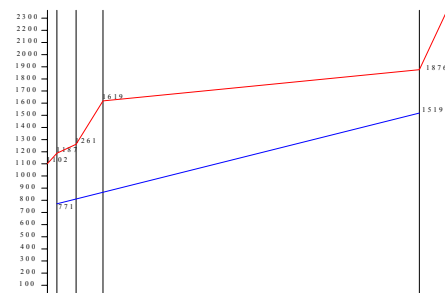
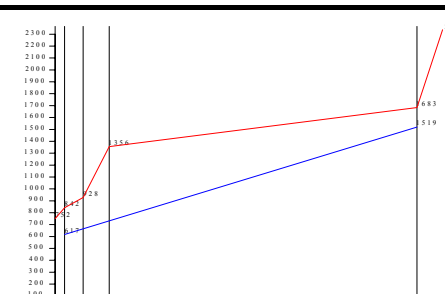
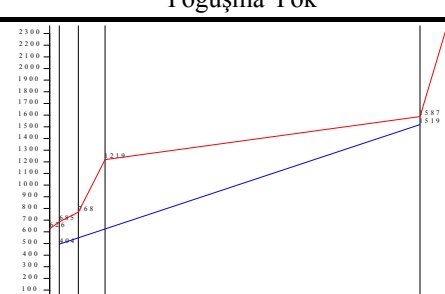
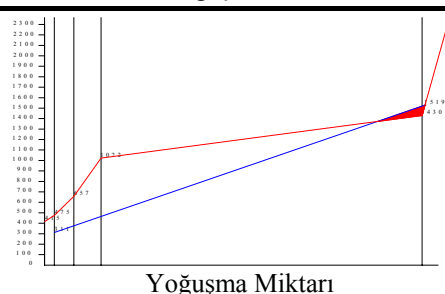


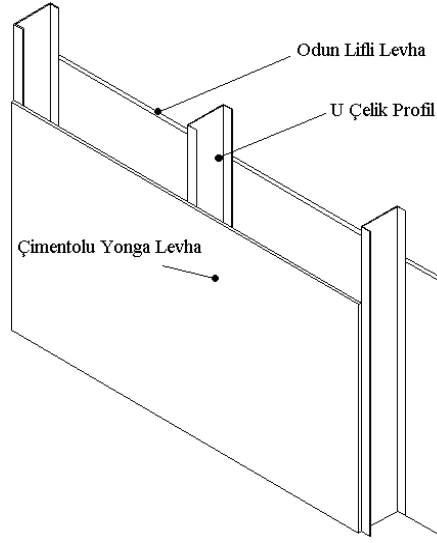
Şekil 4.2.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dolgu Malzemesi Kullanılmaması Durumu Kesiti



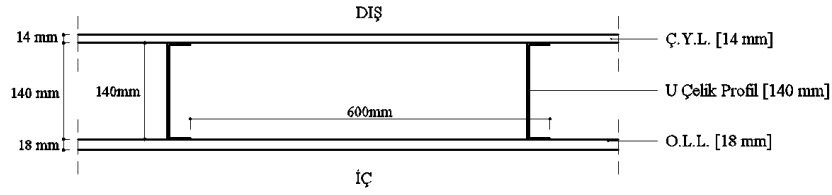
Şekil 4.2.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L. Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dolgu Malzemesi Kullanılmaması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.5 E.K.Ç.L. ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dolgu Malzemesi Kullanılmaması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

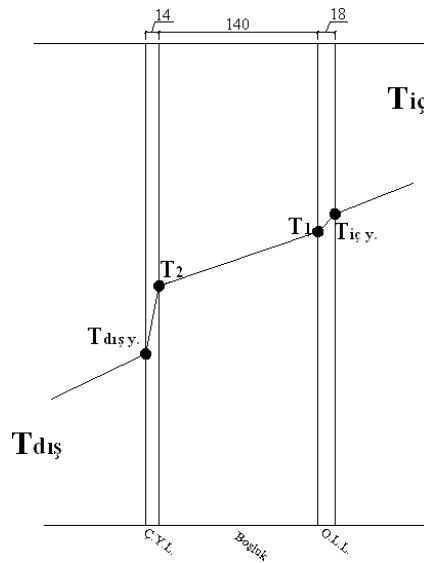
Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFIĞI
1. BÖLGE (Aydın)	T _{iç}	20.00	2337	2,32	26,96	 <p>Yoğuşma Yok</p>
	T _{iç yüzey}	16.50	1876			
	T ₁	14.21	1619			
	T ₂	10.44	1261			
	T _{dış yüzey}	9.48	1187			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	2,32	39,74	 <p>Yoğuşma Yok</p>
	T _{iç yüzey}	14.83	1683			
	T ₁	11.47	1356			
	T ₂	5.91	928			
	T _{dış yüzey}	4.49	842			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	2,32	47,17	 <p>Yoğuşma Yok</p>
	T _{iç yüzey}	13.87	1587			
	T ₁	9.88	1219			
	T ₂	3.27	768			
	T _{dış yüzey}	1.59	685			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	2,32	59,02	 <p>Yoğuşma Miktarı 335 x 10⁻⁶kg/m²h</p>
	T _{iç yüzey}	12.33	1430			
	T ₁	7.33	1022			
	T ₂	-0.93	657			
	T _{dış yüzey}	-3.04	475			
	T _{dış}	-5.40	415			



Şekil 4.3.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dolgu Malzemesi Kullanılmaması

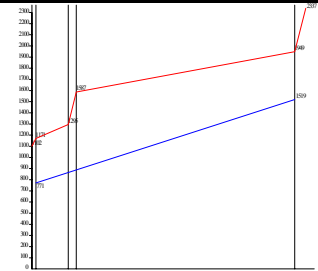
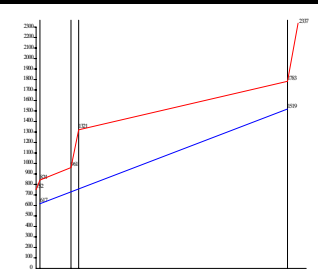
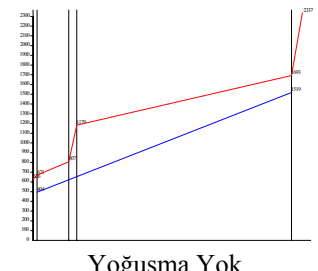
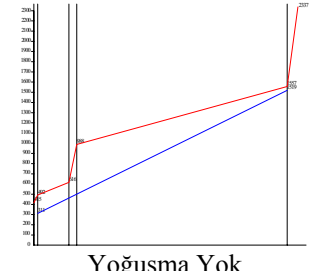


Şekil 4.3.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dolgu Malzemesi Kullanılmaması Durumu Kesiti



Şekil 4.3.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dolgu Malzemesi Kullanılmaması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.6 O.L.L. ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dolgu Malzemesi Kullanılmaması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydım)	T _{iç}	20.00	2337	1,94	22,52	
	T _{iç yüzey}	17.07	1949			
	T ₁	13.95	1587			
	T ₂	10.80	1295			
	T _{dış yüzey}	9.30	1171			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	1,94	33,20	
	T _{iç yüzey}	15.68	1783			
	T ₁	11.09	1321			
	T ₂	6.44	961			
	T _{dış yüzey}	4.23	824			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	1,94	39,41	
	T _{iç yüzey}	14.88	1693			
	T ₁	9.42	1179			
	T ₂	3.90	807			
	T _{dış yüzey}	1.28	671			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	1,94	49,31	
	T _{iç yüzey}	13.59	1557			
	T ₁	6.76	988			
	T ₂	-0.14	616			
	T _{dış yüzey}	-3.43	492			
	T _{dış}	-5.40	415			

4.2. Dikmeler Arası Mineral Yün Yalıtım Malzemesi Kullanılması

Hazırlanan her üç kesitte de dikmeler arası boşluğa 0.14 m kalınlığında mineral yünü kullanılmasıyla kesitin ısı konfor açısından performansı ve kesitleri 4 farklı derece gün bölgesine göre karşılaştırılması amaçlanmıştır. Her bir kesitin yüzey sıcaklıkları ve yoğuşma hesabı TS 825'den 4 bölgeyi temsilen seçilen illerin ocak ayı ortalama dış ortam sıcaklık değerleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

- **Dışta Ahşap Yonga Levha, İçte Alçı Levha Kaplanması**

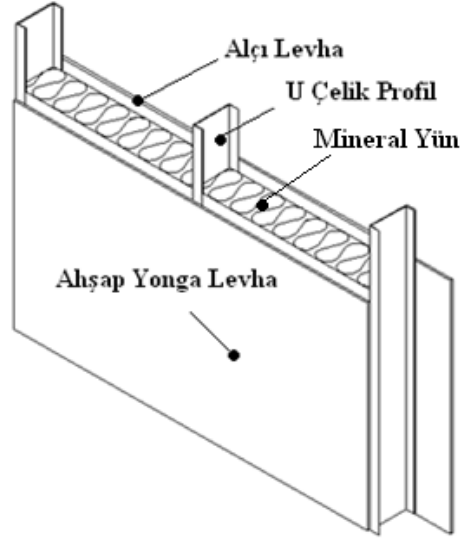
Ahşap yonga levha ve alçı levha kaplamalı kesit içerisinde 0.14 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.4 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4.bölgede de $0.26 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 3.06 W/m^2 , 2.bölgede; 4.51 W/m^2 , 3.bölgede; 5.36 W/m^2 , 4.bölgede 6.70 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olduğu Çizelge 4.7'de görülmüştür.

- **Dışta Elyaf Kaplı Çimento Levha, İçte Ahşap Yonga Levha Kaplanması**

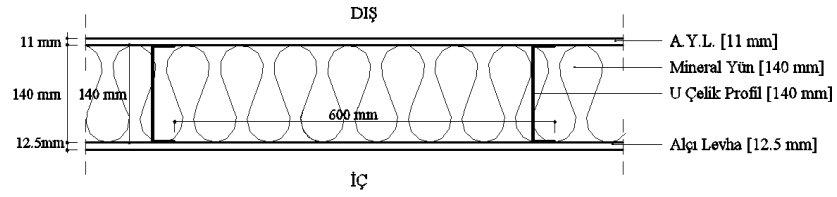
Elyaf kaplı Çimento levha ve ahşap yonga levha kaplamalı kesit içerisinde 0.14 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.5 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.26 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 3.06 W/m^2 , 2.bölgede; 4.51 W/m^2 , 3.bölgede; 5.36 W/m^2 , 4.bölgede 6.70 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.8'de görülmüştür.

- **Dışta Çimentolu Yonga Levha, İçte Odun Lifli Levha Kaplanması**

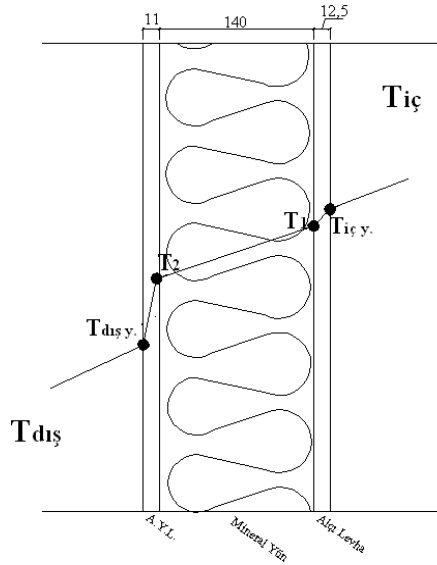
Çimentolu yonga levha ve odun lifli levha kaplamalı kesit içerisinde 0.14 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.6 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.26 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 2.99 W/m^2 , 2.bölgede; 4.41 W/m^2 , 3.bölgede; 5.24 W/m^2 , 4.bölgede 6.55 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.9'da görülmüştür.



Şekil 4.4.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması

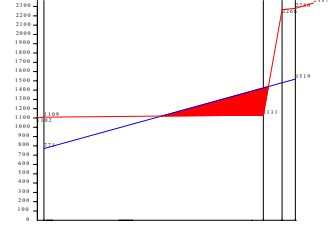
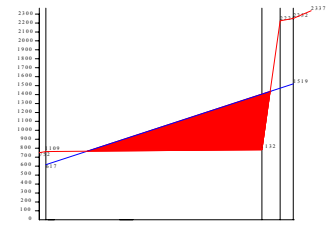
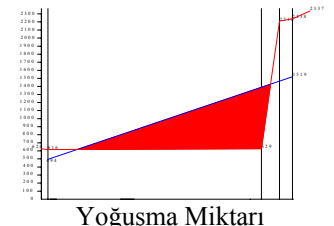
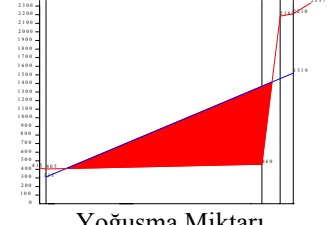


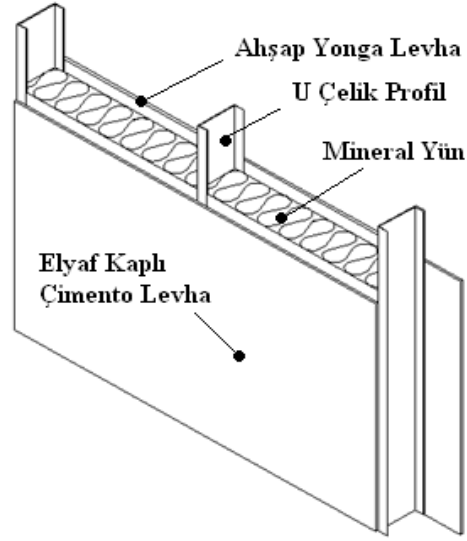
Şekil 4.4.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



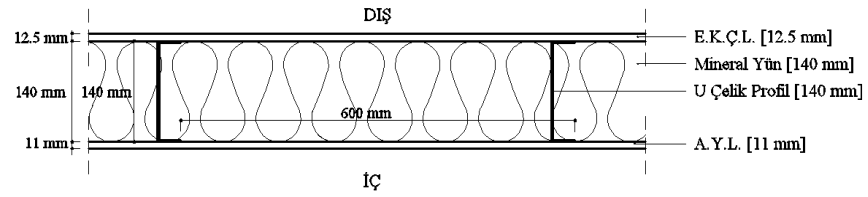
Şekil 4.4.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.7 A.Y.L. ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

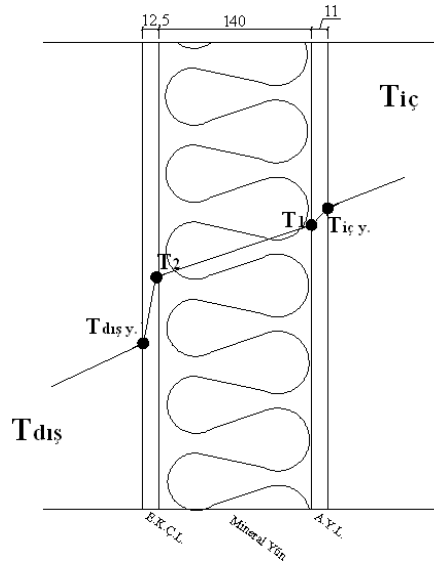
Derece Gün Bölgesi	Yüze Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	T _{iç}	20.00	2337	0,26	3,06	 <p>Yoğuşma Miktarı 929x10⁻⁶ kg/m²h</p>
	T _{iç yüzey}	19.60	2280			
	T ₁	19.49	2266			
	T ₂	8.78	1132			
	T _{dış yüzey}	8.52	1109			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	0,26	4,51	 <p>Yoğuşma Miktarı 1971x10⁻⁶ kg/m²h</p>
	T _{iç yüzey}	19.41	2252			
	T ₁	19.25	2224			
	T ₂	3.46	785			
	T _{dış yüzey}	3.08	763			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,26	5,36	 <p>Yoğuşma Miktarı 2418x10⁻⁶ kg/m²h</p>
	T _{iç yüzey}	19.30	2238			
	T ₁	19.11	2210			
	T ₂	0.37	629			
	T _{dış yüzey}	-0.09	616			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,26	6,70	 <p>Yoğuşma Miktarı 2882x10⁻⁶ kg/m²h</p>
	T _{iç yüzey}	19.13	2210			
	T ₁	18.89	2182			
	T ₂	-4.56	460			
	T _{dış yüzey}	-5.13	405			
	T _{dış}	-5.40	415			



Şekil 4.5.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L. Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması

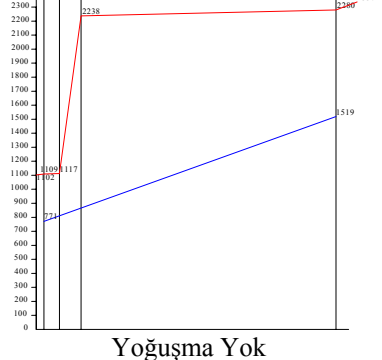
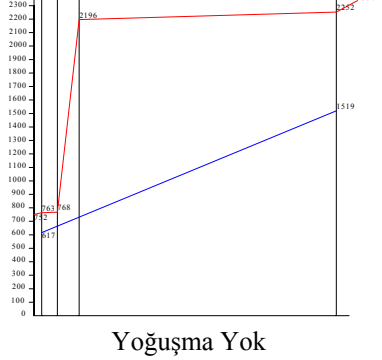
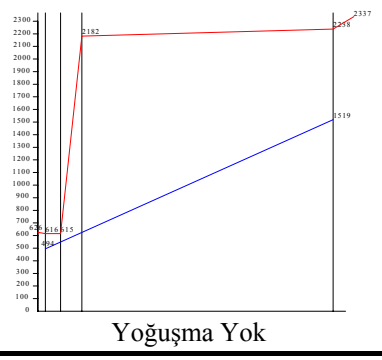
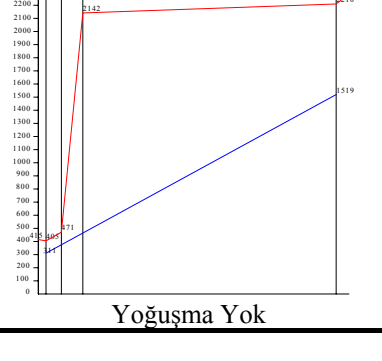


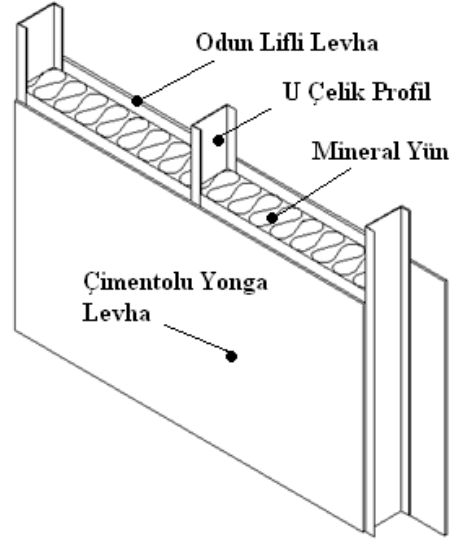
Şekil 4.5.b E.K.Ç.L..Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



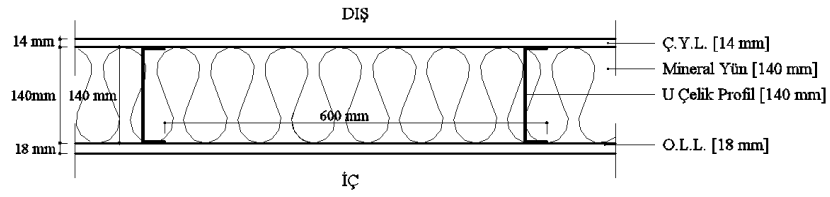
Şekil 4.5.c E.K.Ç.L..Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.8 E.K.Ç.L. ve A.Y.L. Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

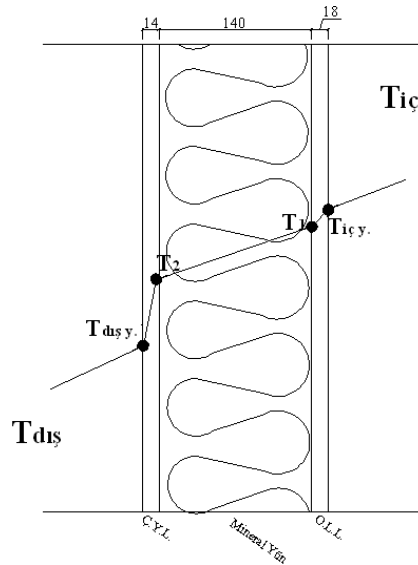
Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	T _{iç}	20.00	2337	0,26	3,06	 <p>Yoğuşma Yok</p>
	T _{iç yüzey}	19.60	2280			
	T ₁	19.34	2238			
	T ₂	8.63	1117			
	T _{dış yüzey}	8.52	1109			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	0,26	4,51	 <p>Yoğuşma Yok</p>
	T _{iç yüzey}	19.41	2252			
	T ₁	19.03	2196			
	T ₂	3.24	768			
	T _{dış yüzey}	3.08	763			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,26	5,36	 <p>Yoğuşma Yok</p>
	T _{iç yüzey}	19.30	2238			
	T ₁	18.85	2182			
	T ₂	0.11	615			
	T _{dış yüzey}	-0.09	616			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,26	6,70	 <p>Yoğuşma Yok</p>
	T _{iç yüzey}	19.13	2210			
	T ₁	8.56	2142			
	T ₂	-4.89	471			
	T _{dış yüzey}	-5.13	405			
	T _{dış}	-5.40	415			



Şekil 4.6.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması

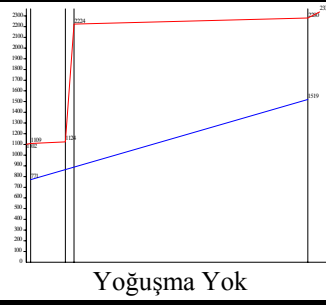
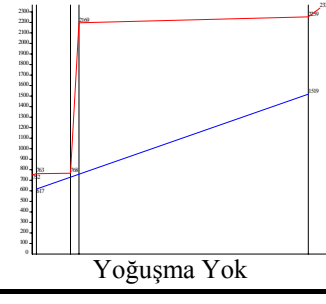
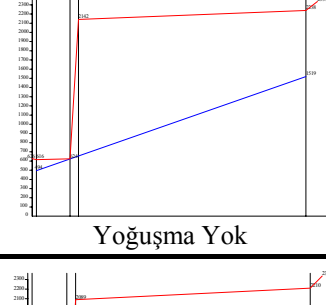
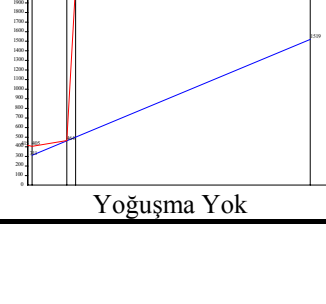


Şekil 4.6.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



Şekil 4.6.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.9 O.L.L. ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydin)	T _{iç}	20.00	2337	0,24	2,99	
	T _{iç yüzey}	19.61	2280			
	T ₁	19.20	2224			
	T ₂	8.72	1124			
	T _{dış yüzey}	8.52	1109			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	0,24	4,41	
	T _{iç yüzey}	19.43	2252			
	T ₁	18.82	2169			
	T ₂	3.37	768			
	T _{dış yüzey}	3.08	763			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,24	5,24	
	T _{iç yüzey}	19.32	2238			
	T ₁	18.59	2142			
	T ₂	0.26	624			
	T _{dış yüzey}	-0.09	616			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,24	6,55	
	T _{iç yüzey}	19.15	2210			
	T ₁	18.24	2089			
	T ₂	-4.70	464			
	T _{dış yüzey}	-5.14	405			
	T _{dış}	-5.40	415			

4.3. Dikmeler Arası EPS Yalıtım Malzemesi Kullanılması

Hazırlanan her üç kesitte de dikmeler arası boşluğa 0.14 m kalınlığında EPS kullanılmasıyla kesitin ısı konfor açısından performansı ve kesitleri 4 farklı derece gün bölgesine göre karşılaştırılması amaçlanmıştır. Her bir kesitin yüzey sıcaklıkları ve yoğuşma hesabı TS 825'den 4 bölgeyi temsilen seçilen illerin ocak ayı ortalama dış ortam sıcaklık değerleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

- **Dışta Ahşap Yonga Levha, İçte Alçı Levha Kaplanması**

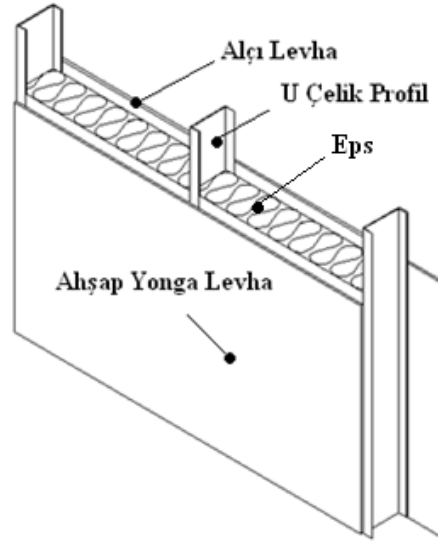
Ahşap yonga levha ve alçı levha kaplamalı kesit içerisinde 0.14 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.7 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.23 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 2.70 W/m^2 , 2.bölgede; 3.99 W/m^2 , 3.bölgede; 4.73 W/m^2 , 4.bölgede 5.92 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 1.bölgede yoğuşma olmadığı, 2. 3. ve 4.bölgede ise yoğuşma olduğu Çizelge 4.10'da görülmüştür.

- **Dışta Elyaf Kaplı Çimento Levha, İçte Ahşap Yonga Levha Kaplanması**

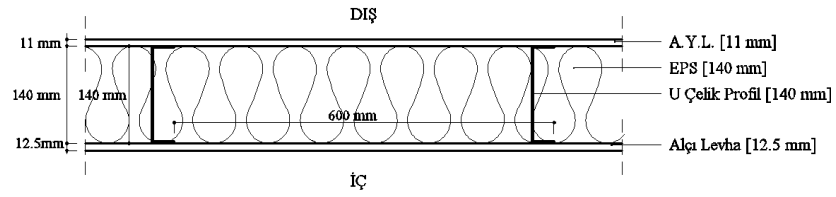
Elyaf kaplı çimento levha ve ahşap yonga levha kaplamalı kesit içerisinde 0.14 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.8 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.23 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 2.70 W/m^2 , 2.bölgede; 3.99 W/m^2 , 3.bölgede; 4.73 W/m^2 , 4.bölgede 5.92 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.11'de görülmüştür.

- **Dışta Çimentolu Yonga Levha, İçte Odun Lifli Levha Kaplanması**

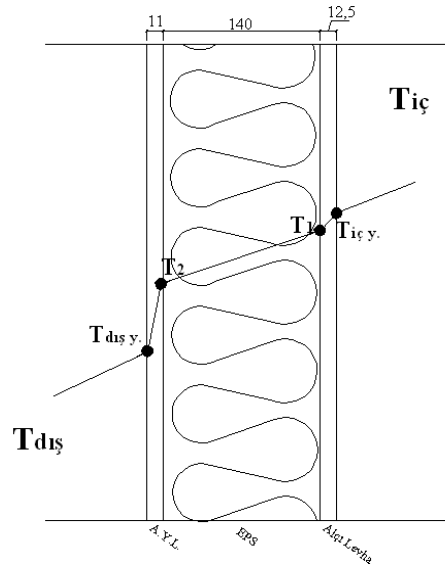
Çimentolu yonga levha ve odun lifli levha kaplamalı kesit içerisinde 0.14 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.9 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.23 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 2.65 W/m^2 , 2.bölgede; 3.91 W/m^2 , 3.bölgede; 4.64 W/m^2 , 4.bölgede 5.81 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olduğu Çizelge 4.12'de görülmüştür.



Şekil 4.7.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS Kullanılması

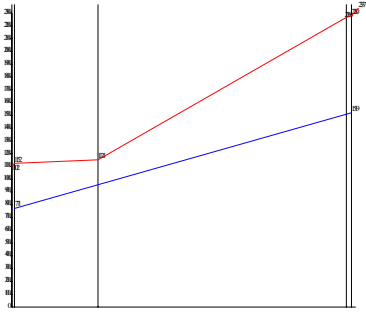
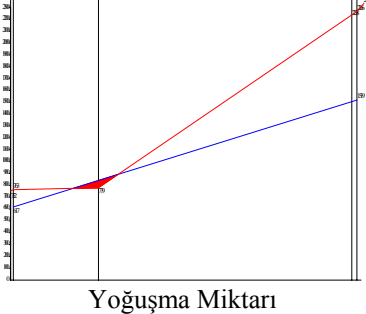
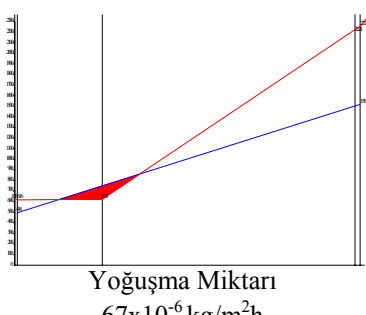
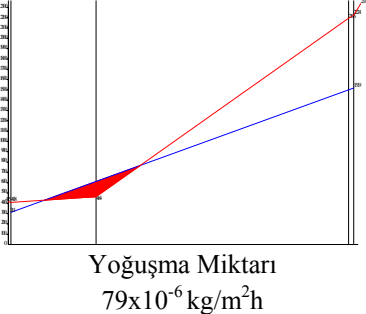


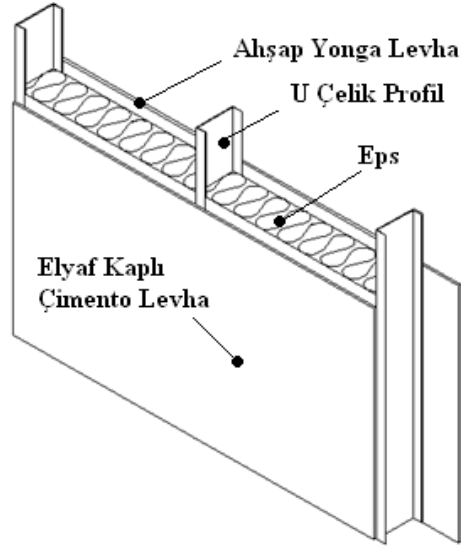
Şekil 4.7.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS Kullanılması Durumu Kesiti



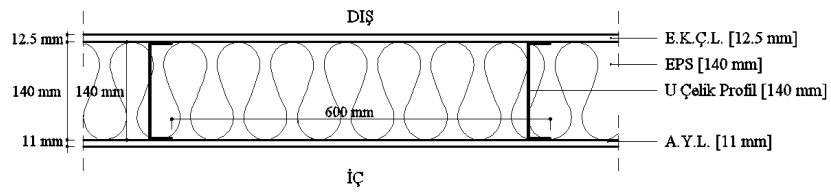
Şekil 4.7.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.10 A.Y.L. ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

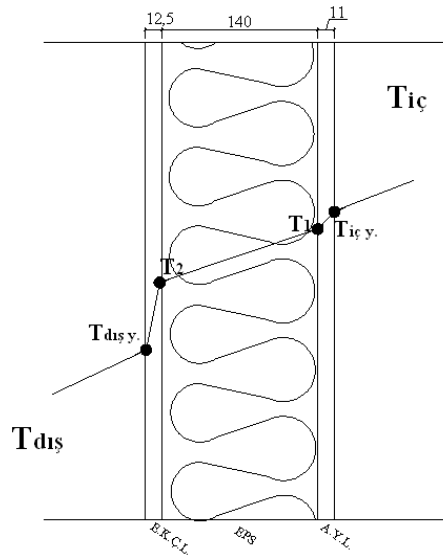
Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydınl)	T _{iç}	20.00	2337	0,23	2,70	 Yoğuşma Yok
	T _{iç yüzey}	19.65	2280			
	T ₁	19.55	2266			
	T ₂	8.74	1124			
	T _{dış yüzey}	8.51	1152			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	0,23	3,99	 Yoğuşma Miktarı 33x10 ⁻⁶ kg/m ² h
	T _{iç yüzey}	19.48	2266			
	T ₁	19.34	2238			
	T ₂	3.40	779			
	T _{dış yüzey}	3.06	763			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,23	4,73	 Yoğuşma Miktarı 67x10 ⁻⁶ kg/m ² h
	T _{iç yüzey}	19.38	2252			
	T ₁	19.22	2224			
	T ₂	0.29	624			
	T _{dış yüzey}	-0.11	616			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,23	5,92	 Yoğuşma Miktarı 79x10 ⁻⁶ kg/m ² h
	T _{iç yüzey}	19.23	2224			
	T ₁	19.02	2196			
	T ₂	-4.66	464			
	T _{dış yüzey}	-5.16	408			
	T _{dış}	-5.40	415			



Şekil 4.8.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS Kullanılması

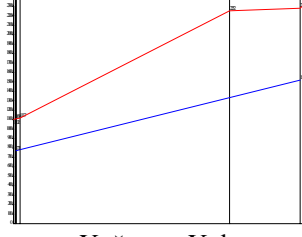
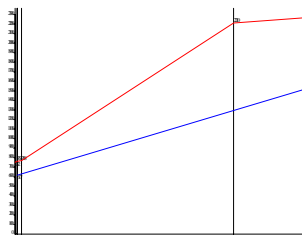
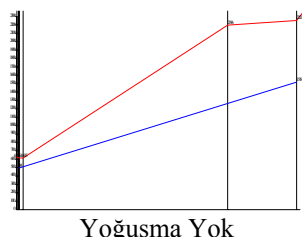
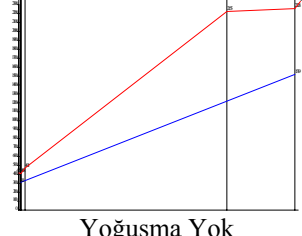


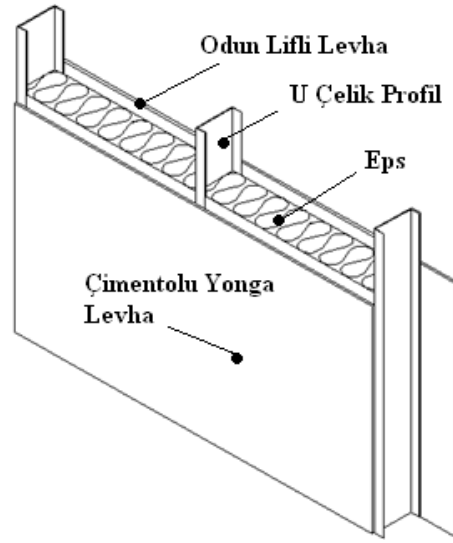
Şekil 4.8.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS Kullanılması Durumu Kesiti



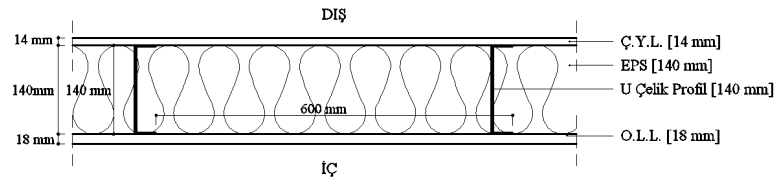
Şekil 4.8.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.11 E.K.Ç.L. ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

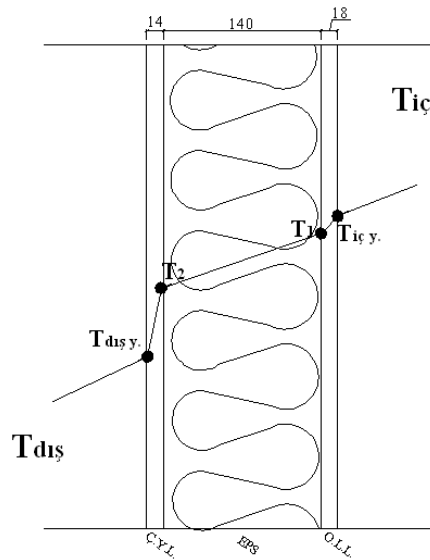
Derece Gün Bölgesi	Yüze y Sic.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	T _{iç}	20.00	2337	0,23	2,70	 Yoğuşma Yok
	T _{iç yüzey}	19.65	2280			
	T ₁	19.42	2252			
	T ₂	8.60	1117			
	T _{dış yüzey}	8.51	1109			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	0,23	3,99	 Yoğuşma Yok
	T _{iç yüzey}	19.48	2266			
	T ₁	19.14	2210			
	T ₂	3.20	768			
	T _{dış yüzey}	3.06	763			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,23	4,73	 Yoğuşma Yok
	T _{iç yüzey}	19.38	2252			
	T ₁	18.98	2196			
	T ₂	0.06	615			
	T _{dış yüzey}	-0.11	616			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,23	5,92	 Yoğuşma Yok
	T _{iç yüzey}	19.23	2224			
	T ₁	18.73	2155			
	T ₂	-4.95	401			
	T _{dış yüzey}	-5.16	408			
	T _{dış}	-5.40	415			



Şekil 4.9.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS Kullanılması



Şekil 4.9.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS Kullanılması Durumu Kesiti



Şekil 4.9.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.12 O.L.L. ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydn)	T _{iç}	20.00	2337	0,21	2,65	<p>Yoğuşma Miktarı 13x10⁻⁶ kg/m²h</p>
	T _{iç yüzey}	19.66	2294			
	T ₁	19.29	2238			
	T ₂	8.68	1124			
	T _{dış yüzey}	8.51	1109			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	0,21	3,91	<p>Yoğuşma Miktarı 65x10⁻⁶ kg/m²h</p>
	T _{iç yüzey}	19.49	2266			
	T ₁	18.95	2210			
	T ₂	3.32	768			
	T _{dış yüzey}	3.06	763			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,21	4,64	<p>Yoğuşma Miktarı 88x10⁻⁶ kg/m²h</p>
	T _{iç yüzey}	19.40	2252			
	T ₁	18.75	2155			
	T ₂	0.19	619			
	T _{dış yüzey}	-0.11	616			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,21	5,81	<p>Yoğuşma Miktarı 101x10⁻⁶ kg/m²h</p>
	T _{iç yüzey}	19.25	2224			
	T ₁	18.44	2115			
	T ₂	-4.78	468			
	T _{dış yüzey}	-5.17	408			
	T _{dış}	-5.40	415			

4.4. Dikmeler Arası 0.05 m'lik Mineral Yün Yalıtım Malzemesi Kullanılması

Hazırlanan her üç kesitte de dikmeler arası boşluğa iç yüzeye dayalı 0.05 m kalınlığında mineral yünü kullanılmasıyla kesitin ısı konfor açısından performansı ve kesitleri 4 farklı derece gün bölgesine göre karşılaştırılması amaçlanmıştır. Her bir kesitin yüzey sıcaklıkları ve yoğuşma hesabı TS 825'den 4 bölgeyi temsilen seçilen illerin ocak ayı ortalama dış ortam sıcaklık değerleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

- **Dışta Ahşap Yonga Levha, İçte Alçı Levha Kaplanması**

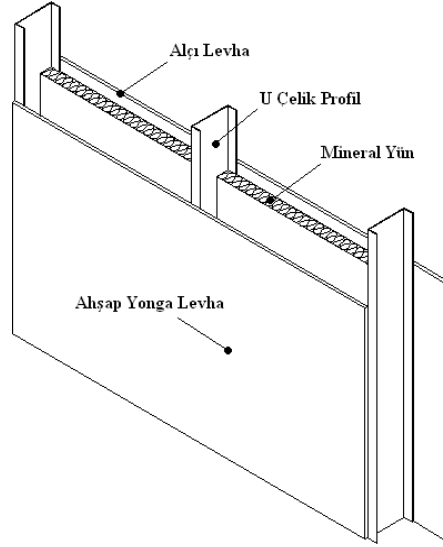
Ahşap yonga levha ve alçı levha kaplamalı kesit içerisinde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.10 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.61 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 7.12 W/m^2 , 2.bölgede; 10.49 W/m^2 , 3.bölgede; 12.45 W/m^2 , 4.bölgede 15.58 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olduğu Çizelge 4.13'te görülmüştür.

- **Dışta Elyaf Kaplı Çimento Levha, İçte Ahşap Yonga Levha Kaplanması**

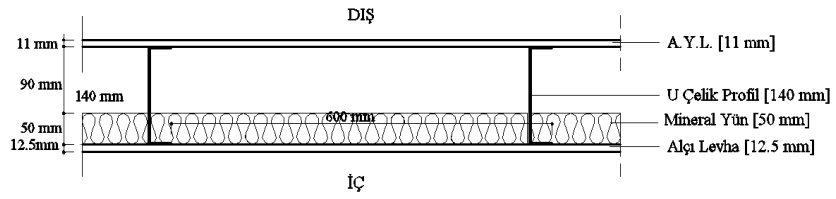
Elyaf kaplı çimento levha ve ahşap yonga levha kaplamalı kesit içerisinde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.11 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.61 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 7.12 W/m^2 , 2.bölgede; 10.49 W/m^2 , 3.bölgede; 12.45 W/m^2 , 4.bölgede 15.58 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.14'te görülmüştür.

- **Dışta Çimentolu Yonga Levha, İçte Odun Lifli Levha Kaplanması**

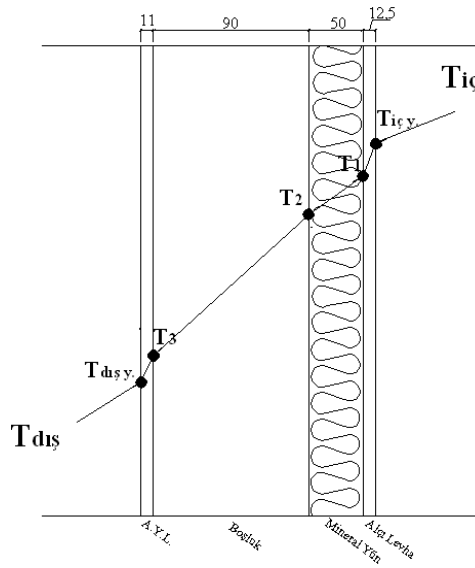
Çimentolu yonga levha ve odun lifli levha kaplamalı kesit içerisinde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.12 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.58 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 6.76 W/m^2 , 2.bölgede; 9.97 W/m^2 , 3.bölgede; 11.84 W/m^2 , 4.bölgede 14.81 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.15'te görülmüştür.



Şekil 4.10.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün Kullanılması

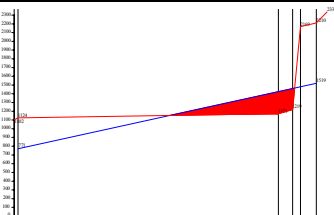
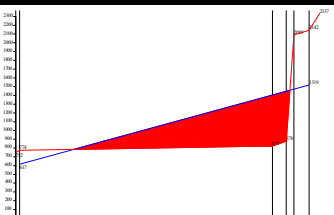
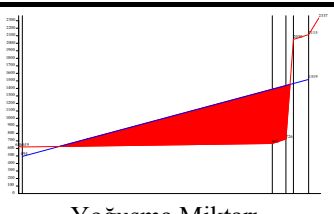
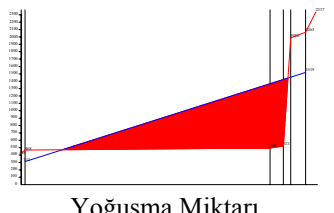


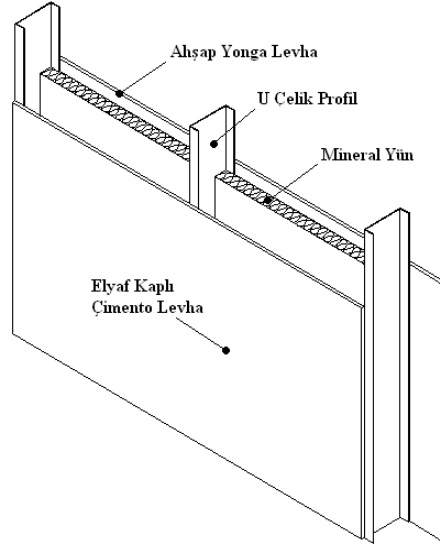
Şekil 4.10.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



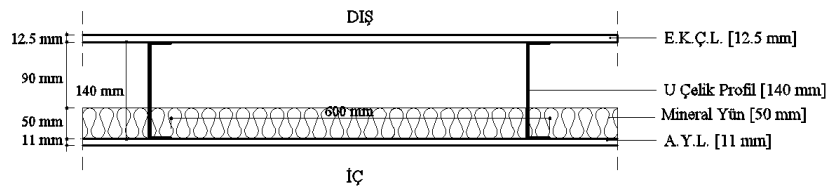
Şekil 4.10.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.13 A.Y.L. ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

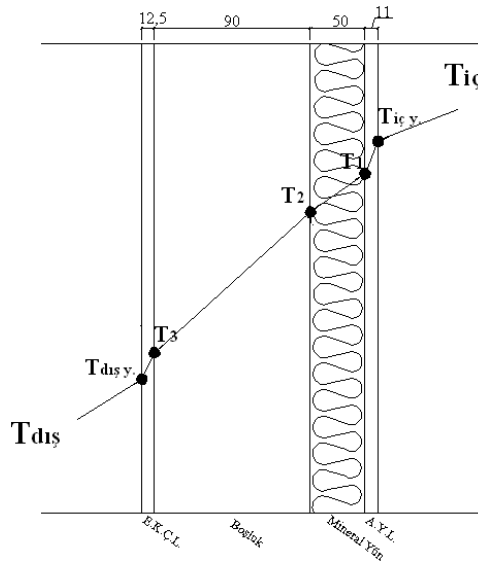
Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydınlık)	T _{iç}	20.00	2337	0,61	7,12	 Yoğuşma Miktarı 1172x10 ⁻⁶ kg/m ² h
	T _{iç yüzey}	19.08	2210			
	T ₁	18.82	2169			
	T ₂	9.93	1219			
	T ₃	9.29	1171			
	T _{dış yüzey}	8.68	1124			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	0,61	10,49	 Yoğuşma Miktarı 2765x10 ⁻⁶ kg/m ² h
	T _{iç yüzey}	18.64	2142			
	T ₁	18.26	2089			
	T ₂	5.15	878			
	T ₃	4.21	824			
	T _{dış yüzey}	3.32	774			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,61	12,45	 Yoğuşma Miktarı 3455x10 ⁻⁶ kg/m ² h
	T _{iç yüzey}	18.38	2115			
	T ₁	17.94	2050			
	T ₂	2.37	726			
	T ₃	1.25	666			
	T _{dış yüzey}	0.20	619			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,61	15,58	 Yoğuşma Miktarı 4361x10 ⁻⁶ kg/m ² h
	T _{iç yüzey}	17.97	1063			
	T ₁	17.42	1986			
	T ₂	-2.06	521			
	T ₃	-3.46	496			
	T _{dış yüzey}	-4.78	468			
	T _{dış}	-5.40	415			



Şekil 4.11.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün Kullanılması

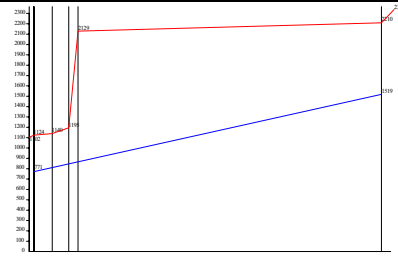
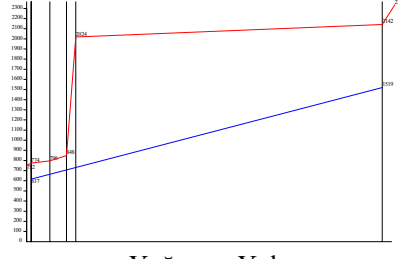
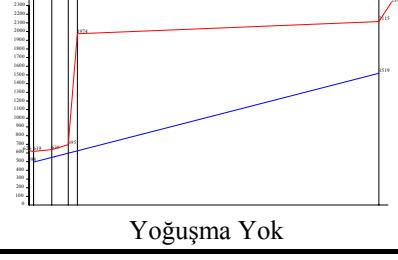
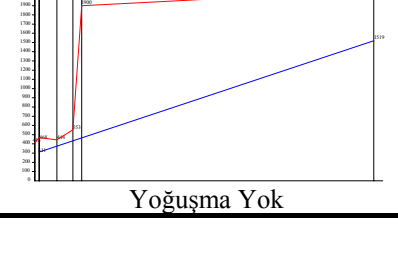


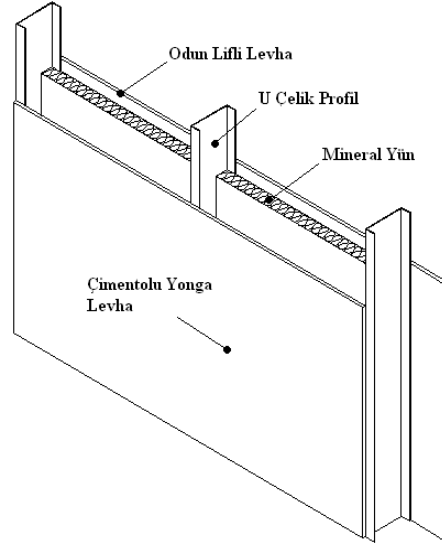
Şekil 4.11.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



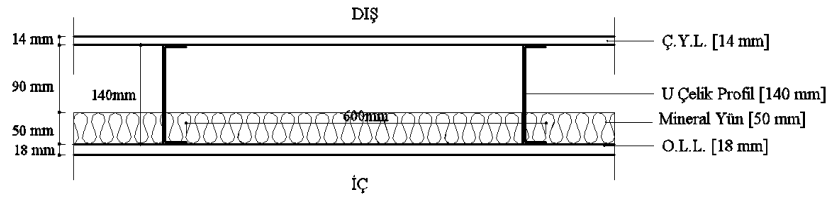
Şekil 4.11.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.14 E.K.Ç.L. ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İç Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

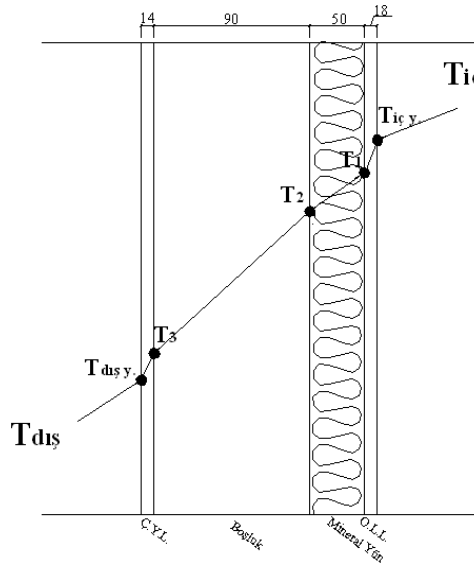
Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	T _{iç}	20.00	2337	0,61	7,12	
	T _{iç yüzey}	19.08	2210			
	T ₁	18.47	2129			
	T ₂	9.58	1195			
	T ₃	8.94	1140			
	T _{dış yüzey}	8.68	1124			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	0,61	10,49	
	T _{iç yüzey}	18.64	2142			
	T ₁	17.75	2024			
	T ₂	4.64	848			
	T ₃	3.96	796			
	T _{dış yüzey}	3.32	774			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.0	2337	0,61	12,45	
	T _{iç yüzey}	18.38	2115			
	T ₁	17.33	1974			
	T ₂	1.76	695			
	T ₃	0.64	638			
	T _{dış yüzey}	0.20	619			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,61	15,58	
	T _{iç yüzey}	17.97	2063			
	T ₁	16.66	1900			
	T ₂	-2.82	553			
	T ₃	-4.22	444			
	T _{dış yüzey}	-4.78	46819.			
	T _{dış}	-5.40	415			



Şekil 4.12.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün Kullanılması

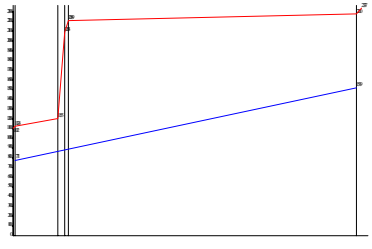
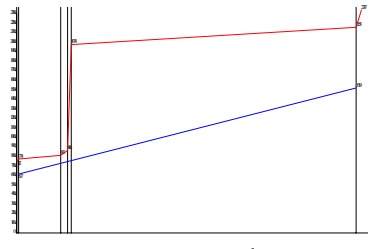
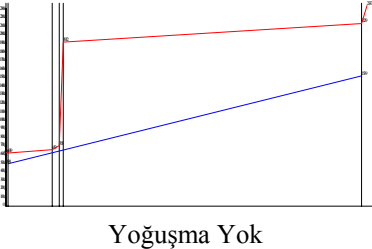
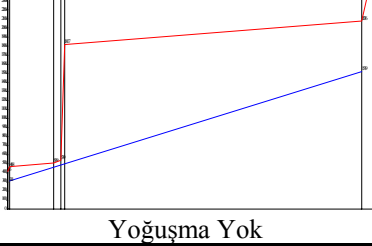


Şekil 4.12.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



Şekil 4.12.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.15 O.L.L. ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydınlık)	T _{iç}	20.00	2337	0,58	6,76	
	T _{iç yüzey}	19.12	2210			
	T ₁	18.18	2089			
	T ₂	9.73	1203			
	T ₃	9.12	1155			
	T _{dış yüzey}	8.67	1124			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	0,58	9,97	
	T _{iç yüzey}	18.70	2155			
	T ₁	17.32	1974			
	T ₂	4.86	866			
	T ₃	3.96	813			
	T _{dış yüzey}	3.30	774			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,58	11,84	
	T _{iç yüzey}	18.46	2129			
	T ₁	16.82	1912			
	T ₂	2.03	705			
	T ₃	0.96	659			
	T _{dış yüzey}	0.17	619			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,58	14,81	
	T _{iç yüzey}	18.07	2076			
	T ₁	16.02	1817			
	T ₂	-2.49	539			
	T ₃	-3.82	509			
	T _{dış yüzey}	-4.81	468			
	T _{dış}	-5.40	415			

4.5. Dikmeler Arası Dış Yüzeyle Dayalı 0.05 m'lik Mineral Yün Yalıtım Malzemesi Kullanılması

Hazırlanan her üç kesitte de dikmeler arası boşluğa dış yüzeyle dayalı 0.05 m kalınlığında mineral yünü kullanılmasıyla kesitin ısı konfor açısından performansı ve kesitleri 4 farklı derece gün bölgesine göre karşılaştırılması amaçlanmıştır. Her bir kesitin yüzey sıcaklıkları ve yoğuşma hesabı TS 825'den 4 bölgeyi temsilen seçilen illerin ocak ayı ortalama dış ortam sıcaklık değerleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

- **Dışta Ahşap Yonga Levha, İçte Alçı Levha Kaplanması**

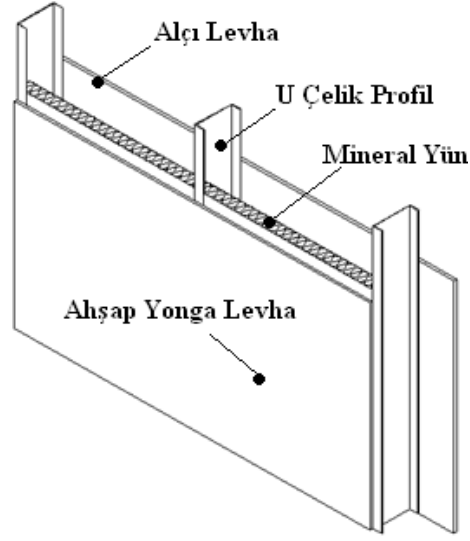
Ahşap yonga levha ve alçı levha kaplamalı kesit içerisinde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.13 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.61 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 7.12 W/m^2 , 2.bölgede; 10.49 W/m^2 , 3.bölgede; 12.45 W/m^2 , 4.bölgede 15.58 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olduğu Çizelge 4.16'da görülmüştür.

- **Dışta Elyaf Kaplı Çimento Levha, İçte Ahşap Yonga Levha Kaplanması**

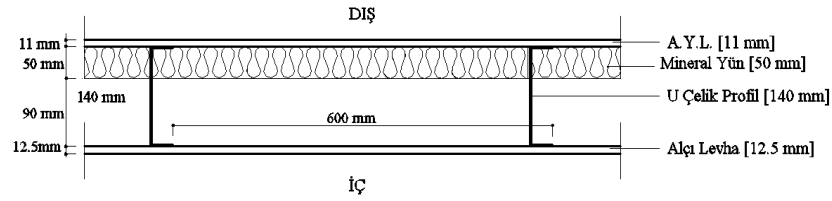
Elyaf kaplı çimento levha ve ahşap yonga levha kaplamalı kesit içerisinde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.14 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.61 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 7.12 W/m^2 , 2.bölgede; 10.49 W/m^2 , 3.bölgede; 12.45 W/m^2 , 4.bölgede 15.58 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.17'de görülmüştür.

- **Dışta Çimentolu Yonga Levha, İçte Odun Lifli Levha Kaplanması**

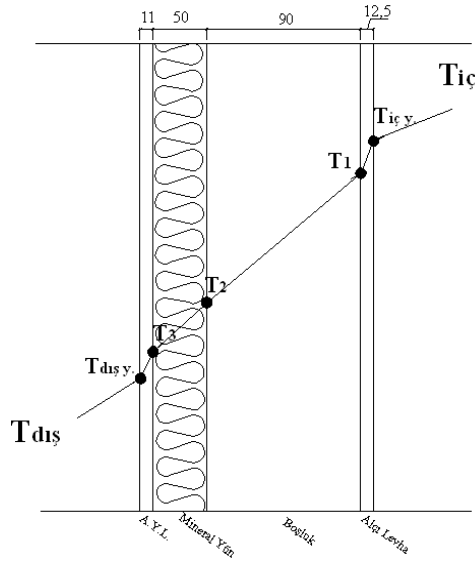
Çimentolu yonga levha ve odun lifli levha kaplamalı kesit içerisinde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.15 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.58 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 6.76 W/m^2 , 2.bölgede; 9.97 W/m^2 , 3.bölgede; 11.84 W/m^2 , 4.bölgede 14.81 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.18'de görülmüştür.



Şekil 4.13.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün Kullanılması

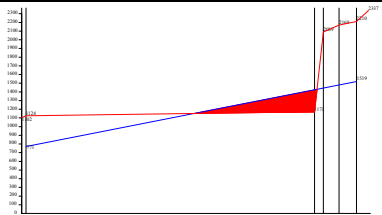
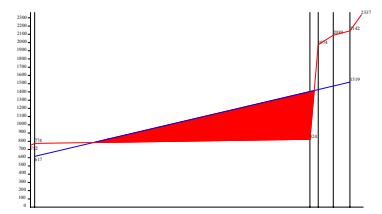
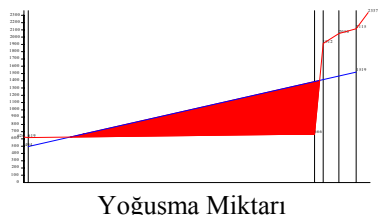
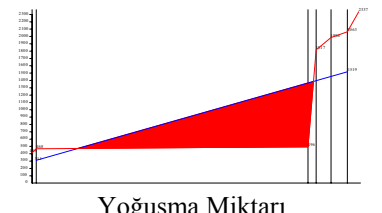


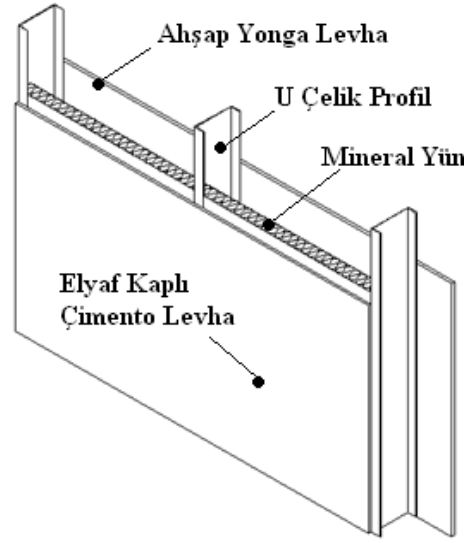
Şekil 4.13.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



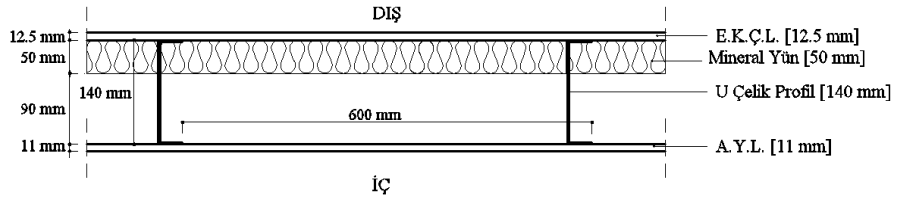
Şekil 4.13.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.16 A.Y.L. ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

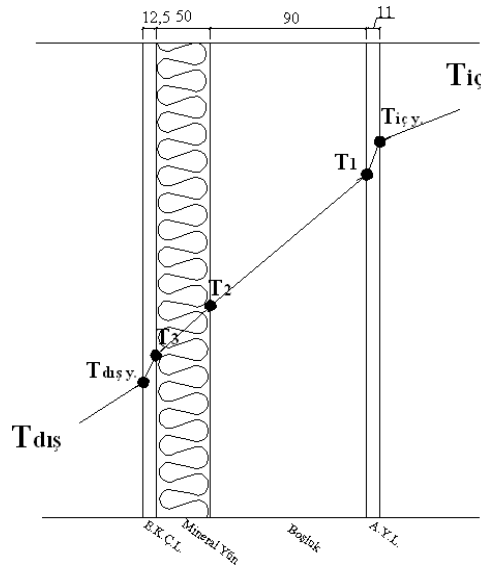
Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydınlık)	T _{iç}	20.00	2337	0,61	7,12	 <p>Yoğuşma Miktarı 805x10⁻⁶ kg/m²h</p>
	T _{iç yüzey}	19.08	2210			
	T ₁	18.82	2169			
	T ₂	18.18	2089			
	T ₃	9.29	1171			
	T _{dış yüzey}	8.68	1124			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.0	2337	0,61	10,49	 <p>Yoğuşma Miktarı 1847x10⁻⁶ kg/m²h</p>
	T _{iç yüzey}	18.64	2142			
	T ₁	18.26	2089			
	T ₂	17.32	1974			
	T ₃	4.21	824			
	T _{dış yüzey}	3.32	774			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,61	12,45	 <p>Yoğuşma Miktarı 2300x10⁻⁶ kg/m²h</p>
	T _{iç yüzey}	18.38	2115			
	T ₁	17.94	2050			
	T ₂	16.82	1912			
	T ₃	1.25	666			
	T _{dış yüzey}	0.20	619			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,61	15,58	 <p>Yoğuşma Miktarı 2767x10⁻⁶ kg/m²h</p>
	T _{iç yüzey}	17.97	2063			
	T ₁	17.42	1986			
	T ₂	16.02	1817			
	T ₃	-3.46	469			
	T _{dış yüzey}	-4.78	468			
	T _{dış}	-5.40	415			



Şekil 4.14.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün Kullanılması

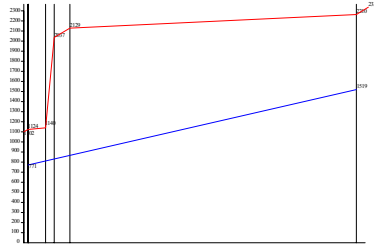
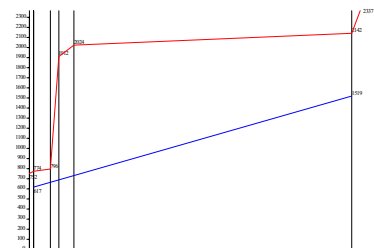
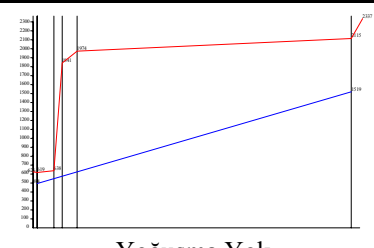
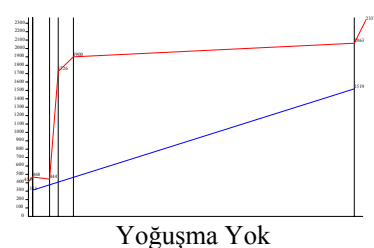


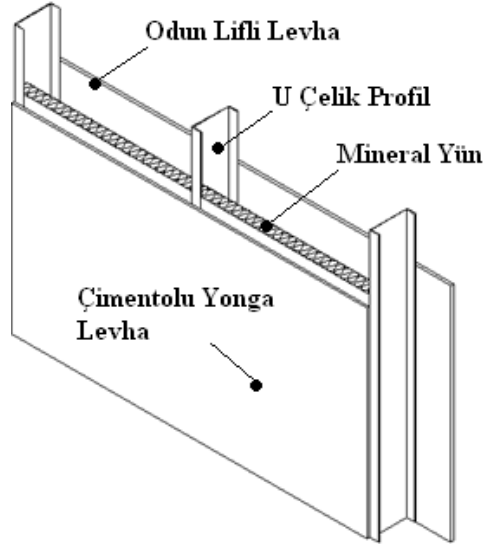
Şekil 4.14.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



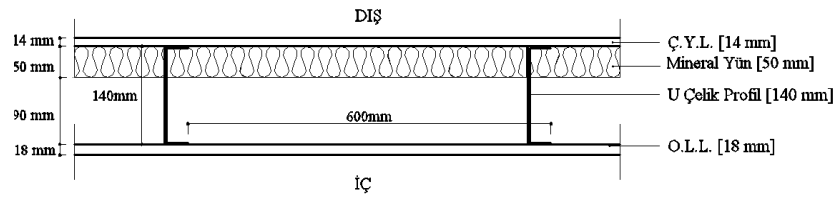
Şekil 4.14.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.17 E.K.Ç.L. ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

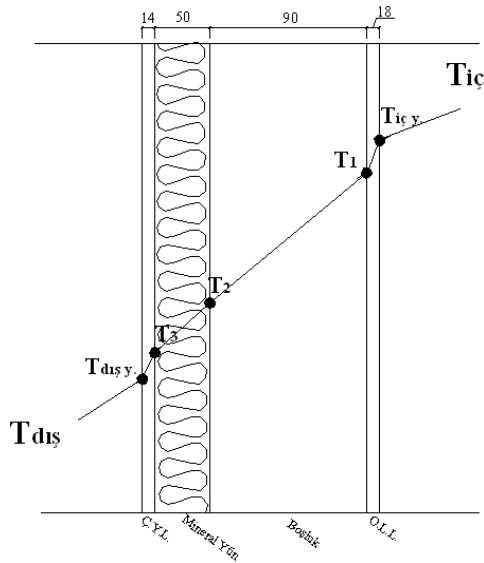
Derece Gün Bölgesi	Yüzeý Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m²K)	q (W/m²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	T _{iç}	20.00	2337	0,61	7,12	
	T _{iç yüzey}	19.08	2210			
	T ₁	18.47	2129			
	T ₂	17.83	2037			
	T ₃	8.94	1140			
	T _{dış yüzey}	8.68	1124			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	0,61	10,49	
	T _{iç yüzey}	18.64	2142			
	T ₁	17.75	2024			
	T ₂	16.80	1912			
	T ₃	3.69	796			
	T _{dış yüzey}	3.32	774			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,61	12,45	
	T _{iç yüzey}	18.38	2115			
	T ₁	17.33	1974			
	T ₂	16.21	1841			
	T ₃	0.64	638			
	T _{dış yüzey}	0.20	619			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,61	15,58	
	T _{iç yüzey}	17.97	2063			
	T ₁	16.66	1900			
	T ₂	15.25	1726			
	T ₃	-4.22	444			
	T _{dış yüzey}	-4.78	468			
	T _{dış}	-5.40	415			



Şekil 4.15.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün Kullanılması

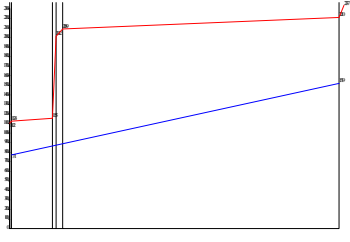
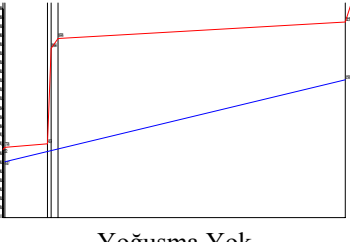
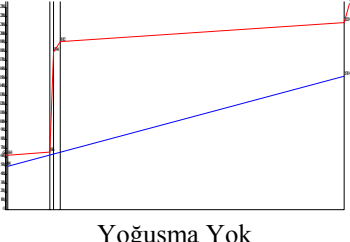
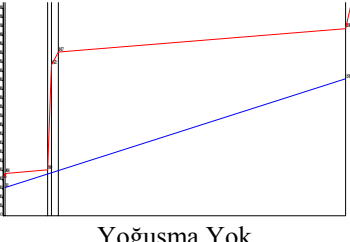


Şekil 4.15.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



Şekil 4.15.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.18 O.L.L. ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydn)	T _{iç}	20.00	2337	0,58	6,76	
	T _{iç yüzey}	19.12	2210			
	T ₁	18.18	2089			
	T ₂	17.58	2012			
	T ₃	9.12	1155			
	T _{dış yüzey}	8.67	1124			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	0,58	9,97	
	T _{iç yüzey}	18.70	2155			
	T ₁	17.32	1974			
	T ₂	16.43	1864			
	T ₃	3.96	813			
	T _{dış yüzey}	3.30	774			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,58	11,84	
	T _{iç yüzey}	18.46	2129			
	T ₁	16.82	1912			
	T ₂	15.76	1794			
	T ₃	0.96	656			
	T _{dış yüzey}	0.17	614			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,58	14,81	
	T _{iç yüzey}	18.07	2076			
	T ₁	16.02	1817			
	T ₂	14.68	1672			
	T ₃	-3.83	509			
	T _{dış yüzey}	-4.81	468			
	T _{dış}	-5.40	415			

4.6. Dikmeler Arası Dış Yüzeyle Dayalı 0.05 m'lik EPS Yalıtım Malzemesi Kullanılması

Hazırlanan her üç kesitte de dikmeler arası boşluğa dış yüzeyle dayalı 0.05 m kalınlığında EPS kullanılmasıyla kesitin ısı konfor açısından performansı ve kesitleri 4 farklı derece gün bölgesine göre karşılaştırılması amaçlanmıştır. Her bir kesitin yüzey sıcaklıkları ve yoğuşma hesabı TS 825'den 4 bölgeyi temsilen seçilen illerin ocak ayı ortalama dış ortam sıcaklık değerleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

- **Dışta Ahşap Yonga Levha, İçte Alçı Levha Kaplanması**

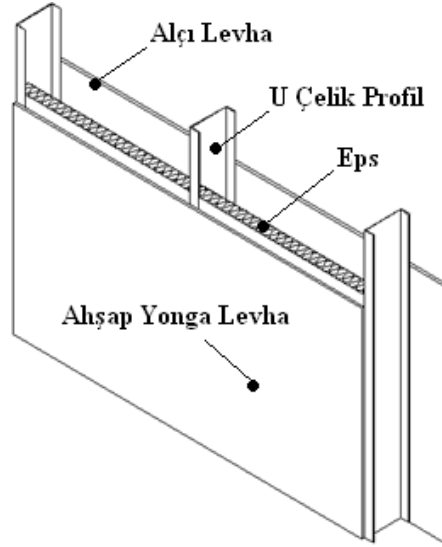
Ahşap yonga levha ve alçı levha kaplamalı kesit içerisinde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.16 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 6.41 W/m^2 , 2.bölgede; 9.45 W/m^2 , 3.bölgede; 11.22 W/m^2 , 4.bölgede 14.04 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 1.bölgede yoğuşma olmadığı, 2. 3. ve 4.bölgede ise yoğuşma olduğu Çizelge 4.19'da görülmüştür.

- **Dışta Elyaf Kaplı Çimento Levha, İçte Ahşap Yonga Levha Kaplanması**

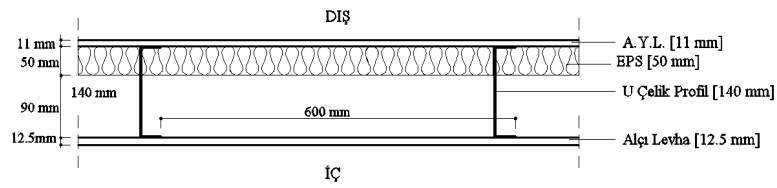
Elyaf kaplı çimento levha ve ahşap yonga levha kaplamalı kesit içerisinde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.17 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 6.41 W/m^2 , 2.bölgede; 9.45 W/m^2 , 3.bölgede; 11.22 W/m^2 , 4.bölgede 14.04 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.20'de görülmüştür.

- **Dışta Çimentolu Yonga Levha, İçte Odun Lifli Levha Kaplanması**

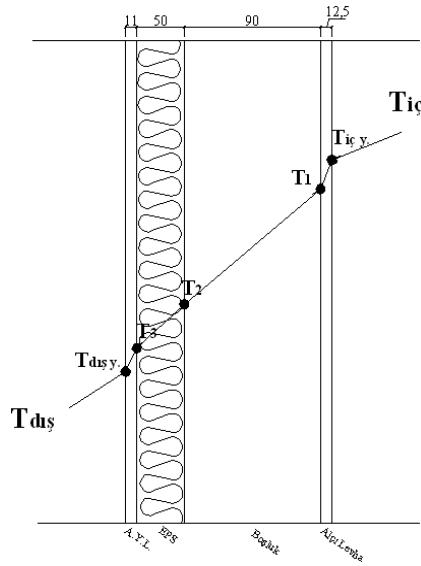
Çimentolu yonga levha ve odun lifli levha kaplamalı kesit içerisinde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.18 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.53 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 6.13 W/m^2 , 2.bölgede; 9.03 W/m^2 , 3.bölgede; 10.72 W/m^2 , 4.bölgede 13.41 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.21'de görülmüştür.



Şekil 4.16.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS Kullanılması

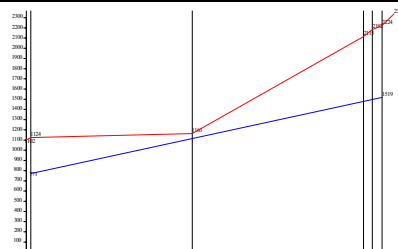
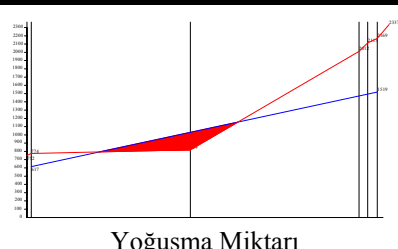
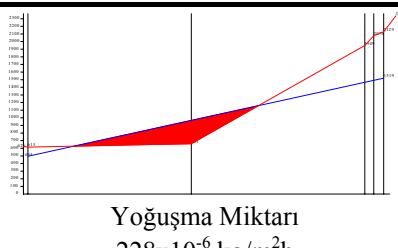
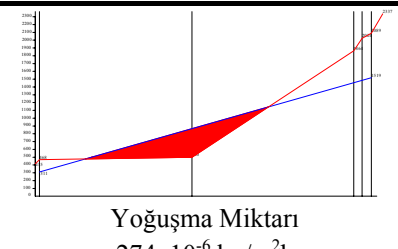


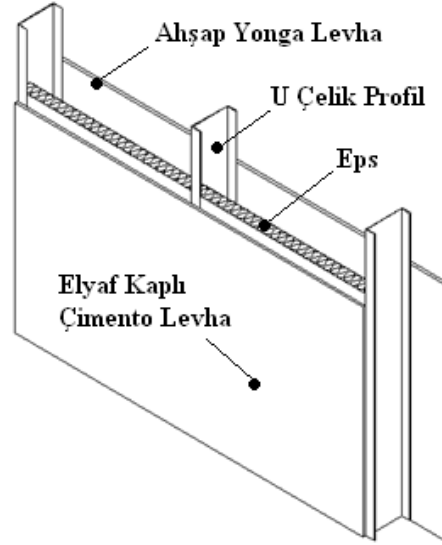
Şekil 4.16.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS Kullanılması Durumu Kesiti



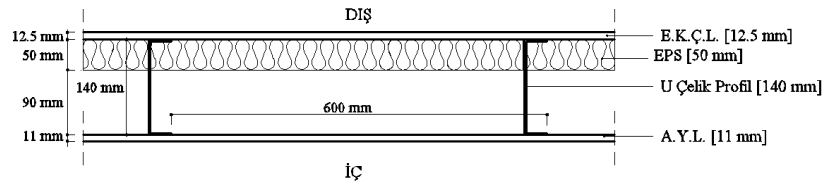
Şekil 4.16.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.19 A.Y.L.ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

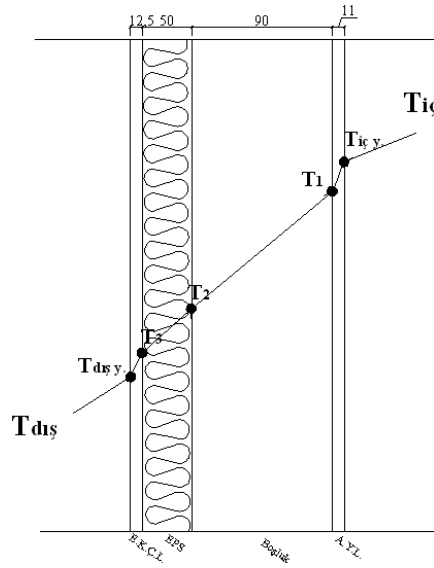
Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydınlık)	T _{iç}	20.00	2337	0,55	6,41	
	T _{iç yüzey}	19.17	2224			
	T ₁	18.94	2182			
	T ₂	18.36	2115			
	T ₃	9.20	1163			
	T _{dış yüzey}	8.66	1124			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	0,55	9,45	
	T _{iç yüzey}	18.77	2169			
	T ₁	18.43	2115			
	T ₂	17.58	2012			
	T ₃	4.08	819			
	T _{dış yüzey}	3.28	774			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,55	11,22	
	T _{iç yüzey}	18.54	2129			
	T ₁	18.14	2076			
	T ₂	17.13	1949			
	T ₃	1.10	661			
	T _{dış yüzey}	0.15	615			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,55	14,04	
	T _{iç yüzey}	18.17	2089			
	T ₁	17.67	2024			
	T ₂	16.41	1864			
	T ₃	-3.65	500			
	T _{dış yüzey}	-4.84	468			
	T _{dış}	-5.40	415			



Şekil 4.17.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS Kullanılması

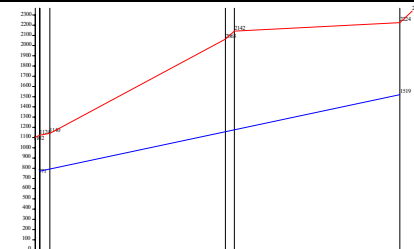
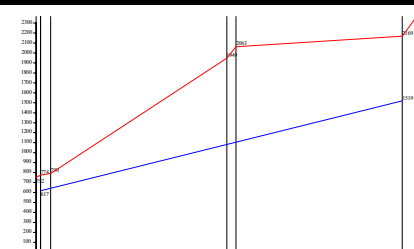
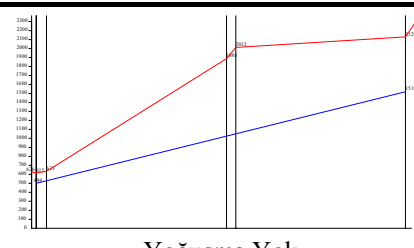
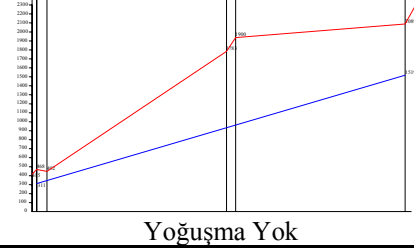


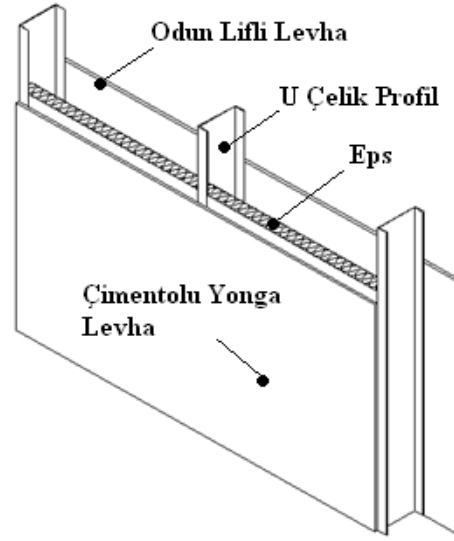
Şekil 4.17.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS Kullanılması Durumu Kesiti



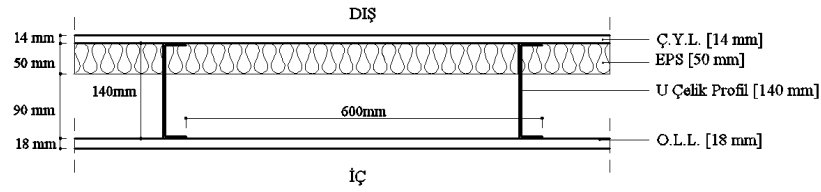
Şekil 4.17.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.20 E.K.Ç.L. ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

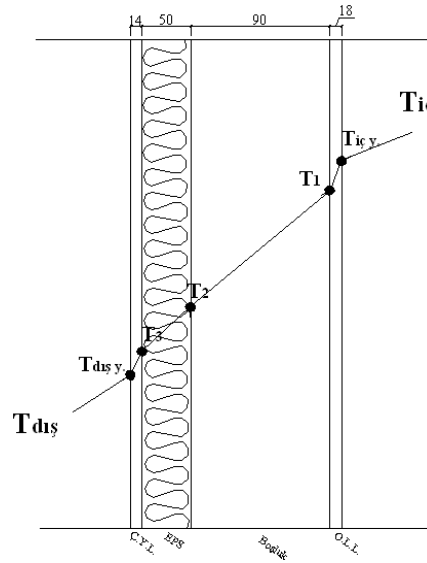
Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydınlık)	T _{iç}	20.00	2337	0,55	6,41	
	T _{iç yüzey}	19.17	2224			
	T ₁	18.62	2142			
	T ₂	18.05	2063			
	T ₃	8.89	1140			
	T _{dış yüzey}	8.66	1124			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	0,55	9,45	
	T _{iç yüzey}	18.77	2169			
	T ₁	19.97	2063			
	T ₂	17.12	1949			
	T ₃	3.62	790			
	T _{dış yüzey}	3.28	774			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,55	11,22	
	T _{iç yüzey}	18.54	2129			
	T ₁	17.59	2012			
	T ₂	16.58	1888			
	T ₃	0.55	633			
	T _{dış yüzey}	0.15	615			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,55	14,04	
	T _{iç yüzey}	18.17	2089			
	T ₁	16.99	1900			
	T ₂	15.72	1783			
	T ₃	-4.34	492			
	T _{dış yüzey}	-4.84	468			
	T _{dış}	-5.40	415			



Şekil 4.18.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS Kullanılması

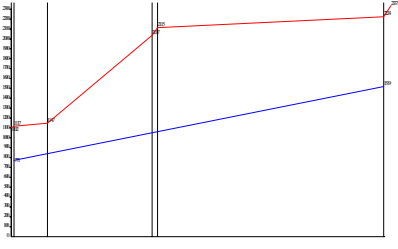
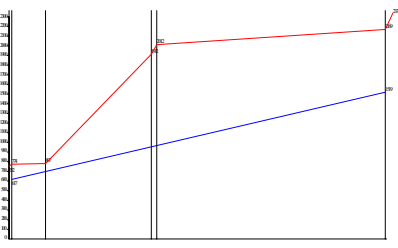
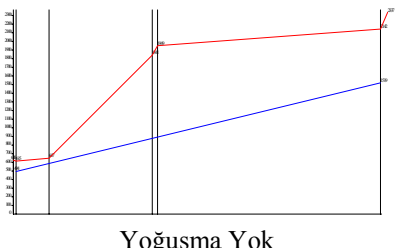
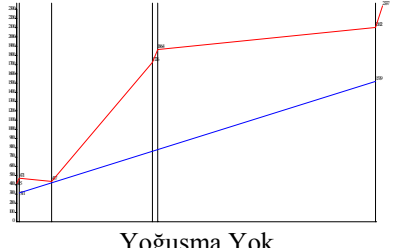


Şekil 4.18.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS Kullanılması Durumu Kesiti



Şekil 4.18.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.21 O.L.L. ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydınlık)	T _{iç}	20.00	2337	0,53	6,13	 Yoğuşma Yok
	T _{iç yüzey}	19.20	2224			
	T ₁	18.36	2115			
	T ₂	17.80	2037			
	T ₃	9.05	1147			
	T _{dış yüzey}	8.65	1117			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	0,53	9,03	 Yoğuşma Yok
	T _{iç yüzey}	18.83	2169			
	T ₁	17.58	2012			
	T ₂	16.76	1912			
	T ₃	3.86	807			
	T _{dış yüzey}	3.26	774			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,53	10,72	 Yoğuşma Yok
	T _{iç yüzey}	18.61	2142			
	T ₁	17.12	1949			
	T ₂	16.16	1841			
	T ₃	0.84	647			
	T _{dış yüzey}	0.13	615			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,53	13,41	 Yoğuşma Yok
	T _{iç yüzey}	18.26	2102			
	T ₁	16.40	1864			
	T ₂	15.19	1726			
	T ₃	-3.97	437			
	T _{dış yüzey}	-4.86	471			
	T _{dış}	-5.40	415			

4.7. Dikmeler Arası 0.05 m'lik EPS Yalıtım Malzemesi Kullanılması

Hazırlanan her üç kesitte de dikmeler arası boşluğa iç yüzeye dayalı 0.05 m kalınlığında EPS kullanılmasıyla kesitin ısı konfor açısından performansı ve kesitleri 4 farklı derece gün bölgesine göre karşılaştırılması amaçlanmıştır. Her bir kesitin yüzey sıcaklıkları ve yoğuşma hesabı TS 825'den 4 bölgeyi temsilen seçilen illerin ocak ayı ortalama dış ortam sıcaklık değerleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

- **Dışta Ahşap Yonga Levha, İçte Alçı Levha Kaplanması**

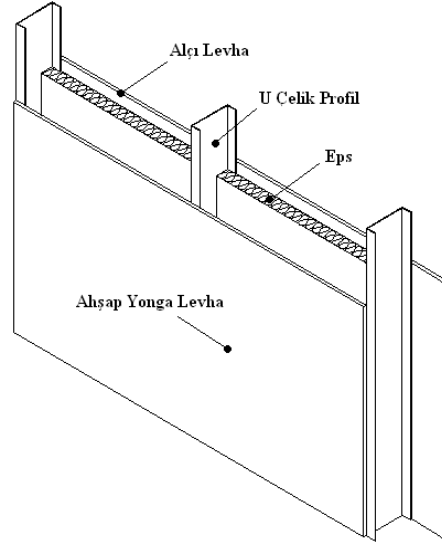
Ahşap yonga levha ve alçı levha kaplamalı kesit içerisinde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.19 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 6.41 W/m^2 , 2.bölgede; 9.45 W/m^2 , 3.bölgede; 11.22 W/m^2 , 4.bölgede 14.04 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 1.bölgede yoğuşma olmadığı, 2. 3. ve 4.bölgede ise yoğuşma olduğu Çizelge 4.22'de görülmüştür.

- **Dışta Elyaf Kaplı Çimento Levha, İçte Ahşap Yonga Levha Kaplanması**

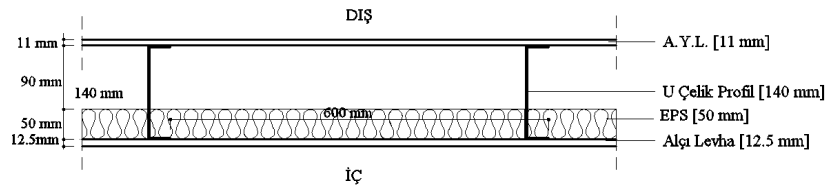
Elyaf kaplı çimento levha ve ahşap yonga levha kaplamalı kesit içerisinde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.20 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 6.41 W/m^2 , 2.bölgede; 9.45 W/m^2 , 3.bölgede; 11.22 W/m^2 , 4.bölgede 14.04 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.23'te görülmüştür.

- **Dışta Çimentolu Yonga Levha, İçte Odun Lifli Levha Kaplanması**

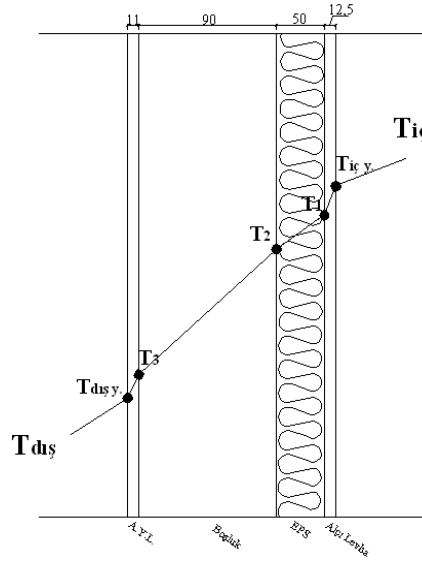
Çimentolu yonga levha ve odun lifli levha kaplamalı kesit içerisinde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.21 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.53 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 6.13 W/m^2 , 2.bölgede; 9.03 W/m^2 , 3.bölgede; 10.72 W/m^2 , 4.bölgede 13.41 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.24'te görülmüştür.



Şekil 4.19.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS Kullanılması

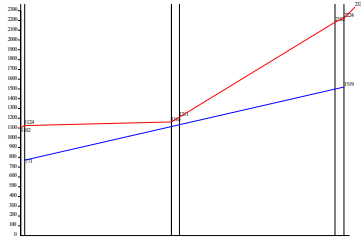
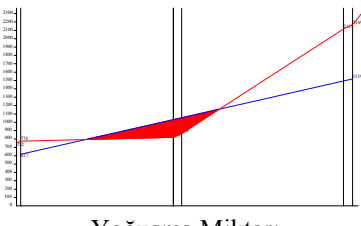
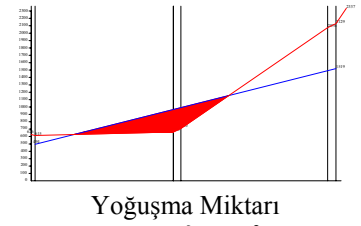
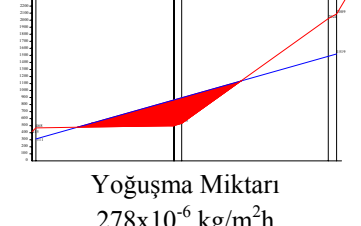


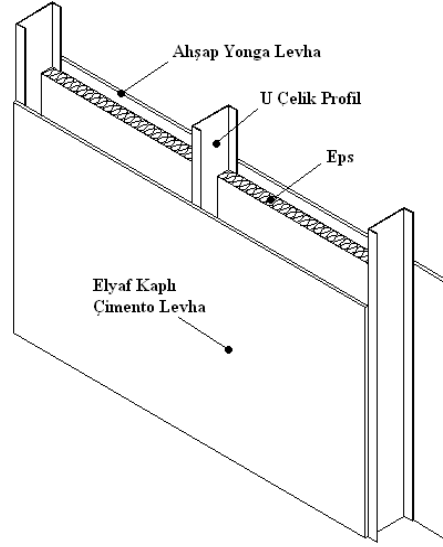
Şekil 4. 19.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS Kullanılması Durumu Kesiti



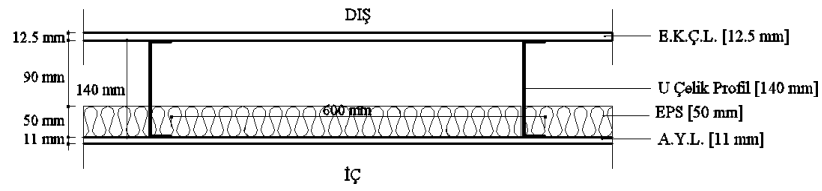
Şekil 4.19.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.22 A.Y.L. ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

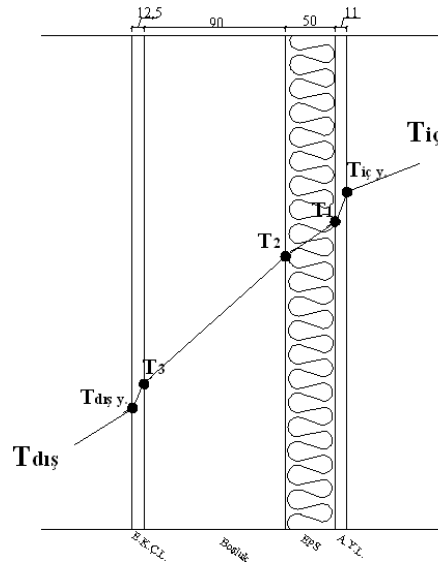
Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFIĞİ
1. BÖLGE (Aydınlık)	T _{iç}	20.00	2337	0,55	6,41	 Yoğuşma Yok
	T _{iç yüzey}	19.17	2224			
	T ₁	18.94	2182			
	T ₂	9.78	1211			
	T ₃	9.20	1163			
	T _{dış yüzey}	8.66	1124			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.0	2337	0,55	9,45	 Yoğuşma Miktarı 154x10 ⁻⁶ kg/m ² h
	T _{iç yüzey}	18.77	2169			
	T ₁	18.43	2115			
	T ₂	4.93	866			
	T ₃	4.08	819			
	T _{dış yüzey}	3.28	774			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.0	2337	0,55	11,22	 Yoğuşma Miktarı 224x10 ⁻⁶ kg/m ² h
	T _{iç yüzey}	18.54	21129			
	T ₁	18.14	2076			
	T ₂	2.11	710			
	T ₃	1.10	661			
	T _{dış yüzey}	0.15	615			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,55	14,04	 Yoğuşma Miktarı 278x10 ⁻⁶ kg/m ² h
	T _{iç yüzey}	18.17	2089			
	T ₁	17.67	2024			
	T ₂	-2.39	535			
	T ₃	-3.65	500			
	T _{dış yüzey}	-4.84	468			
	T _{dış}	-5.40	415			



Şekil 4.20.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS Kullanılması

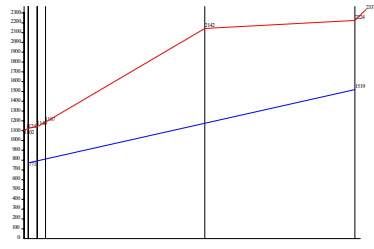
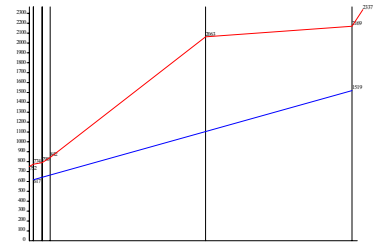
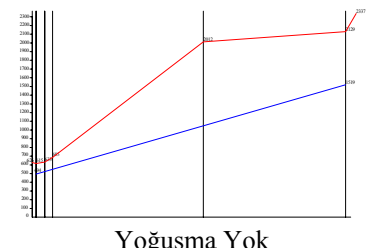
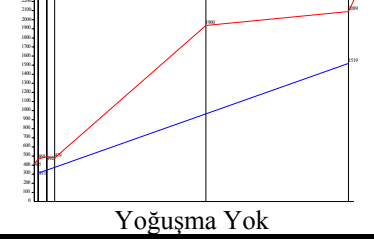


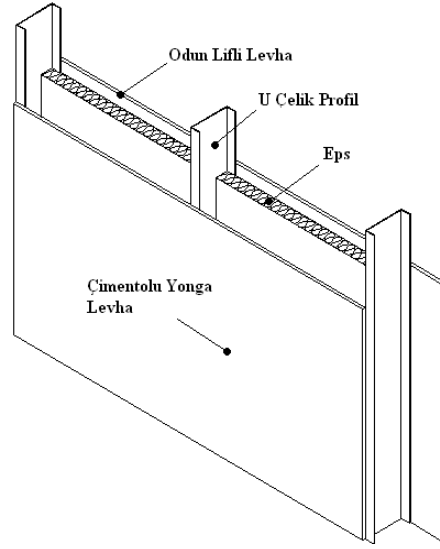
Şekil 4.20.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS Kullanılması Durumu Kesiti



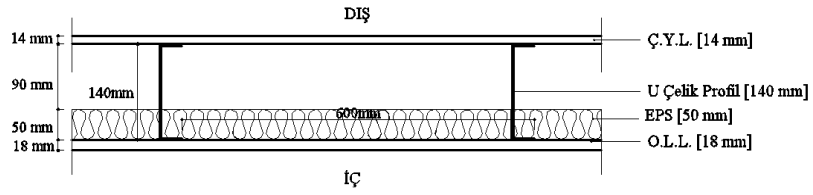
Şekil 4.20.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.23 E.K.Ç.L. ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

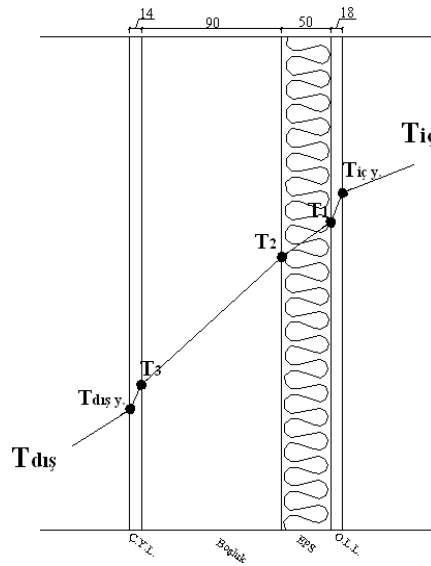
Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydınlık)	T _{iç}	20.00	2337	0,55	6,41	
	T _{iç yüzey}	19.17	2224			
	T ₁	18.62	2142			
	T ₂	9.46	1187			
	T ₃	8.89	1140			
	T _{dış yüzey}	8.66	1124			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	0,55	9,45	
	T _{iç yüzey}	18.77	2169			
	T ₁	17.97	2063			
	T ₂	4.47	842			
	T ₃	3.62	790			
	T _{dış yüzey}	3.28	774			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,55	11,22	
	T _{iç yüzey}	18.54	2129			
	T ₁	17.59	2012			
	T ₂	1.56	685			
	T ₃	0.55	633			
	T _{dış yüzey}	0.15	615			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,55	14,04	
	T _{iç yüzey}	18.17	2089			
	T ₁	16.99	1900			
	T ₂	-3.07	479			
	T ₃	-4.34	492			
	T _{dış yüzey}	-4.84	468			
	T _{dış}	-5.40	415			



Şekil 4.21.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS Kullanılması

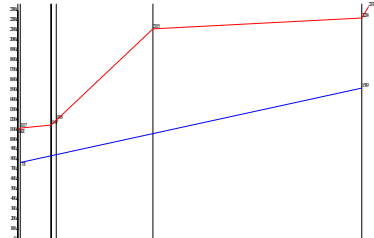
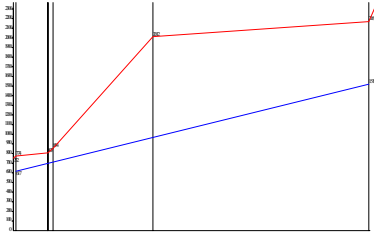
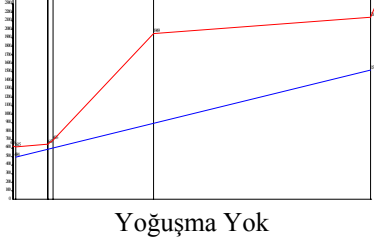
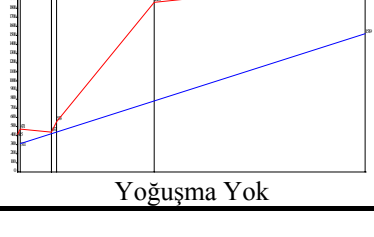


Şekil 4.21.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS Kullanılması Durumu Kesiti



Şekil 4.21.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.24 O.L.L. ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	T _{iç}	20.00	2337	0,53	6,13	
	T _{iç yüzey}	19.20	2224			
	T ₁	18.36	2115			
	T ₂	9.60	1195			
	T ₃	9.05	1147			
	T _{dış yüzey}	8.65	1117			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	0,53	9,03	
	T _{iç yüzey}	18.83	2169			
	T ₁	17.58	2012			
	T ₂	4.68	854			
	T ₃	3.86	807			
	T _{dış yüzey}	3.26	774			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,53	10,72	
	T _{iç yüzey}	18.61	2142			
	T ₁	17.12	1949			
	T ₂	1.81	695			
	T ₃	0.84	647			
	T _{dış yüzey}	0.13	615			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,53	13,41	
	T _{iç yüzey}	18.26	2102			
	T ₁	16.40	1864			
	T ₂	-2.76	553			
	T ₃	-3.97	437			
	T _{dış yüzey}	-4.86	471			
	T _{dış}	-5.40	415			

4.8. Dikmeler Arası 0.14 m'lik Mineral Yün, Dışta XPS Yalıtım Malzemesi Kullanılması

Hazırlanan her üç kesitte de iç yüzeyde buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.14 m kalınlığında mineral yünü, dış yüzeyde XPS kullanılmasıyla kesitin ısı konfor açısından performansı ve kesitleri 4 farklı derece gün bölgesine göre karşılaştırılması amaçlanmıştır. Duvarlarda kullanılan hafif çelik dikmelerin ısı köprüsü oluşturması nedeniyle hazırlanan kesit üzerine dışarıdan yalıtım malzemesi kullanılması durumu incelenmiştir.

- **Dışta Ahşap Yonga Levha, İçte Alçı Levha Kaplanması**

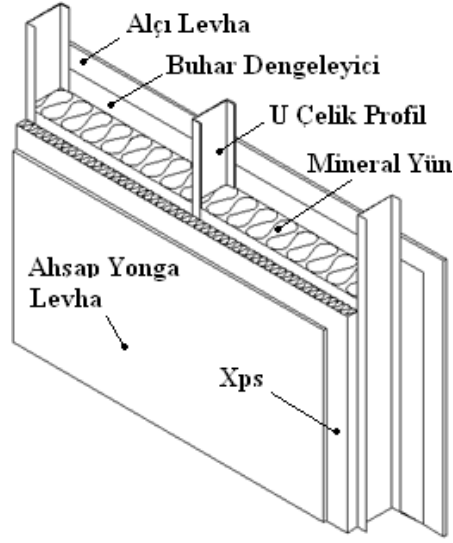
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.14 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.22 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.19 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 2.22 W/m², 2.bölgede; 3.28 W/m², 3.bölgede; 3.89 W/m², 4.bölgede 4.87 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 1.bölgede yoğuşma olmadığı, 2. 3. ve 4.bölgede ise yoğuşma olduğu Çizelge 4.25'te görülmüştür.

- **Dışta Elyaf Kaplı Çimento Levha, İçte Ahşap Yonga Levha Kaplanması**

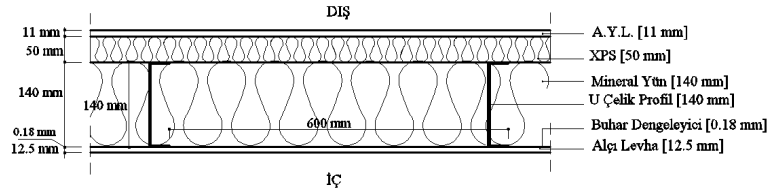
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.14 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.23 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.19 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 2.22 W/m², 2.bölgede; 3.28 W/m², 3.bölgede; 3.89 W/m², 4.bölgede 4.87 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 1. Ve 2.bölgede yoğuşma olmadığı, 3. ve 4.bölgede ise yoğuşma olduğu Çizelge 4.26'da görülmüştür.

- **Dışta Çimentolu Yonga Levha, İçte Odun Lifli Levha Kaplanması**

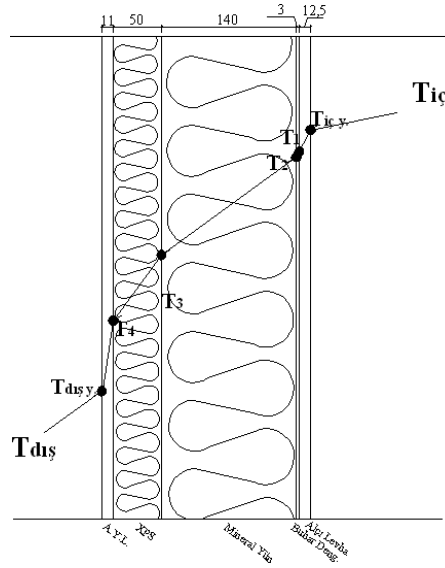
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.14 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.24 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.19 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 2.19 W/m², 2.bölgede; 3.22 W/m², 3.bölgede; 3.83 W/m², 4.bölgede 4.79 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 1. ve 2.bölgede yoğuşma olmadığı, 3. ve 4.bölgede ise yoğuşma olduğu Çizelge 4.27'de görülmüştür.



Şekil 4.22.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Xps Kullanılması

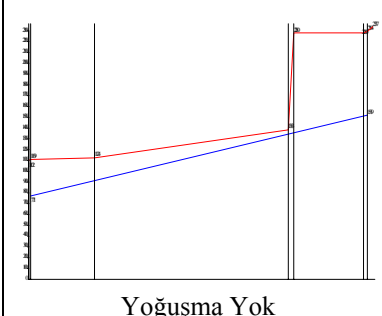
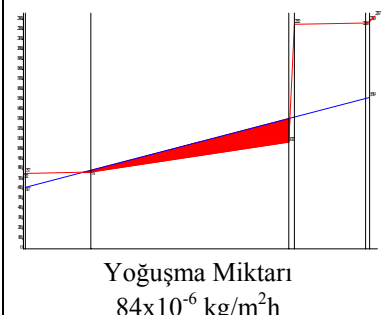
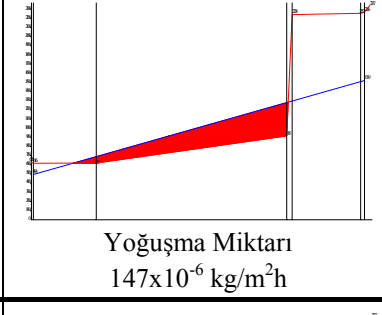
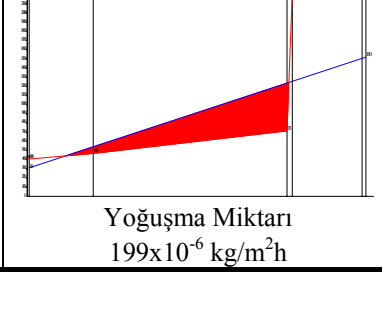


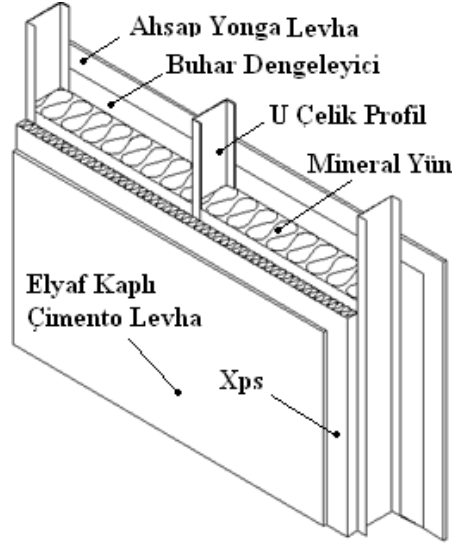
Şekil 4.22.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Xps Kullanılması Durumu Kesiti



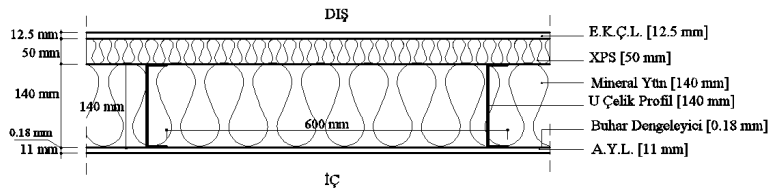
Şekil 4.22.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Xps Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.25 A.Y.L. ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

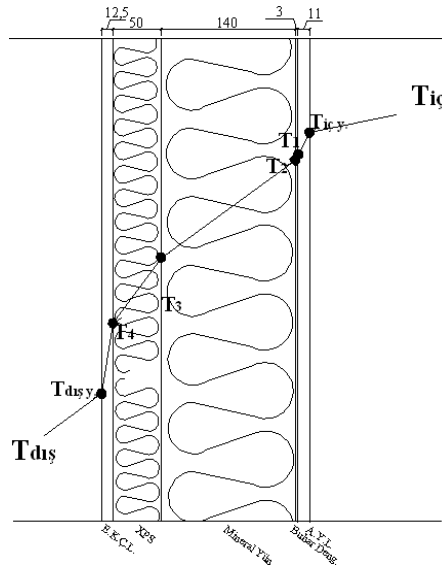
Derece Gün Bölgesi	Yüzeý Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m²K)	q (W/m²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	T _{iç}	20.00	2337	0,19	2,22	
	T _{iç yüzey}	19.71	2294			
	T ₁	19.63	2280			
	T ₂	19.63	2280			
	T ₃	11.85	1383			
	T ₄	8.68	1124			
	T _{dış yüzey}	8.49	1109			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	0,19	3,28	
	T _{iç yüzey}	19.57	2280			
	T ₁	19.46	2266			
	T ₂	19.45	2252			
	T ₃	7.99	1072			
	T ₄	3.31	771			
	T _{dış yüzey}	3.03	757			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,19	3,89	
	T _{iç yüzey}	19.49	2266			
	T ₁	19.36	2252			
	T ₂	19.35	2238			
	T ₃	5.74	915			
	T ₄	0.18	619			
	T _{dış yüzey}	-0.14	616			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,19	4,87	
	T _{iç yüzey}	19.37	2252			
	T ₁	19.19	2224			
	T ₂	19.19	2224			
	T ₃	2.16	715			
	T ₄	-4.79	468			
	T _{dış yüzey}	-5.21	408			
	T _{dış}	-5.40	415			



Şekil 4.23.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması

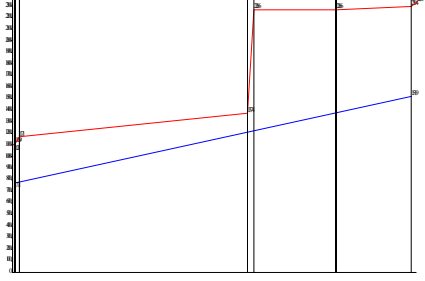
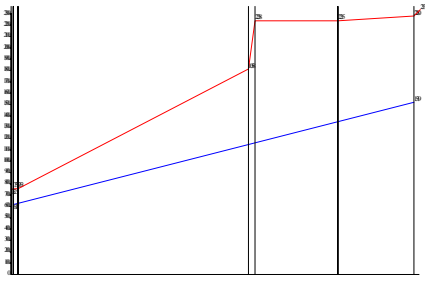
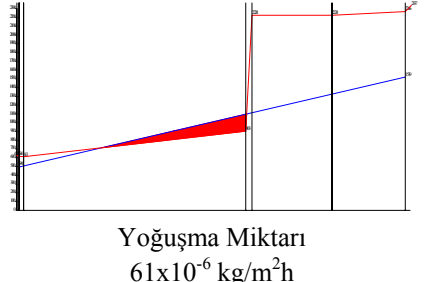
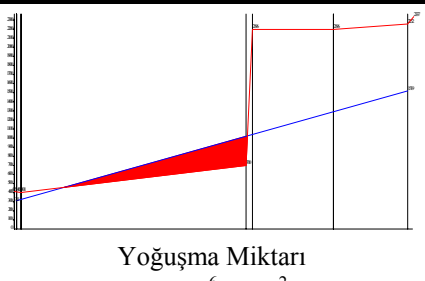


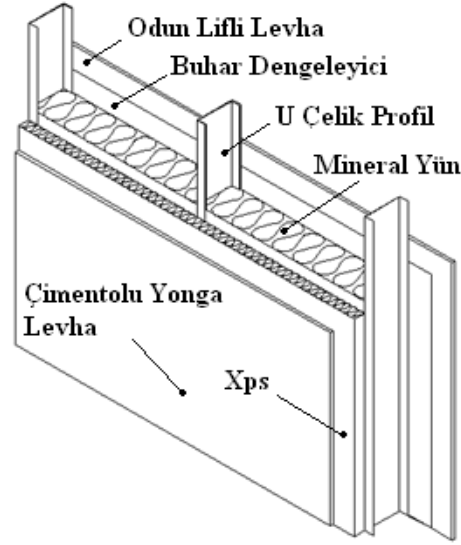
Şekil 4.23.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti



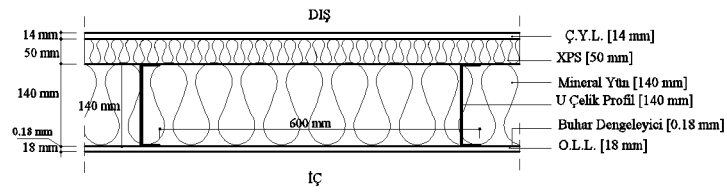
Şekil 4.23.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.26 E.K.Ç.L. ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

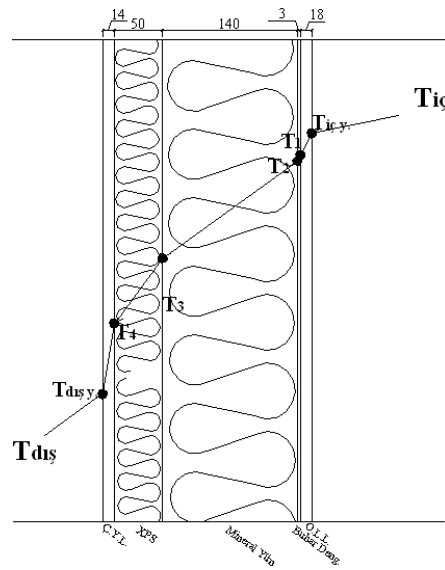
Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	T _{iç}	20.00	2337	0,19	2,22	
	T _{iç yüzey}	19.71	2294			
	T ₁	19.52	2266			
	T ₂	19.52	2266			
	T ₃	11.74	1374			
	T ₄	8.57	1117			
	T _{dış yüzey}	8.49	1109			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	0,19	3,28	
	T _{iç yüzey}	19.57	2280			
	T ₁	19.30	2235			
	T ₂	19.29	2238			
	T ₃	7.83	1058			
	T ₄	3.15	763			
	T _{dış yüzey}	3.03	757			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,19	3,89	
	T _{iç yüzey}	19.49	2266			
	T ₁	19.17	2224			
	T ₂	19.16	2224			
	T ₃	5.55	903			
	T ₄	-0.01	611			
	T _{dış yüzey}	-0.14	616			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,19	4,87	
	T _{iç yüzey}	19.37	2252			
	T ₁	18.96	2196			
	T ₂	18.95	2196			
	T ₃	1.92	700			
	T ₄	-5.03	401			
	T _{dış yüzey}	-5.21	408			
	T _{dış}	-5.40	415			



Şekil 4.24.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması

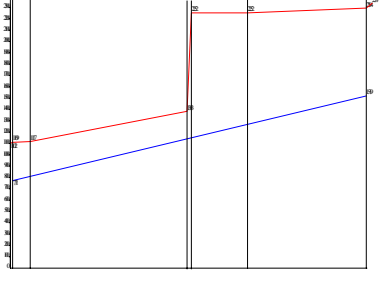
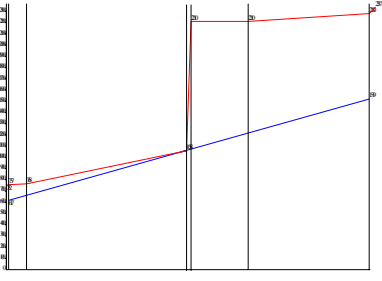
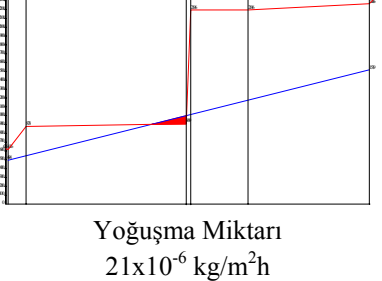
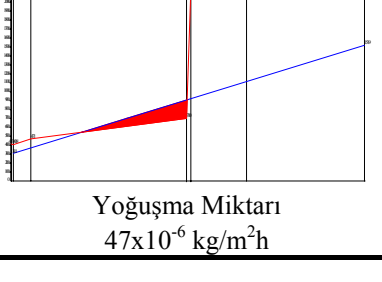


Şekil 4.24.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti



Şekil 4.24.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.27 O.L.L. ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	T _{iç}	20.00	2337	0,18	2,19	 <p>Yoğuşma Yok</p>
	T _{iç yüzey}	19.72	2295			
	T ₁	19.41	2252			
	T ₂	19.41	2252			
	T ₃	11.76	1383			
	T ₄	8.63	1117			
	T _{dış yüzey}	8.49	1109			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.0	2337	0,18	3,22	 <p>Yoğuşma Yok</p>
	T _{iç yüzey}	19.58	2280			
	T ₁	19.13	2210			
	T ₂	19.13	2210			
	T ₃	7.85	1058			
	T ₄	3.24	768			
	T _{dış yüzey}	3.03	757			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,18	3,83	 <p>Yoğuşma Miktarı 21x10⁻⁶ kg/m²h</p>
	T _{iç yüzey}	19.50	2266			
	T ₁	18.97	2196			
	T ₂	18.97	2196			
	T ₃	5.58	909			
	T ₄	0.11	878			
	T _{dış yüzey}	-0.15	616			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,18	4,79	 <p>Yoğuşma Miktarı 47x10⁻⁶ kg/m²h</p>
	T _{iç yüzey}	19.38	2252			
	T ₁	18.71	2155			
	T ₂	18.71	2155			
	T ₃	1.95	706			
	T ₄	-4.89	471			
	T _{dış yüzey}	-5.21	408			
	T _{dış}	-5.40	415			

4.9. Dikmeler Arası 0.14 m'lik EPS, Dışta XPS Yalıtım Malzemesi Kullanılması

Hazırlanan her üç kesitte de iç yüzeyde buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.14 m kalınlığında EPS, dış yüzeyde XPS kullanılmasıyla kesitin ısı konfor açısından performansı ve kesitleri 4 farklı derece gün bölgesine göre karşılaştırılması amaçlanmıştır. Duvarlarda kullanılan hafif çelik dikmelerin ısı köprüsü oluşturması nedeniyle hazırlanan kesit üzerine dışarıdan yalıtım malzemesi kullanılması durumu incelenmiştir.

- **Dışta Ahşap Yonga Levha, İçte Alçı Levha Kaplanması**

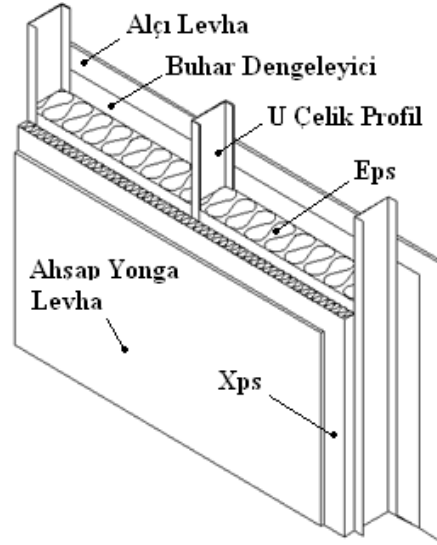
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.14 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.25 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 2.03 W/m^2 , 2.bölgede; 2.99 W/m^2 , 3.bölgede; 3.55 W/m^2 , 4.bölgede 4.44 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 1.bölgede yoğuşma olmadığı, 2. 3. ve 4.bölgede ise yoğuşma olduğu Çizelge 4.28'de görülmüştür.

- **Dışta Elyaf Kaplı Çimento Levha, İçte Ahşap Yonga Levha Kaplanması**

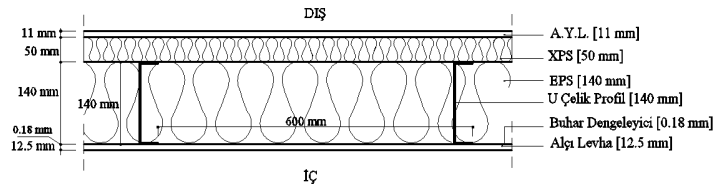
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.14 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.26 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 2.03 W/m^2 , 2.bölgede; 2.99 W/m^2 , 3.bölgede; 3.55 W/m^2 , 4.bölgede 4.44 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 1. Ve 2.bölgede yoğuşma olmadığı, 3. ve 4.bölgede ise yoğuşma olduğu Çizelge 4.29'da görülmüştür.

- **Dışta Çimentolu Yonga Levha, İçte Odun Lifli Levha Kaplanması**

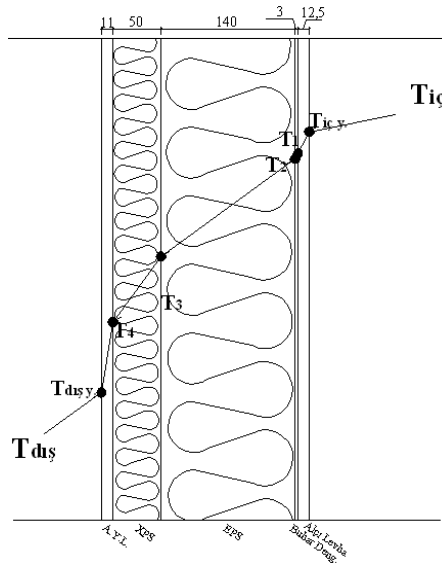
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.14 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.27 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 2.00 W/m^2 , 2.bölgede; 2.95 W/m^2 , 3.bölgede; 3.50 W/m^2 , 4.bölgede 4.38 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 1. Ve 2.bölgede yoğuşma olmadığı, 3. ve 4.bölgede ise yoğuşma olduğu Çizelge 4.30'da görülmüştür.



Şekil 4.25.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta XPS Kullanılması

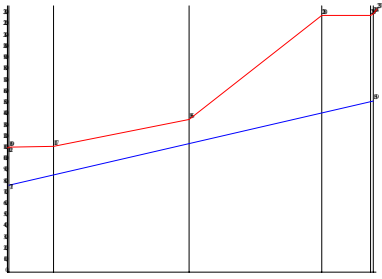
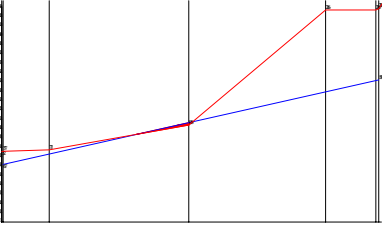
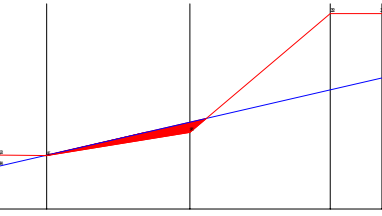
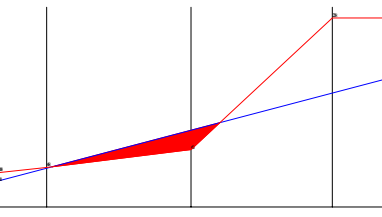


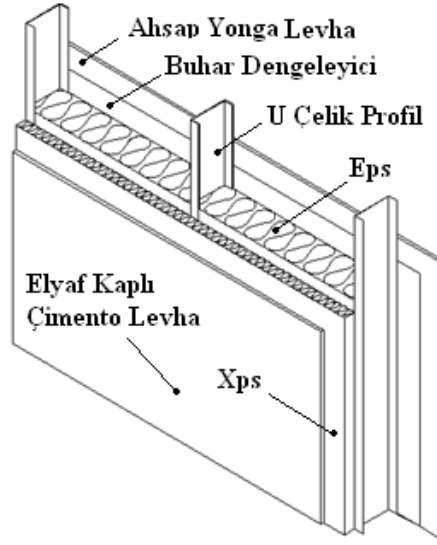
Şekil 4.25.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti



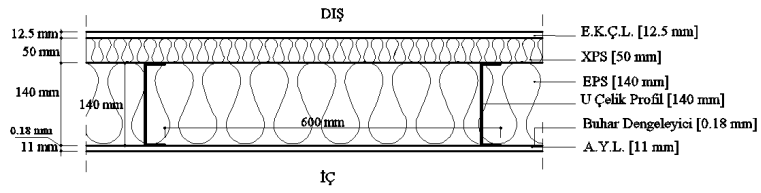
Şekil 4.25.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.28 A.Y.L. ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

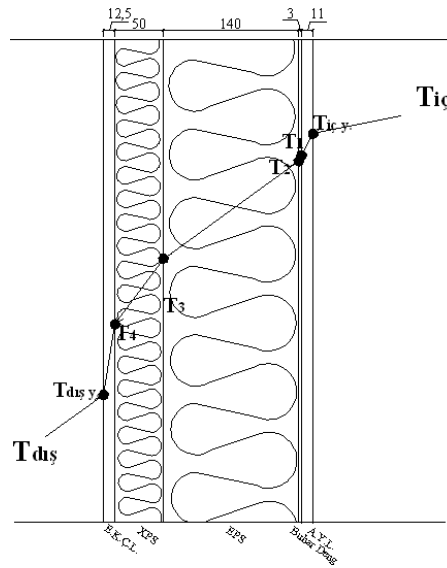
Derece Gün Bölgesi	Yüze Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	T _{iç}	20.00	2337	0,17	2,03	 Yoğuşma Yok
	T _{iç yüzey}	19.74	2294			
	T ₁	19.66	2280			
	T ₂	19.66	2280			
	T ₃	11.55	1356			
	T ₄	8.65	1117			
	T _{dış yüzey}	8.48	1109			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	0,17	2,99	 Yoğuşma Miktarı 5x10 ⁻⁶ kg/m ² h
	T _{iç yüzey}	19.61	2280			
	T ₁	19.50	2266			
	T ₂	19.50	2266			
	T ₃	7.54	1036			
	T ₄	3.27	771			
	T _{dış yüzey}	3.02	757			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,17	3,55	 Yoğuşma Miktarı 13x10 ⁻⁶ kg/m ² h
	T _{iç yüzey}	19.54	2266			
	T ₁	19.41	2252			
	T ₂	19.41	2252			
	T ₃	5.21	814			
	T ₄	0.14	615			
	T _{dış yüzey}	-0.16	621			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,17	4,44	 Yoğuşma Miktarı 45x10 ⁻⁶ kg/m ² h
	T _{iç yüzey}	19.42	2252			
	T ₁	19.26	2238			
	T ₂	19.26	2238			
	T ₃	1.50	680			
	T ₄	-4.85	468			
	T _{dış yüzey}	-5.22	408			
	T _{dış}	-5.40	415			



Şekil 4.26.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta XPS Kullanılması

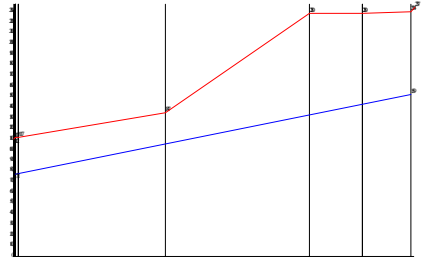
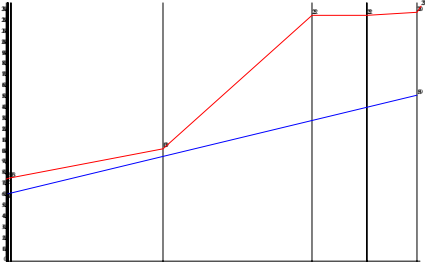
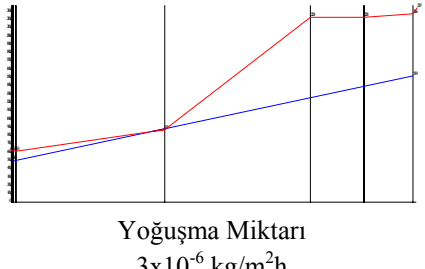
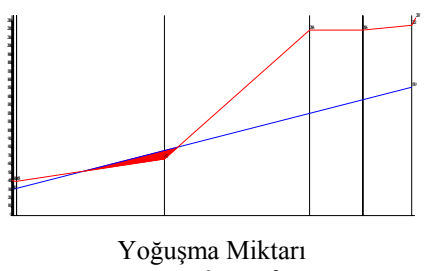


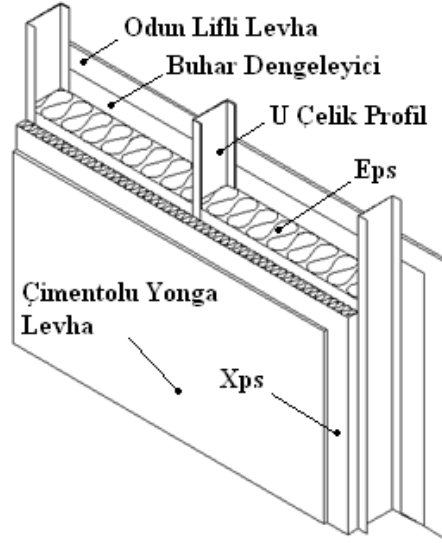
Şekil 4.26.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti



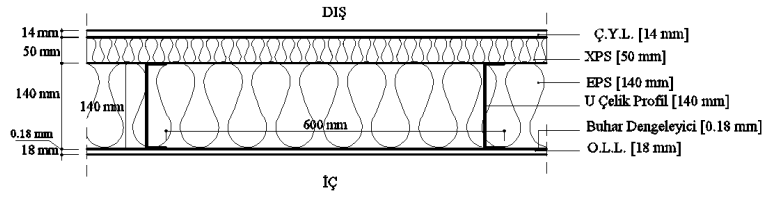
Şekil 4.26.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.29 E.K.Ç.L. ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

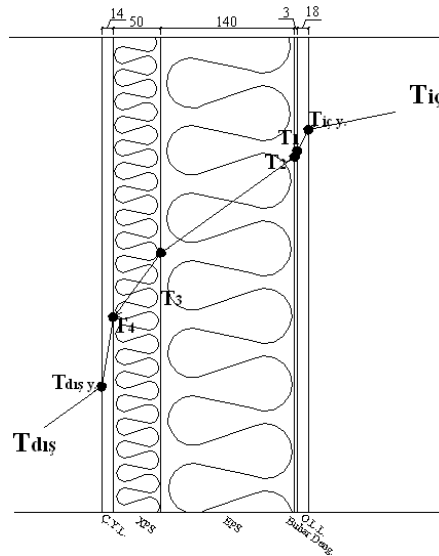
Derece Gün Bölgesi	Yüze y Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	T _{iç}	20.00	2337	0,17	2,03	
	T _{iç yüzey}	19.74	2294			
	T ₁	19.56	2280			
	T ₂	19.56	2280			
	T ₃	11.45	1347			
	T ₄	8.55	1117			
	T _{dış yüzey}	8.48	1117			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	0,17	2,99	
	T _{iç yüzey}	19.61	2280			
	T ₁	19.36	2252			
	T ₂	19.36	2252			
	T ₃	7.40	1029			
	T ₄	3.13	763			
	T _{dış yüzey}	3.02	757			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,17	3,55	
	T _{iç yüzey}	19.54	2266			
	T ₁	19.24	2224			
	T ₂	19.24	2224			
	T ₃	5.04	872			
	T ₄	-0.03	611			
	T _{dış yüzey}	-0.16	621			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,17	4,44	
	T _{iç yüzey}	19.42	2252			
	T ₁	19.05	2196			
	T ₂	19.04	2196			
	T ₃	1.28	671			
	T ₄	-5.06	405			
	T _{dış yüzey}	-5.22	408			
	T _{dış}	-5.40	415			



Şekil 4.27.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta XPS Kullanılması



Şekil 4.27.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti



Şekil 4.27.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.30 O.L.L. ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFIĞI
1. BÖLGE (Aydın)	T _{iç}	20.00	2337	0,16	2,00	<p>Yoğuşma Yok</p>
	T _{iç yüzey}	19.74	2294			
	T ₁	19.46	2266			
	T ₂	19.46	2266			
	T ₃	11.47	1356			
	T ₄	8.61	1117			
	T _{dış yüzey}	8.48	1109			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	0,16	2,95	<p>Yoğuşma Yok</p>
	T _{iç yüzey}	19.62	2280			
	T ₁	19.21	2224			
	T ₂	19.21	2224			
	T ₃	7.42	1029			
	T ₄	3.21	768			
	T _{dış yüzey}	3.02	757			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,16	3,50	<p>Yoğuşma Yok</p>
	T _{iç yüzey}	19.55	2266			
	T ₁	19.06	2210			
	T ₂	19.06	2210			
	T ₃	5.07	878			
	T ₄	0.07	615			
	T _{dış yüzey}	-0.16	621			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,16	4,38	<p>Yoğuşma Miktarı 11x10⁻⁶ kg/m²h</p>
	T _{iç yüzey}	19.43	2252			
	T ₁	18.83	2169			
	T ₂	18.82	2169			
	T ₃	1.32	471			
	T ₄	-4.93	408			
	T _{dış yüzey}	-5.22				
	T _{dış}	-5.40	415			

4.10. Dikmeler Arası 0.05 m'lik EPS, Dışta XPS Yalıtım Malzemesi Kullanılması

Hazırlanan her üç kesitte de iç yüzeyde buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa iç yüzeye dayalı 0.05 m kalınlığında EPS, dış yüzeyde XPS kullanılmasıyla kesitin ısı konfor açısından performansı ve kesitleri 4 farklı derece gün bölgesine göre karşılaştırılması amaçlanmıştır. Her bir kesitin yüzey sıcaklıkları ve yoğuşma hesabı TS 825'den 4 bölgeyi temsilen seçilen illerin ocak ayı ortalama dış ortam sıcaklık değerleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

- **Dışta Ahşap Yonga Levha, İçte Alçı Levha Kaplanması**

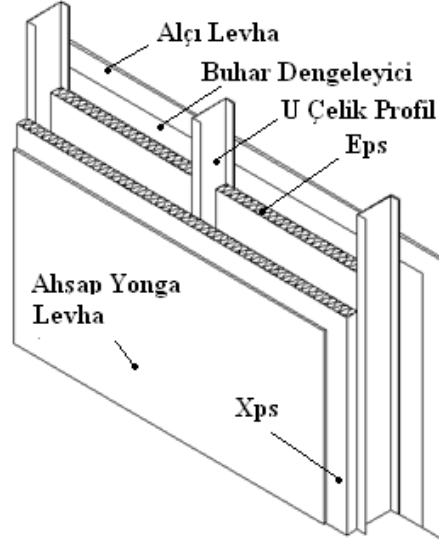
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.05 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.28 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.31 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 3.58 W/m^2 , 2.bölgede; 5.28 W/m^2 , 3.bölgede; 6.27 W/m^2 , 4.bölgede 7.84 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 1., 2. ve 3.bölgede yoğuşma olmadığı, 4.bölgede ise yoğuşma olduğu Çizelge 4.31'de görülmüştür.

- **Dışta Elyaf Kaplı Çimento Levha, İçte Ahşap Yonga Levha Kaplanması**

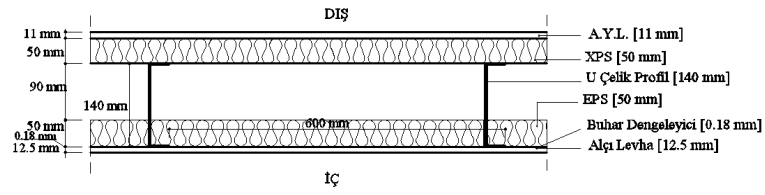
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.05 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.29 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.31 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 3.58 W/m^2 , 2.bölgede; 5.28 W/m^2 , 3.bölgede; 6.27 W/m^2 , 4.bölgede 7.84 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.32'de görülmüştür.

- **Dışta Çimentolu Yonga Levha, İçte Odun Lifli Levha Kaplanması**

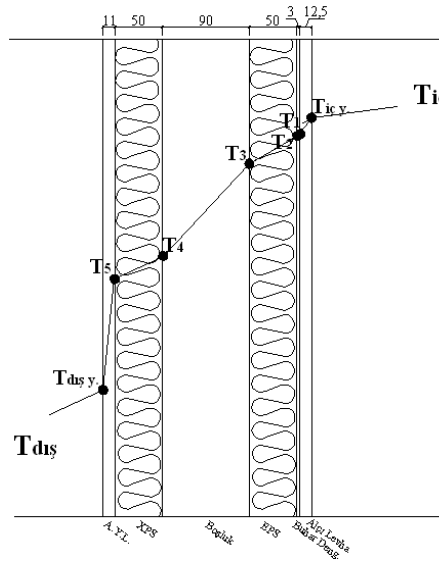
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.05 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.30 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.30 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 3.49 W/m^2 , 2.bölgede; 5.15 W/m^2 , 3.bölgede; 6.11 W/m^2 , 4.bölgede 7.64 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.33'de görülmüştür.



Şekil 4.28.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması

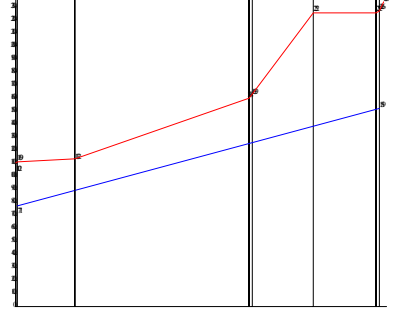
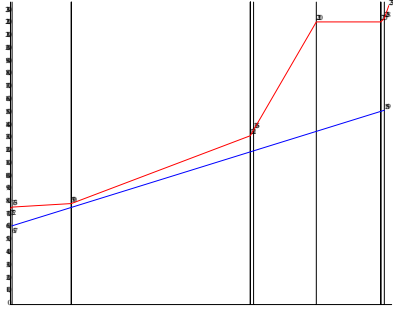
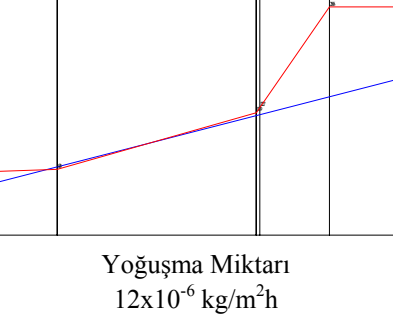
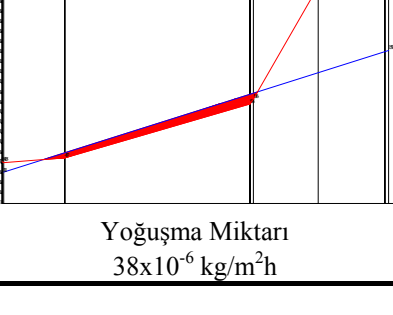


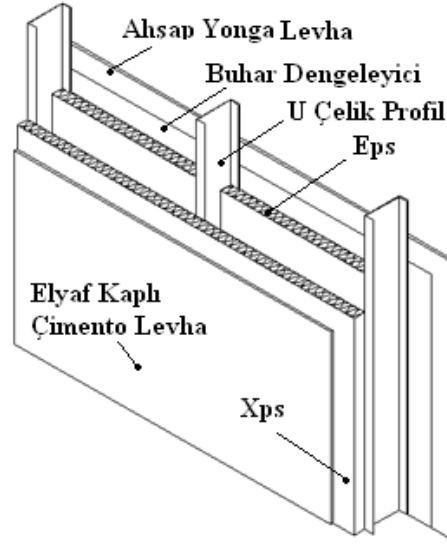
Şekil 4.28.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti



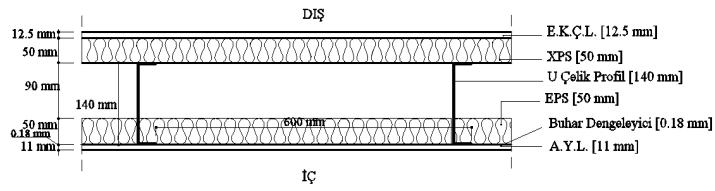
Şekil 4.28.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüze y sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.31 A.Y.L. ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

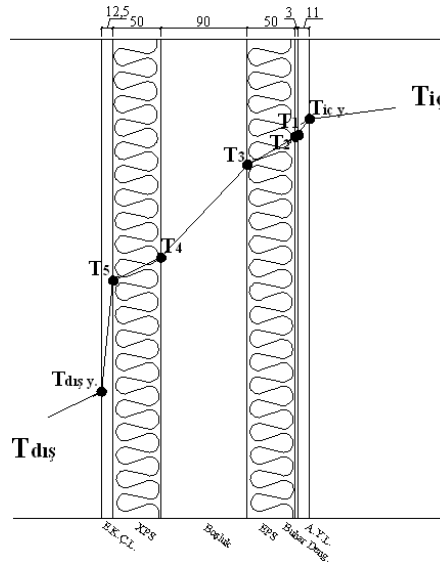
Derece Gün Bölgesi	YüzeY Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	T _{iç}	20.00	2337	0,31	3,58	
	T _{iç yüzey}	19.53	2266			
	T ₁	19.41	2252			
	T ₂	19.40	2252			
	T ₃	14.29	1629			
	T ₄	13.96	1598			
	T ₅	8.85	1132			
	T _{dış yüzey}	8.54	1109			
	T _{dış}	8.40	1102			
						Yoğuşma Yok
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	0,31	5,28	
	T _{iç yüzey}	19.31	2238			
	T ₁	19.12	2210			
	T ₂	19.12	2210			
	T ₃	11.58	1365			
	T ₄	11.10	1321			
	T ₅	3.56	790			
	T _{dış yüzey}	3.11	763			
	T _{dış}	2.90	752			
						Yoğuşma Yok
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,31	6,27	
	T _{iç yüzey}	19.19	2224			
	T ₁	18.96	2196			
	T ₂	18.96	2196			
	T ₃	10.00	1227			
	T ₄	9.44	1179			
	T ₅	0.48	633			
	T _{dış yüzey}	-0.05	611			
	T _{dış}	-0.30	626			
						Yoğuşma Miktarı 12x10 ⁻⁶ kg/m ² h
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,31	7,84	
	T _{iç yüzey}	18.98	2196			
	T ₁	18.70	2155			
	T ₂	18.69	2155			
	T ₃	7.49	1036			
	T ₄	6.78	988			
	T ₅	-4.42	452			
	T _{dış yüzey}	-5.09	405			
	T _{dış}	-5.40	415			
						Yoğuşma Miktarı 38x10 ⁻⁶ kg/m ² h



Şekil 4.29.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması

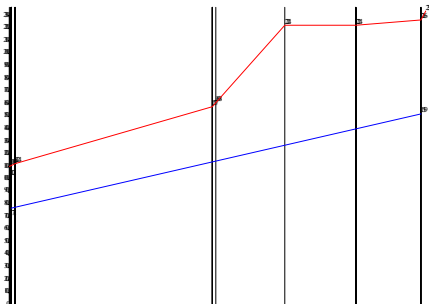
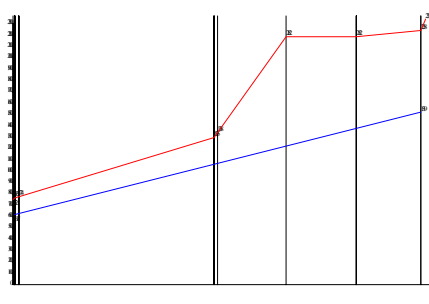
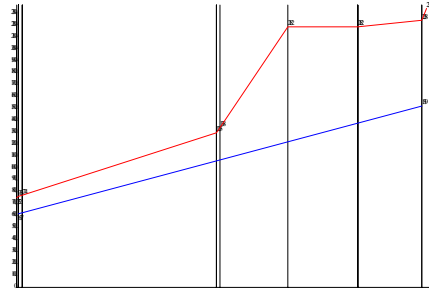
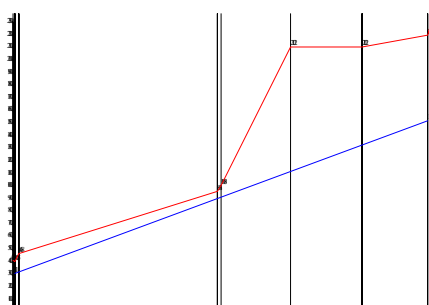


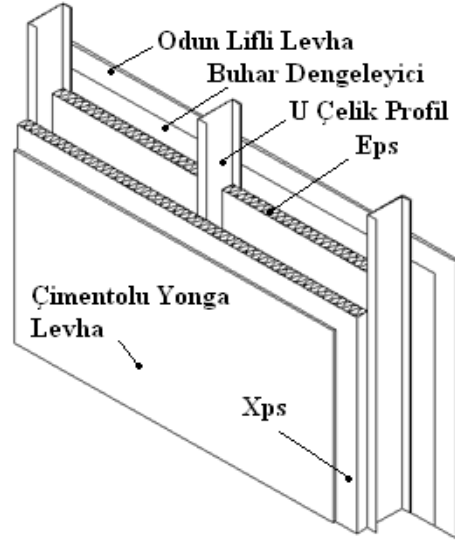
Şekil 4.29.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti



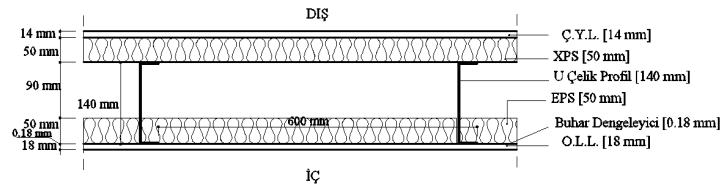
Şekil 4.29.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.32 E.K.Ç.L. ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

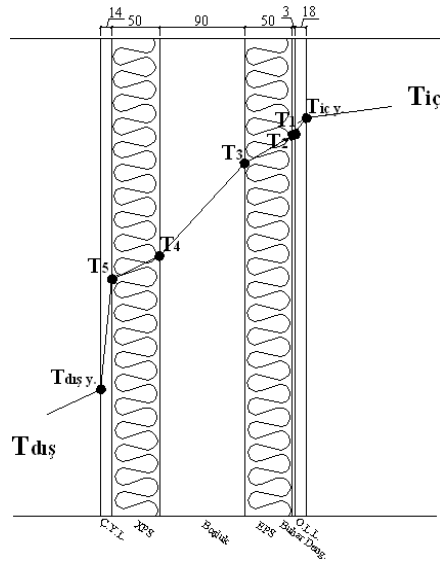
Derece Gün Bölgesi	Yüze y Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFIĞI
1. BÖLGE (Aydın)	T _{iç}	20.00	2337	0,31	3,58	
	T _{iç yüzey}	19.53	2266			
	T ₁	19.23	2224			
	T ₂	19.23	2224			
	T ₃	14.11	1608			
	T ₄	13.79	1577			
	T ₅	8.67	1124			
	T _{dış yüzey}	8.54	1109			
	T _{dış}	8.40	1102			
						Yoğuşma Yok
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	0,31	5,28	
	T _{iç yüzey}	19.31	2238			
	T ₁	18.87	2182			
	T ₂	18.86	2182			
	T ₃	11.32	1338			
	T ₄	10.84	1295			
	T ₅	3.30	774			
	T _{dış yüzey}	3.11	763			
	T _{dış}	2.90	752			
						Yoğuşma Yok
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,31	6,27	
	T _{iç yüzey}	19.19	2224			
	T ₁	18.65	2142			
	T ₂	18.65	2142			
	T ₃	9.69	1203			
	T ₄	9.13	1155			
	T ₅	0.17	619			
	T _{dış yüzey}	-0.05	611			
	T _{dış}	-0.30	626			
						Yoğuşma Yok
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,31	7,84	
	T _{iç yüzey}	18.98	2196			
	T ₁	18.32	2102			
	T ₂	18.31	2102			
	T ₃	7.11	1008			
	T ₄	6.40	961			
	T ₅	-4.81	468			
	T _{dış yüzey}	-5.09	405			
	T _{dış}	-5.40	415			
						Yoğuşma Yok



Şekil 4.30.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması

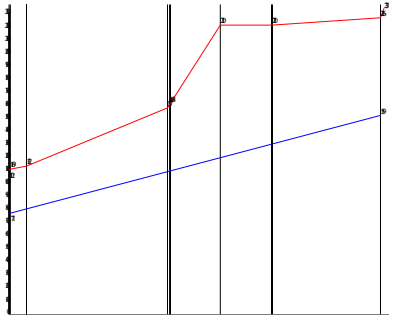
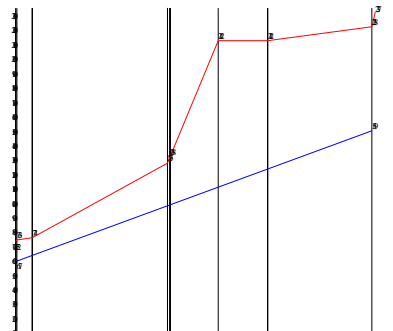
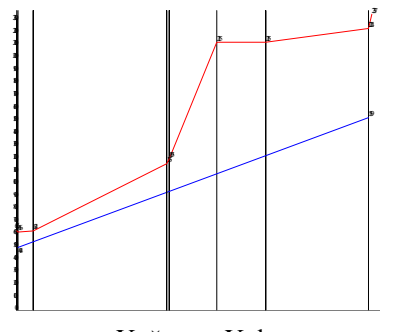
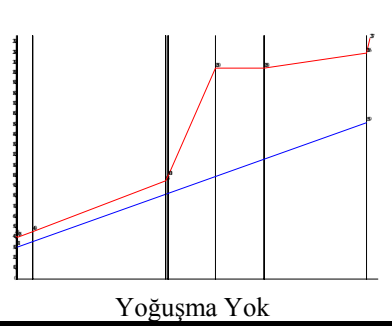


Şekil 4.30.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti



Şekil 4.30.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.33 O.L.L. ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

Derece Gün Bölgesi	Yüze yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	T _{iç}	20.00	2337	0,30	3,49	
	T _{iç yüzey}	19.55	2266			
	T ₁	19.06	2210			
	T ₂	19.06	2210			
	T ₃	14.07	1608			
	T ₄	13.76	1577			
	T ₅	8.77	1132			
	T _{dış yüzey}	8.54	1109			
	T _{dış}	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	T _{iç}	20.00	2337	0,30	5,15	
	T _{iç yüzey}	19.33	2238			
	T ₁	18.62	2142			
	T ₂	18.61	2142			
	T ₃	11.26	1338			
	T ₄	10.80	1295			
	T ₅	3.45	774			
	T _{dış yüzey}	3.11	763			
	T _{dış}	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	T _{iç}	20.00	2337	0,30	6,11	
	T _{iç yüzey}	19.21	2224			
	T ₁	18.36	2115			
	T ₂	18.36	2115			
	T ₃	9.63	1195			
	T ₄	9.08	1135			
	T ₅	0.35	624			
	T _{dış yüzey}	-0.06	616			
	T _{dış}	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	T _{iç}	20.00	2337	0,30	7,64	
	T _{iç yüzey}	19.01	2196			
	T ₁	17.95	2050			
	T ₂	17.94	2050			
	T ₃	7.02	1001			
	T ₄	6.33	954			
	T ₅	-4.58	460			
	T _{dış yüzey}	-5.09	405			
	T _{dış}	-5.40	415			

4.11. Dikmeler Arası Dış Yüzeğe Dayalı 0.05 m'lik EPS, Dışta XPS Yalıtım Malzemesi Kullanılması

Hazırlanan her üç kesitte de iç yüzeyde buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa dış yüzeğe dayalı 0.05 m kalınlığında EPS, dış yüzeyde XPS kullanılmasıyla kesitin ısı konfor açısından performansı ve kesitleri 4 farklı derece gün bölgesine göre karşılaştırılması amaçlanmıştır. Her bir kesitin yüzey sıcaklıkları ve yoğuşma hesabı TS 825'den 4 bölgeyi temsilen seçilen illerin ocak ayı ortalama dış ortam sıcaklık değerleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

- **Dışta Ahşap Yonga Levha, İçte Alçı Levha Kaplanması**

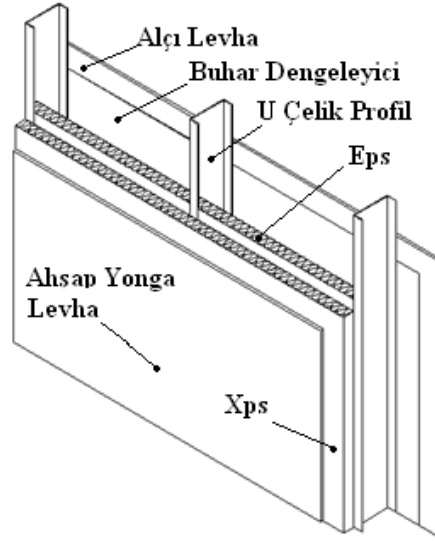
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.05 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.31 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.31 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 3.58 W/m², 2.bölgede; 5.28 W/m², 3.bölgede; 6.27 W/m², 4.bölgede 7.84 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 1., 2. ve 3.bölgede yoğuşma olmadığı, 4.bölgede ise yoğuşma olduğu Çizelge 4.34'te görülmüştür.

- **Dışta Elyaf Kaplı Çimento Levha, İçte Ahşap Yonga Levha Kaplanması**

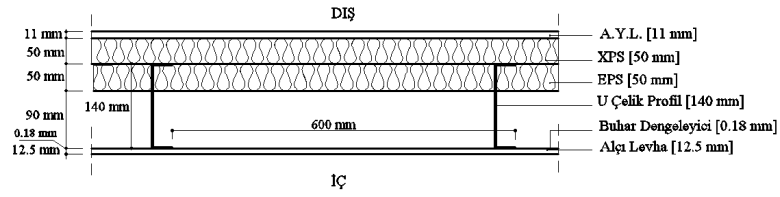
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.05 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.32 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.31 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 3.58 W/m², 2.bölgede; 5.28 W/m², 3.bölgede; 6.27 W/m², 4.bölgede 7.84 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.35'de görülmüştür.

- **Dışta Çimentolu Yonga Levha, İçte Odun Lifli Levha Kaplanması**

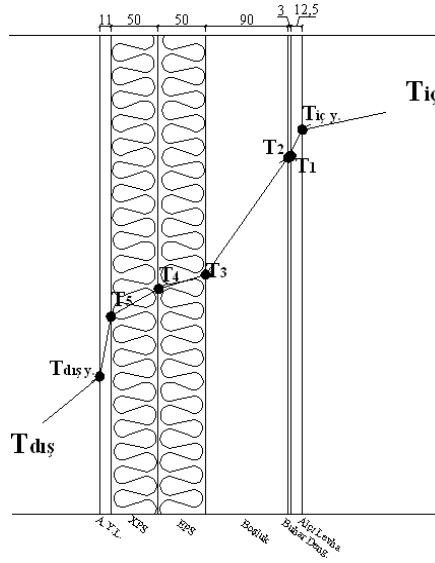
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.05 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.33 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.30 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 3.49 W/m², 2.bölgede; 5.15 W/m², 3.bölgede; 6.11 W/m², 4.bölgede 7.64 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.36'da görülmüştür.



Şekil 4.31.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarı Dışa Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması

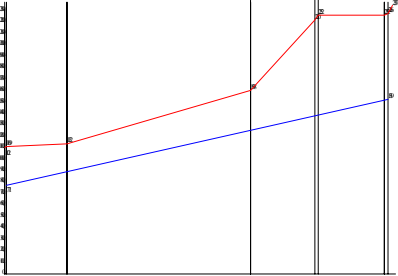
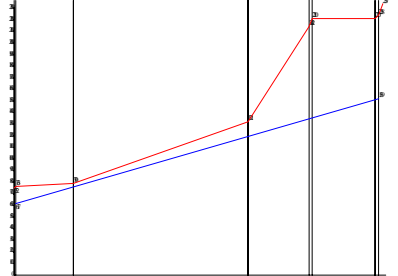
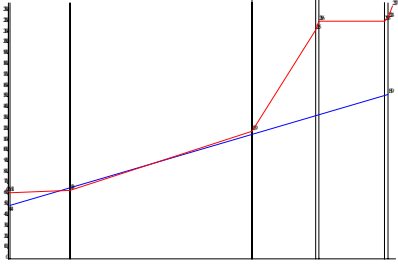
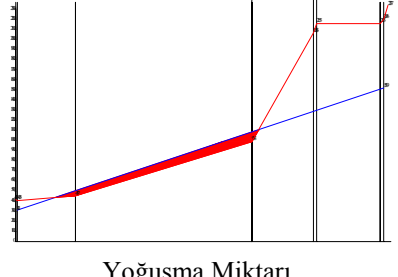


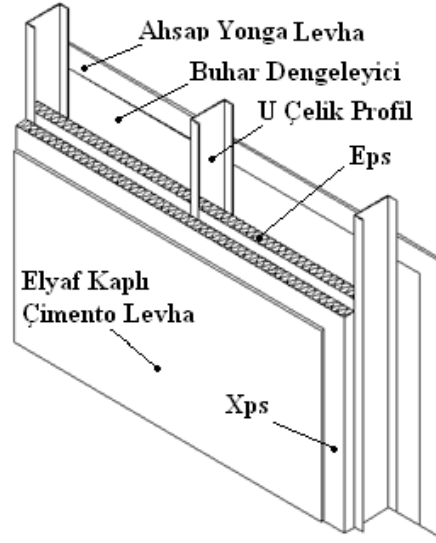
Şekil 4.31.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarı Dışa Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti



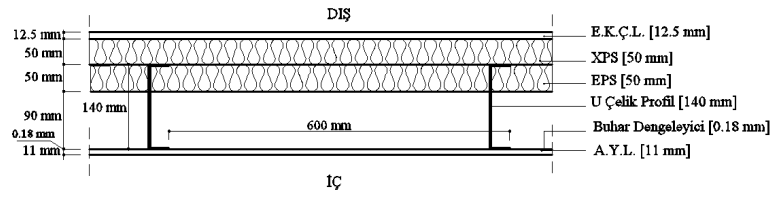
Şekil 4.31.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarı Dışa Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.34 A.Y.L. ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

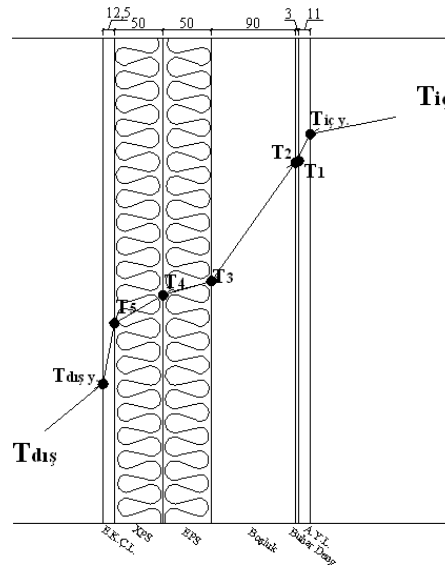
Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	Tiç	20.00	2337	0,31	3,58	
	Tiç yüzey	19.53	2266			
	T1	19.41	2252			
	T2	19.40	2252			
	T3	19.08	2210			
	T4	13.96	1598			
	T5	8.85	1132			
	Tdış yüzey	8.54	1109			
	Tdış	8.40	1102			
						Yoğuşma Yok
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.0	2337	0,31	5,28	
	Tiç yüzey	19.31	2238			
	T1	19.12	2210			
	T2	19.12	2210			
	T3	18.65	2142			
	T4	11.10	1321			
	T5	3.56	790			
	Tdış yüzey	3.11	763			
	Tdış	2.90	752			
						Yoğuşma Yok
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,31	6,27	
	Tiç yüzey	19.19	2224			
	T1	18.96	2196			
	T2	18.96	2196			
	T3	18.39	2115			
	T4	9.44	1179			
	T5	0.48	633			
	Tdış yüzey	0.05	611			
	Tdış	-0.30	626			
						Yoğuşma Miktarı 12x10 ⁻⁶ kg/m ² h
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,31	7,84	
	Tiç yüzey	18.98	2196			
	T1	18.70	2155			
	T2	18.69	2155			
	T3	17.99	2063			
	T4	6.78	988			
	T5	4.42	452			
	Tdış yüzey	5.09	405			
	Tdış	-5.40	415			
						Yoğuşma Miktarı 38x10 ⁻⁶ kg/m ² h



Şekil 4.32.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması

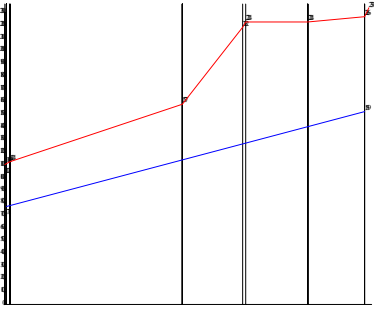
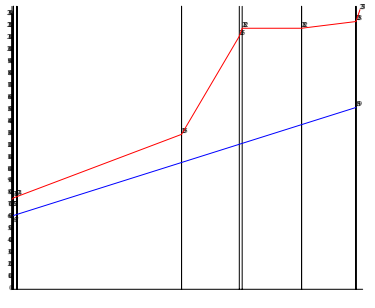
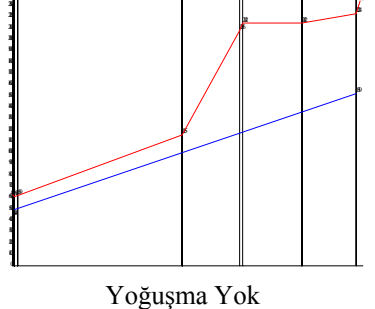
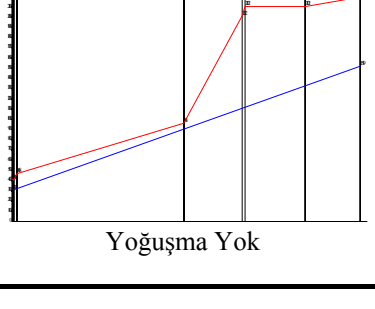


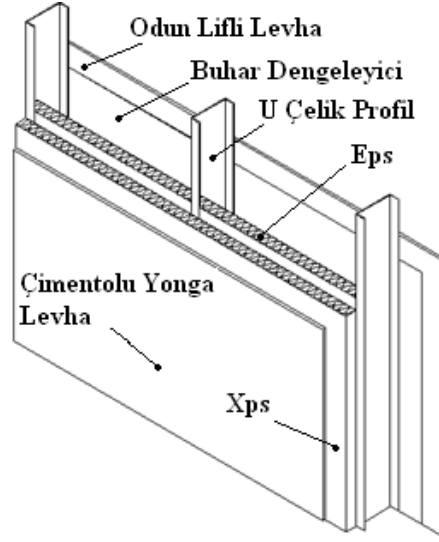
Şekil 4.32.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti



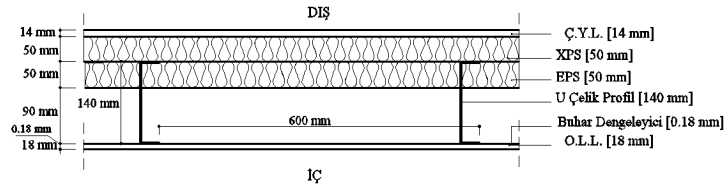
Şekil 4.32.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.35 E.K.Ç.L. ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

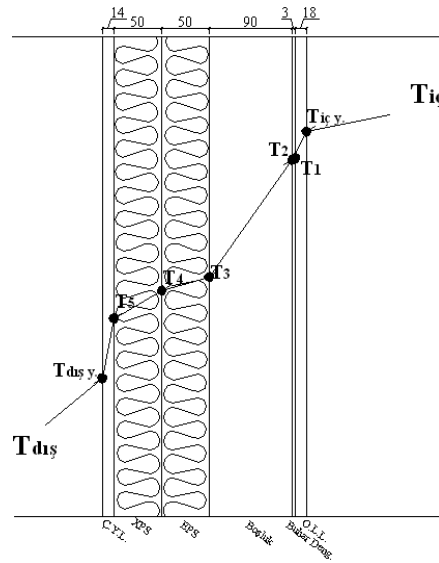
Derece Gün Bölgesi	Yüze Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Avdın)	Tiç	20.00	2337	0,31	3,58	
	Tiç yüzey	19.53	2266			
	T1	19.23	2224			
	T2	19.23	2224			
	T3	18.91	2182			
	T4	13.79	1577			
	T5	8.67	1124			
	Tdış yüzey	8.54	1109			
	Tdış	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,31	5,28	
	Tiç yüzey	19.31	2238			
	T1	18.87	2182			
	T2	18.86	2182			
	T3	18.39	2115			
	T4	10.84	1295			
	T5	3.30	774			
	Tdış yüzey	3.11	763			
	Tdış	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,31	6,27	
	Tiç yüzey	19.19	2224			
	T1	18.65	2142			
	T2	18.65	2142			
	T3	18.09	2076			
	T4	9.13	1155			
	T5	0.17	619			
	Tdış yüzey	0.05	611			
	Tdış	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,31	7,84	
	Tiç yüzey	18.98	2196			
	T1	18.32	2101			
	T2	18.31	2101			
	T3	17.60	2012			
	T4	6.40	961			
	T5	4.81	468			
	Tdış yüzey	5.09	405			
	Tdış	-5.40	415			



Şekil 4.33.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması

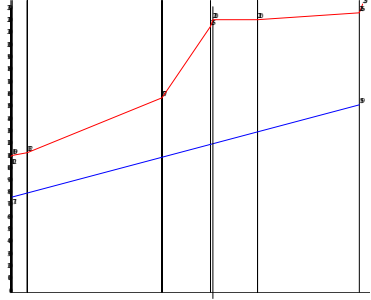
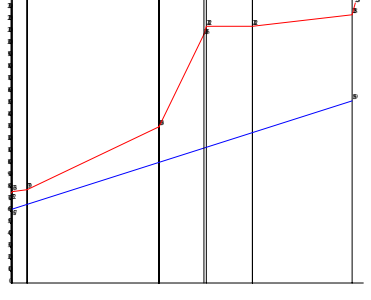
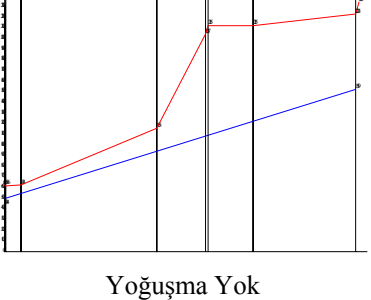
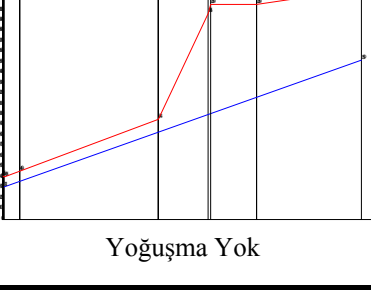


Şekil 4.33.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti



Şekil 4.33.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.36 O.L.L. ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

Derece Gün Bölgesi	Yüze Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydınlı)	Tiç	20.00	2337	0,30	3,49	
	Tiç yüzey	19.55	2266			
	T1	19.06	2210			
	T2	19.06	2210			
	T3	18.75	2155			
	T4	13.76	1577			
	T5	8.77	1132			
	Tdış yüzey	8.54	1109			
	Tdış	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,30	5,15	
	Tiç yüzey	19.33	2238			
	T1	18.62	2142			
	T2	18.61	2142			
	T3	18.15	2076			
	T4	10.80	1303			
	T5	3.45	779			
	Tdış yüzey	3.11	763			
	Tdış	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,30	6,11	
	Tiç yüzey	19.21	2224			
	T1	18.36	2115			
	T2	18.36	2115			
	T3	17.81	2037			
	T4	9.08	1155			
	T5	0.35	624			
	Tdış yüzey	0.06	616			
	Tdış	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,30	7,64	
	Tiç yüzey	19.01	2196			
	T1	17.95	2050			
	T2	17.94	2050			
	T3	17.25	1961			
	T4	6.33	954			
	T5	4.58	460			
	Tdış yüzey	5.09	405			
	Tdış	-5.40	415			

4.12. Dikmeler Arası Dış Yüzeğe Dayalı 0.05 m'lik Mineral Yün, Dışta XPS Yalıtım Malzemesi Kullanılması

Hazırlanan her üç kesitte de iç yüzeyde buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa dış yüzeye dayalı 0.05 m kalınlığında mineral yünü, dış yüzeyde XPS kullanılmasıyla kesitin ısı konfor açısından performansı ve kesitleri 4 farklı derece gün bölgesine göre karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu malzemelerin buhar difüzyon direnç faktörüne göre duvarların nefes almasına engel olup olmadığı çizelgelerden gözlenmiştir

- **Dışta Ahşap Yonga Levha, İçte Alçı Levha Kaplanması**

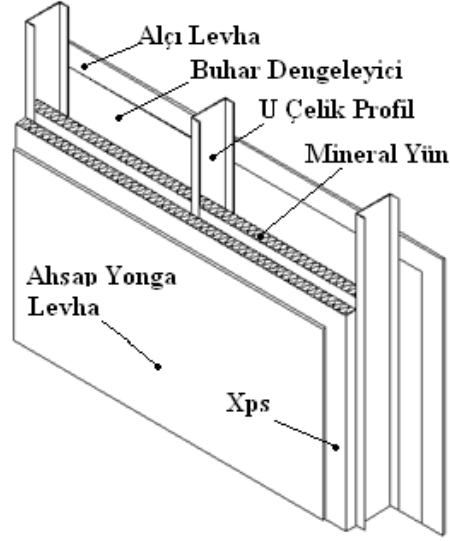
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.05 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.34 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.33 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 3.79 W/m^2 , 2.bölgede; 5.59 W/m^2 , 3.bölgede; 6.63 W/m^2 , 4.bölgede 8.30 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 1. ve 2. bölgede yoğuşma olmadığı, 3. ve 4.bölgede ise yoğuşma olduğu Çizelge 4.37'de görülmüştür.

- **Dışta Elyaf Kaplı Çimento Levha, İçte Ahşap Yonga Levha Kaplanması**

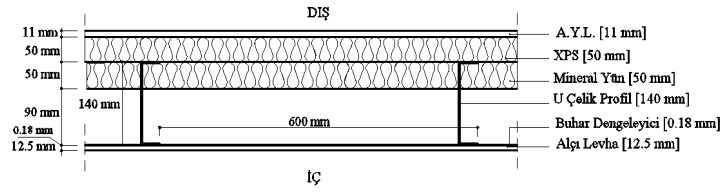
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.05 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.35 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.33 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 3.79 W/m^2 , 2.bölgede; 5.59 W/m^2 , 3.bölgede; 6.63 W/m^2 , 4.bölgede 8.30 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 1., 2. ve 3. bölgede yoğuşma olmadığı, ve 4.bölgede ise yoğuşma olduğu Çizelge 4.38'de görülmüştür.

- **Dışta Çimentolu Yonga Levha, İçte Odun Lifli Levha Kaplanması**

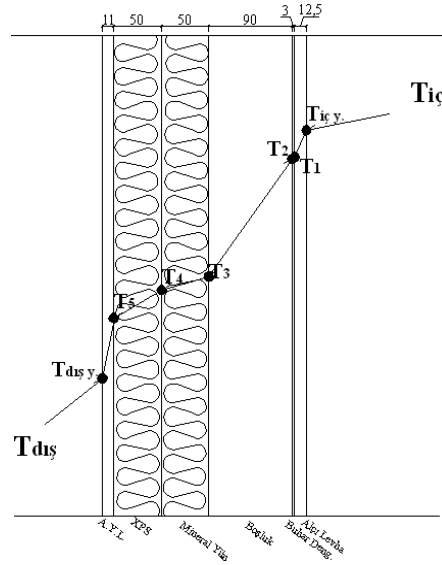
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.05 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.36 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de $0.32 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 3.69 W/m^2 , 2.bölgede; 5.44 W/m^2 , 3.bölgede; 6.46 W/m^2 , 4.bölgede 8.08 W/m^2 , olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.39'da görülmüştür.



Şekil 4.34.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması

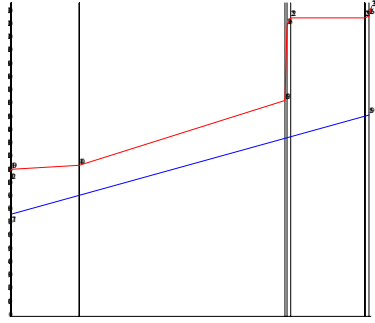
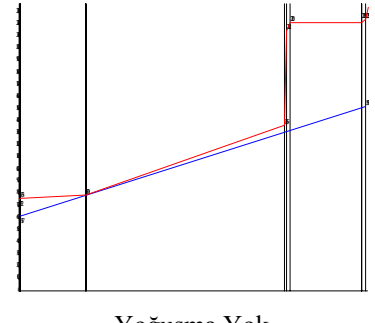
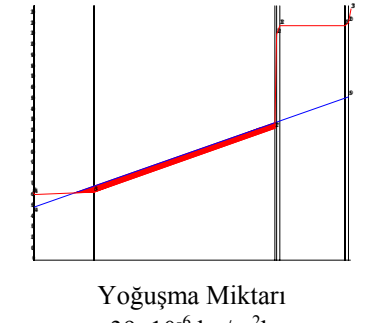
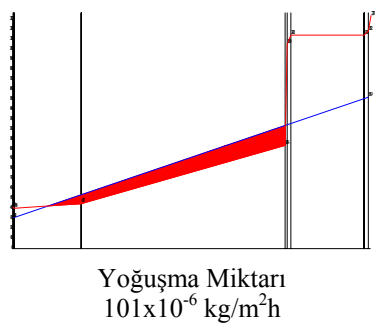


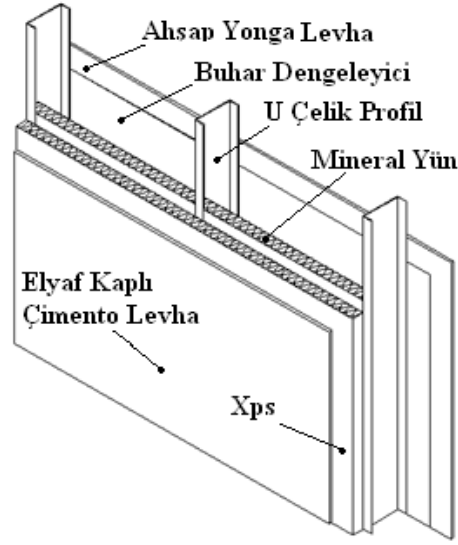
Şekil 4.34.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti



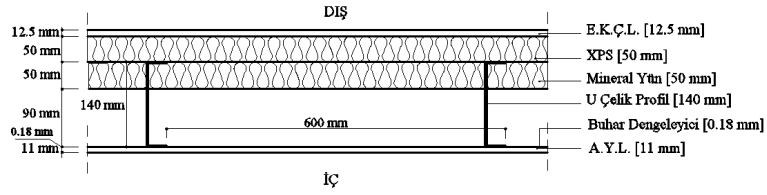
Şekil 4.34.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.37 A.Y.L. ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

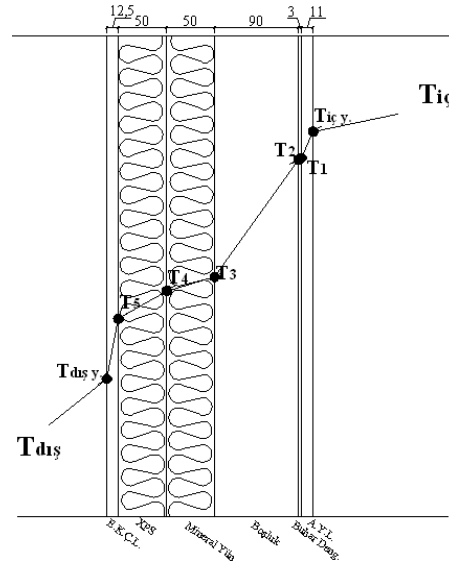
Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydınlı)	Tiç	20.00	2337	0,33	3,79	
	Tiç yüzey	19.51	2266			
	T1	19.37	2252			
	T2	19.37	2252			
	T3	19.03	2196			
	T4	14.29	1629			
	T5	8.87	1140			
	Tdış yüzey	8.55	1109			
	Tdış	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,33	5,59	
	Tiç yüzey	19.27	2238			
	T1	19.07	2210			
	T2	19.07	2210			
	T3	18.57	2142			
	T4	11.58	1365			
	T5	3.60	790			
	Tdış yüzey	3.12	763			
	Tdış	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,33	6,63	
	Tiç yüzey	19.14	2210			
	T1	18.90	2132			
	T2	18.90	2132			
	T3	18.30	2102			
	T4	10.00	1227			
	T5	0.53	633			
	Tdış yüzey	0.03	611			
	Tdış	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,33	8,30	
	Tiç yüzey	18.92	2182			
	T1	18.62	2142			
	T2	18.62	2142			
	T3	17.87	2050			
	T4	7.49	1036			
	T5	4.37	452			
	Tdış yüzey	5.07	405			
	Tdış	-5.40	415			



Şekil 4.35.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması

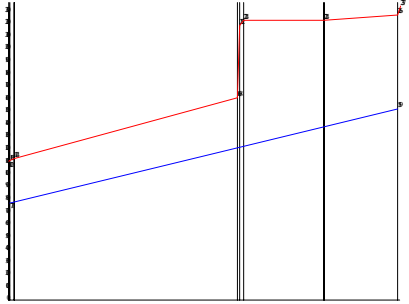
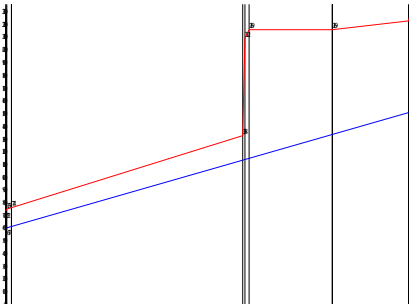
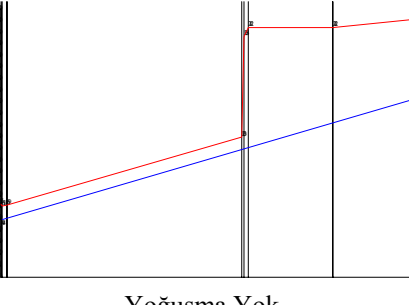
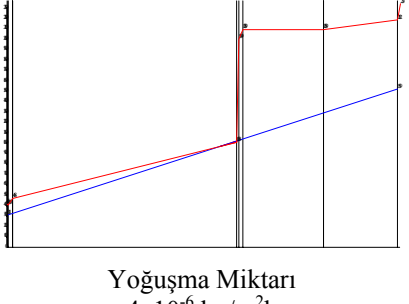


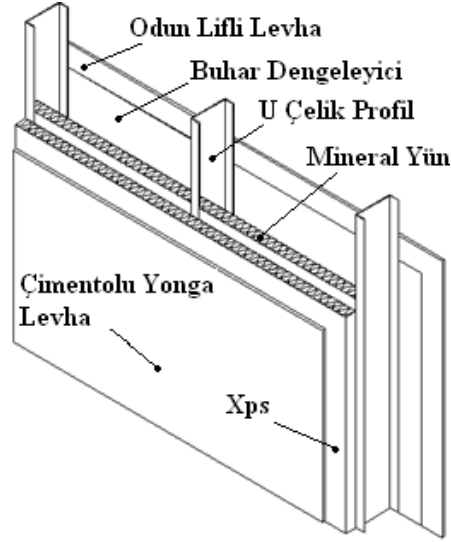
Şekil 4.35.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti



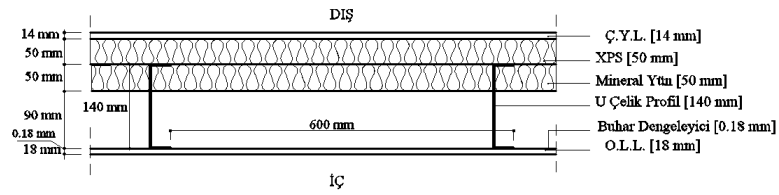
Şekil 4.35.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.38 E.K.Ç.L. ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

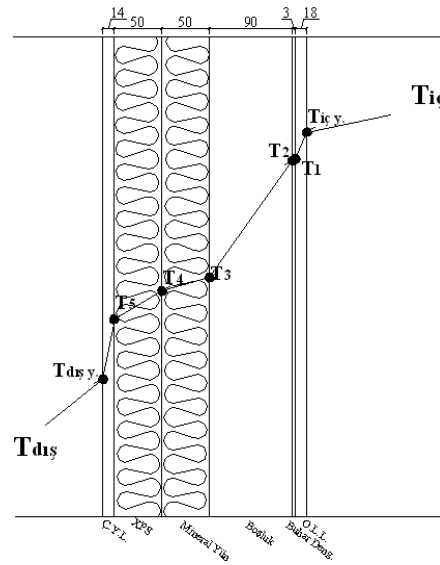
Derece Gün Bölgesi	Yüze Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFIĞI
1. BÖLGE (Aydınlık)	Tiç	20.00	2337	0,33	3,79	
	Tiç yüzey	19.51	2266			
	T1	19.19	2224			
	T2	19.18	2224			
	T3	18.84	2182			
	T4	14.10	1608			
	T5	8.69	1124			
	Tdış yüzey	8.55	1109			
	Tdış	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,33	5,59	
	Tiç yüzey	19.27	2238			
	T1	18.80	2169			
	T2	18.80	2169			
	T3	18.29	2102			
	T4	11.31	1338			
	T5	3.32	774			
	Tdış yüzey	3.12	763			
	Tdış	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,33	6,63	
	Tiç yüzey	19.14	2210			
	T1	18.58	2142			
	T2	18.57	2142			
	T3	17.97	2063			
	T4	9.68	1203			
	T5	0.20	619			
	Tdış yüzey	0.03	611			
	Tdış	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,33	8,30	
	Tiç yüzey	18.92	2182			
	T1	18.22	2089			
	T2	18.21	2089			
	T3	17.46	1999			
	T4	7.09	1008			
	T5	4.77	468			
	Tdış yüzey	5.07	405			
	Tdış	-5.40	415			



Şekil 4.36.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması

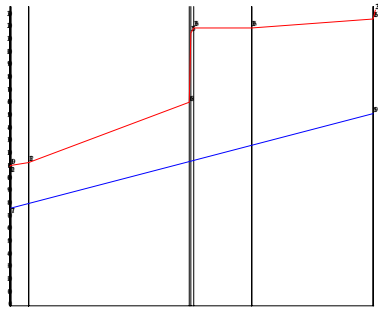
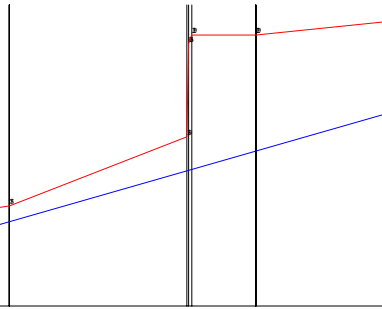
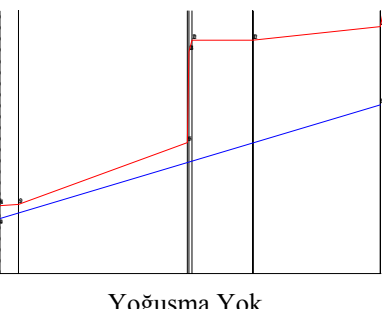
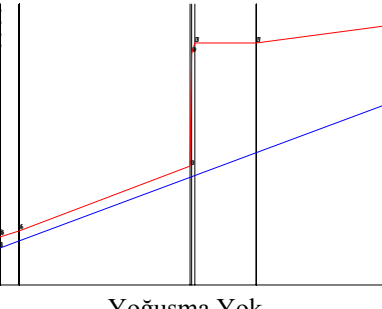


Şekil 4.36.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti



Şekil 4.36.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.39 O.L.L. ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	Tiç	20.00	2337	0,32	3,69	
	Tiç yüzey	19.52	2266			
	T1	19.01	2196			
	T2	19.01	2196			
	T3	18.67	2155			
	T4	14.06	1608			
	T5	8.79	1132			
	Tdış yüzey	8.55	1109			
	Tdış	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,32	5,44	
	Tiç yüzey	19.29	2238			
	T1	18.54	2129			
	T2	18.54	2129			
	T3	18.05	2063			
	T4	11.25	1330			
	T5	3.48	785			
	Tdış yüzey	3.12	763			
	Tdış	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,32	6,46	
	Tiç yüzey	19.16	2224			
	T1	18.27	2102			
	T2	18.26	2102			
	T3	17.68	2024			
	T4	9.61	1195			
	T5	0.39	629			
	Tdış yüzey	0.04	611			
	Tdış	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,32	8,08	
	Tiç yüzey	18.95	2182			
	T1	17.83	2037			
	T2	17.83	2037			
	T3	17.10	1949			
	T4	7.00	1001			
	T5	4.54	456			
	Tdış yüzey	5.08	405			
	Tdış	-5.40	415			

4.13. Dikmeler Arası 0.05 m'lik Mineral Yün, Dışta XPS Yalıtım Malzemesi Kullanılması

Hazırlanan her üç kesitte de iç yüzeyde buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa iç yüzeye dayalı 0.05 m kalınlığında mineral yünü, dış yüzeyde XPS kullanılmasıyla kesitin ısı konfor açısından performansı ve kesitleri 4 farklı derece gün bölgesine göre karşılaştırılması amaçlanmıştır.. Her bir kesitin yüzey sıcaklıkları ve yoğuşma hesabı TSE 825 den 4 bölgeyi temsilen seçilen illerin ocak ayı ortalama dış ortam sıcaklık değerleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

- **Dışta Ahşap Yonga Levha, İçte Alçı Levha Kaplanması**

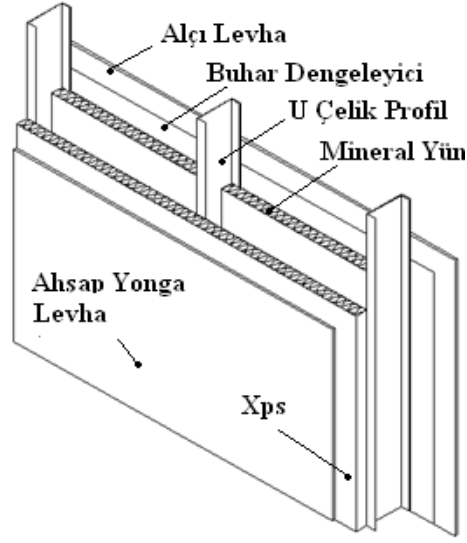
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.05 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.37 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.33 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 3.79 W/m², 2.bölgede; 5.59 W/m², 3.bölgede; 6.63 W/m², 4.bölgede 8.30 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 1. ve 2. bölgede yoğuşma olmadığı, 3. ve 4.bölgede ise yoğuşma olduğu Çizelge 4.40'da görülmüştür.

- **Dışta Elyaf Kaplı Çimento Levha, İçte Ahşap Yonga Levha Kaplanması**

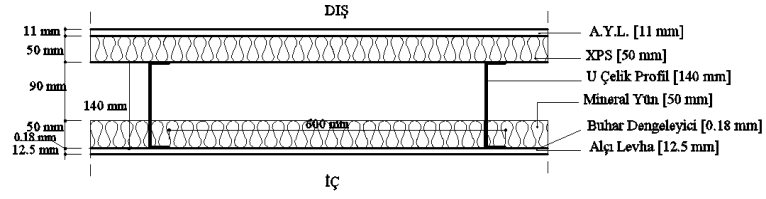
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.05 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.38 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.33 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 3.79 W/m², 2.bölgede; 5.59 W/m², 3.bölgede; 6.63 W/m², 4.bölgede 8.30 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 1., 2. ve 3. bölgede yoğuşma olmadığı, ve 4.bölgede ise yoğuşma olduğu Çizelge 4.41'de görülmüştür.

- **Dışta Çimentolu Yonga Levha, İçte Odun Lifli Levha Kaplanması**

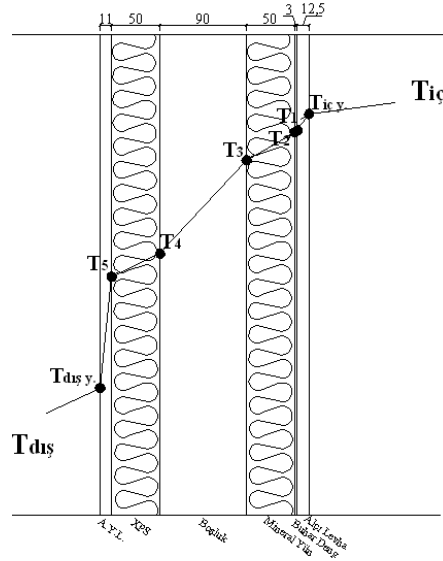
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.05 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde(Şekil 4.39 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.32 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 3.69 W/m², 2.bölgede; 5.44 W/m², 3.bölgede; 6.46 W/m², 4.bölgede 8.08 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.42'de görülmüştür.



Şekil 4.37.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması

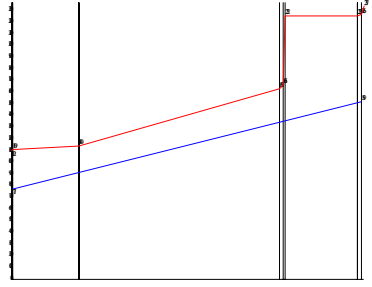
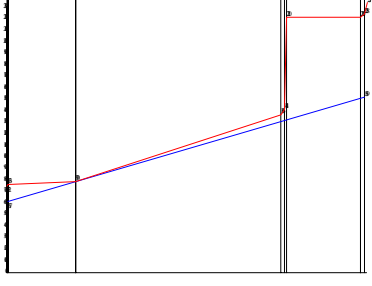
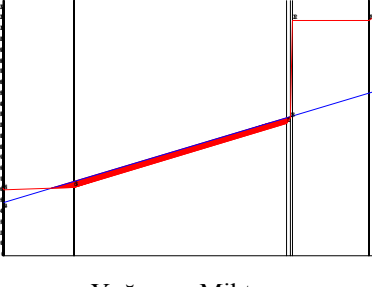
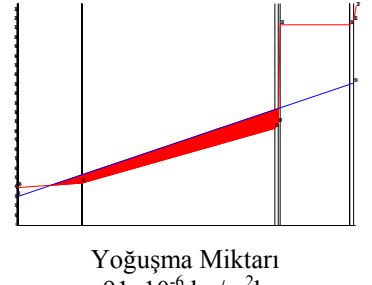


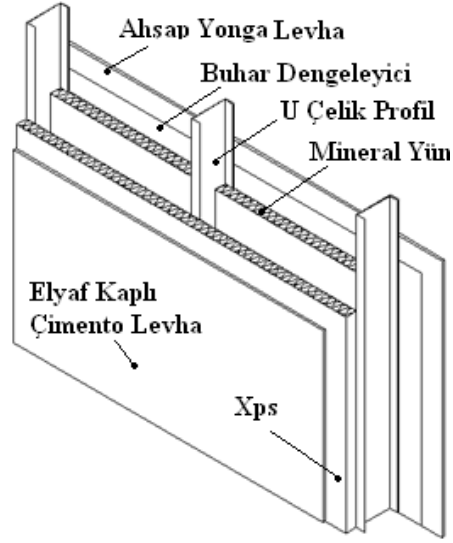
Şekil 4.37.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti



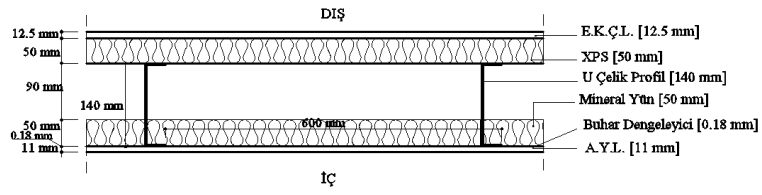
Şekil 4.37.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.40 A.Y.L. ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

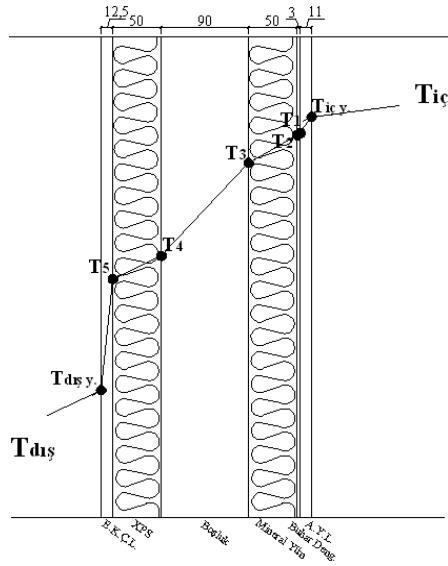
Derece Gün Bölgesi	Yüze y Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFIĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	Tiç	20.00	2337	0,33	3,79	 <p>Yoğuşma Yok</p>
	Tiç yüzey	19.51	2266			
	T1	19.37	2252			
	T2	19.37	2252			
	T3	14.63	1661			
	T4	14.29	1629			
	T5	8.87	1140			
	Tdış yüzey	8.55	1109			
	Tdış	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,33	5,59	 <p>Yoğuşma Yok</p>
	Tiç yüzey	19.27	2238			
	T1	19.07	2210			
	T2	19.07	2210			
	T3	12.08	1411			
	T4	11.58	1365			
	T5	3.60	790			
	Tdış yüzey	3.12	763			
	Tdış	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,33	6,63	 <p>Yoğuşma Miktarı 26x10⁻⁶ kg/m²h</p>
	Tiç yüzey	19.14	2210			
	T1	18.90	2182			
	T2	18.90	2182			
	T3	10.60	1278			
	T4	10.00	1227			
	T5	0.53	633			
	Tdış yüzey	0.03	611			
	Tdış	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,33	8,30	 <p>Yoğuşma Miktarı 91x10⁻⁶ kg/m²h</p>
	Tiç yüzey	18.92	2182			
	T1	18.62	2142			
	T2	18.62	2142			
	T3	8.24	1087			
	T4	7.49	1036			
	T5	4.37	452			
	Tdış yüzey	5.07	405			
	Tdış	-5.40	415			



Şekil 4.38.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması

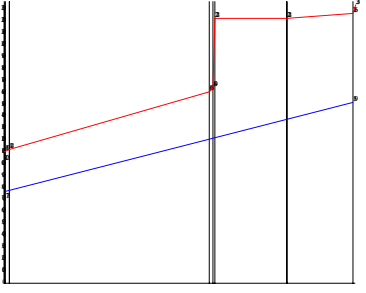
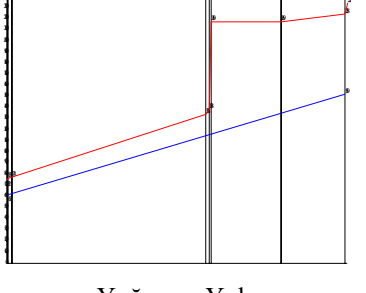
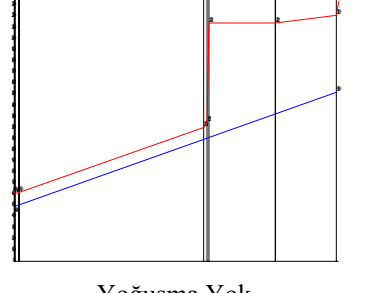
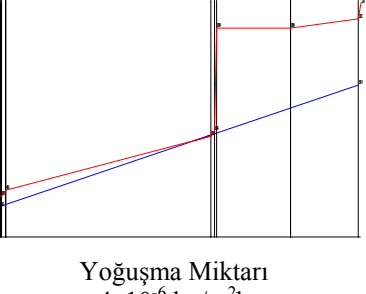


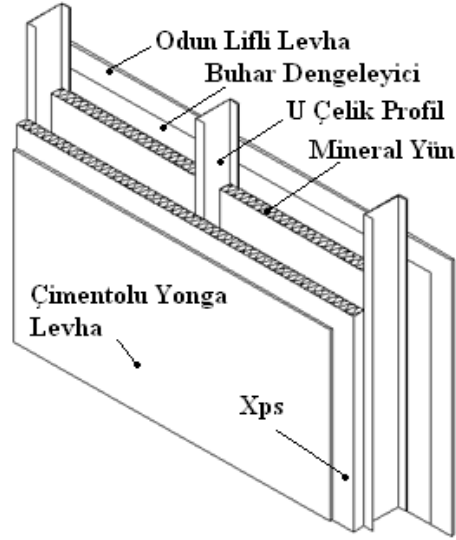
Şekil 4.38.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti



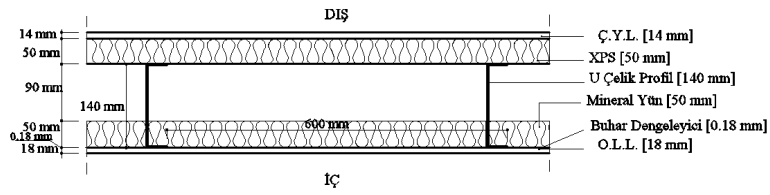
Şekil 4.38.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.41 E.K.Ç.L. ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

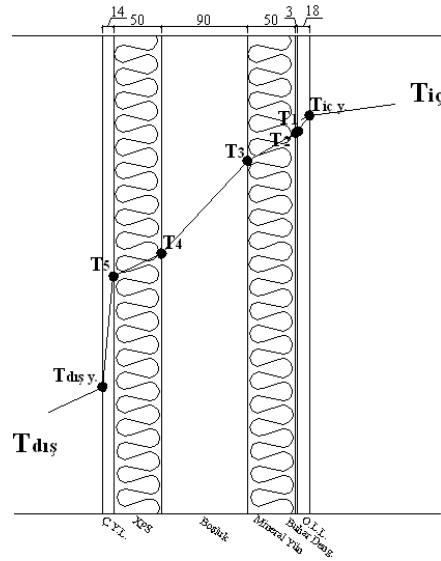
Derece Gün Bölgesi	YüzeY Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	Tiç	20.00	2337	0,33	3,79	
	Tiç yüzey	19.51	2266			
	T1	19.19	2224			
	T2	19.18	2224			
	T3	14.44	1640			
	T4	14.10	1608			
	T5	8.69	1124			
	Tdış yüzey	8.55	1109			
	Tdış	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,33	5,59	
	Tiç yüzey	19.27	2238			
	T1	18.80	2169			
	T2	18.80	2169			
	T3	11.81	1383			
	T4	11.31	1338			
	T5	3.32	774			
	Tdış yüzey	3.12	763			
	Tdış	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,33	6,63	
	Tiç yüzey	19.14	2210			
	T1	18.58	2142			
	T2	18.57	2142			
	T3	10.28	1252			
	T4	9.68	1203			
	T5	0.20	619			
	Tdış yüzey	0.03	611			
	Tdış	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,33	8,30	
	Tiç yüzey	18.92	2182			
	T1	18.22	2089			
	T2	18.21	2089			
	T3	7.83	1058			
	T4	7.09	1008			
	T5	4.77	468			
	Tdış yüzey	5.07	405			
	Tdış	-5.40	415			



Şekil 4.39.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması

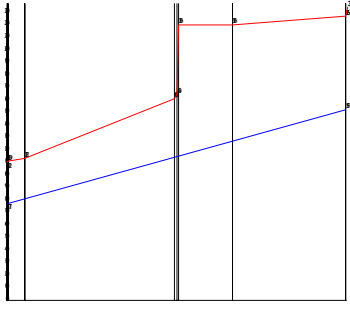
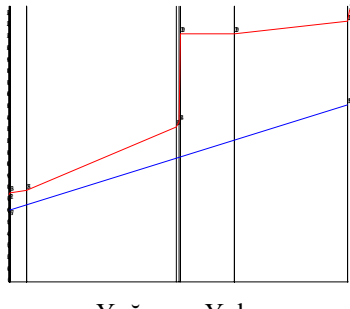
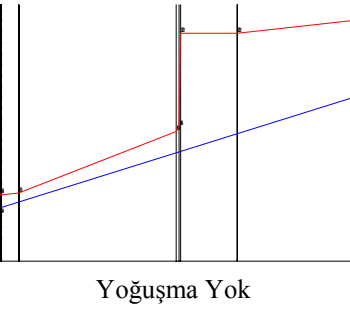
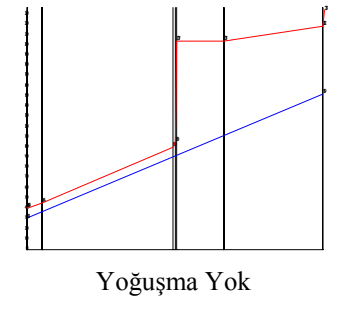


Şekil 4.39.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Kesiti



Şekil 4.39.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.42 O.L.L. ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta XPS Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

Derece Gün Bölgesi	Yüze yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	Tiç	20.00	2337	0,32	3,69	
	Tiç yüzey	19.52	2266			
	T1	19.01	2196			
	T2	19.01	2196			
	T3	14.40	1640			
	T4	14.06	1608			
	T5	8.79	1132			
	Tdış yüzey	8.55	1109			
	Tdış	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,32	5,44	
	Tiç yüzey	19.29	2238			
	T1	18.54	2129			
	T2	18.54	2129			
	T3	11.74	1379			
	T4	11.25	1330			
	T5	3.48	785			
	Tdış yüzey	3.12	763			
	Tdış	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,32	6,46	
	Tiç yüzey	19.16	2224			
	T1	18.27	2102			
	T2	18.26	2102			
	T3	10.19	1244			
	T4	9.61	1195			
	T5	0.39	629			
	Tdış yüzey	0.04	611			
	Tdış	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,32	8,08	
	Tiç yüzey	18.95	2182			
	T1	17.83	2037			
	T2	17.83	2037			
	T3	7.73	1050			
	T4	7.00	1001			
	T5	4.54	456			
	Tdış yüzey	5.08	405			
	Tdış	-5.40	415			

4.14. Dikmeler Arası Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Yalıtım Malzemesi Kullanılması

Hazırlanan her üç kesitte de iç yüzeyde buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.14 m kalınlığında mineral yünü, dış yüzeyde mineral yünü kullanılmasıyla kesitin ısı konfor açısından performansı ve kesitleri 4 farklı derece gün bölgesine göre karşılaştırılması amaçlanmıştır. Her bir kesitin yüzey sıcaklıkları ve yoğuşma hesabı TSE 825 den 4 bölgeyi temsilen seçilen illerin ocak ayı ortalama dış ortam sıcaklık değerleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

- **Dışta Ahşap Yonga Levha, İçte Alçı Levha Kaplanması**

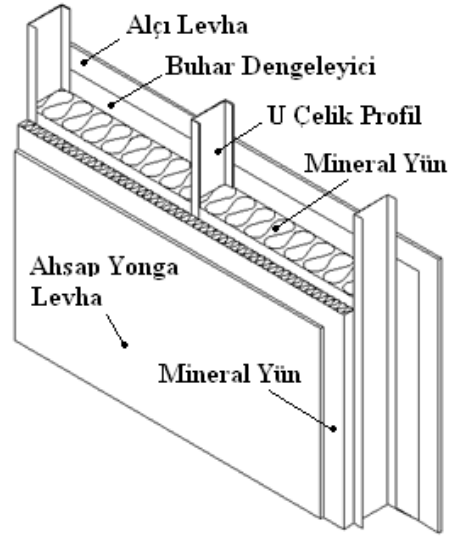
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.14 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.40 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.20 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 2.30 W/m², 2.bölgede; 3.39 W/m², 3.bölgede; 4.03 W/m², 4.bölgede 5.04 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 1., 2. ve 3.bölgede yoğuşma olmadığı, 4.bölgede ise yoğuşma olduğu Çizelge 4.43'te görülmüştür.

- **Dışta Elyaf Kaplı Çimento Levha, İçte Ahşap Yonga Levha Kaplanması**

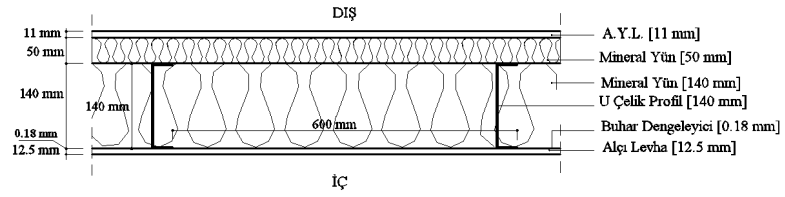
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.14 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.41 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.20 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 2.30 W/m², 2.bölgede; 3.39 W/m², 3.bölgede; 4.03 W/m², 4.bölgede 5.04 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.44'de görülmüştür.

- **Dışta Çimentolu Yonga Levha, İçte Odun Lifli Levha Kaplanması**

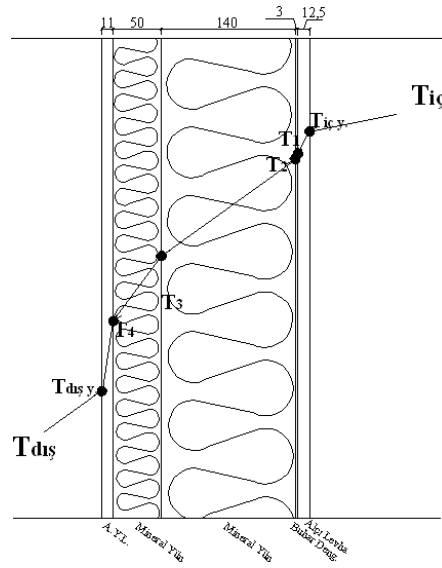
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.14 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.42 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.20 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 2.26 W/m², 2.bölgede; 3.34 W/m², 3.bölgede; 3.96 W/m², 4.bölgede 4.96 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.45'te görülmüştür.



Şekil 4.40.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması

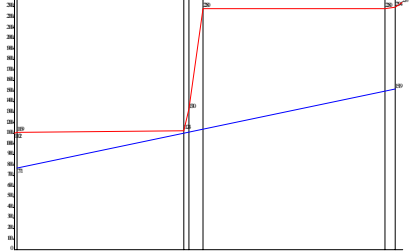
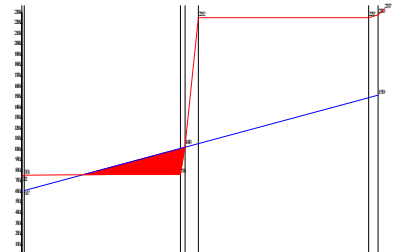
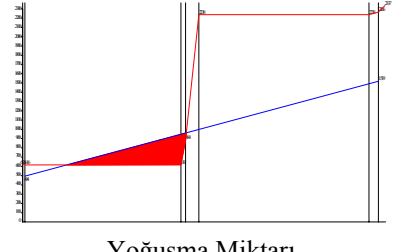
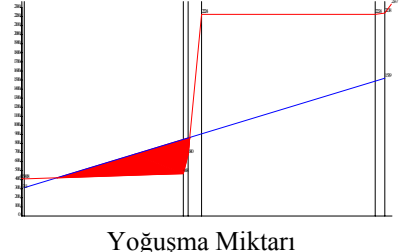


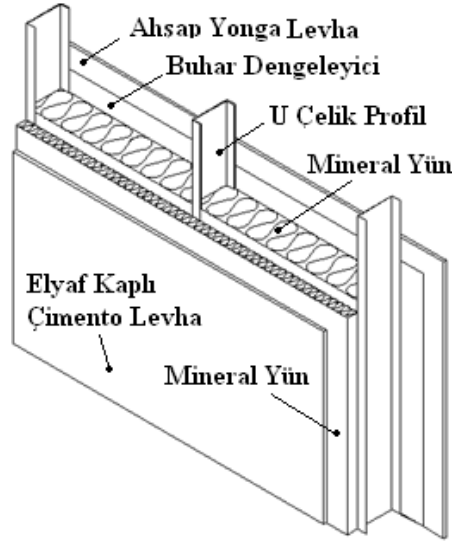
Şekil 4.40.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



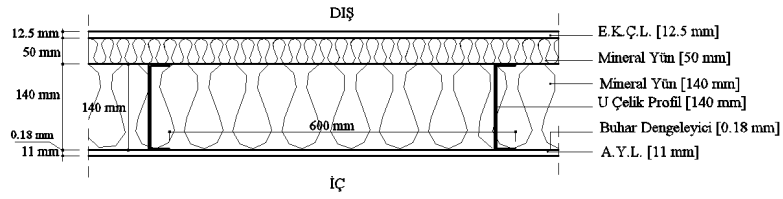
Şekil 4.40.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.43 A.Y.L. ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

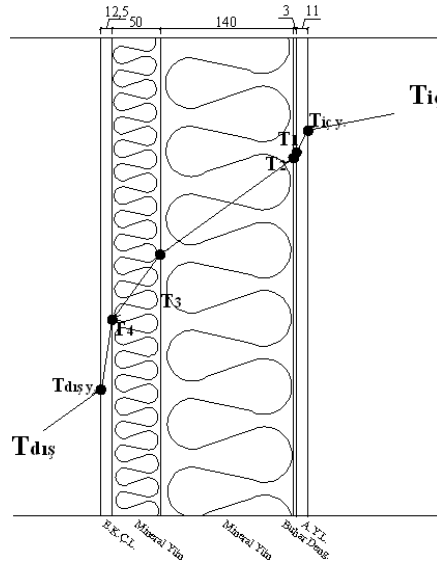
Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydınlık)	Tiç	20.00	2337	0,20	2,30	 <p>Yoğuşma Yok</p>
	Tiç yüzey	19.70	2294			
	T1	19.62	2280			
	T2	19.62	2280			
	T3	11.56	1330			
	T4	8.69	1124			
	Tdış yüzey	8.49	1109			
	Tdış	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,20	3,39	 <p>Yoğuşma Miktarı 174x10⁻⁶ kg/m²h</p>
	Tiç yüzey	19.56	2280			
	T1	19.44	2252			
	T2	19.44	2252			
	T3	7.56	1043			
	T4	3.32	774			
	Tdış yüzey	3.04	763			
	Tdış	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,20	4,03	 <p>Yoğuşma Miktarı 157x10⁻⁶ kg/m²h</p>
	Tiç yüzey	19.48	2266			
	T1	19.33	2238			
	T2	19.33	2238			
	T3	5.24	884			
	T4	0.20	619			
	Tdış	-0.14	616			
	Tdış	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,20	5,04	 <p>Yoğuşma Miktarı 211x10⁻⁶ kg/m²h</p>
	Tiç yüzey	19.34	2238			
	T1	19.17	2224			
	T2	19.16	2224			
	T3	1.53	680			
	T4	-4.77	468			
	Tdış	-5.20	408			
	Tdış	-5.40	415			



Şekil 4.41.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması

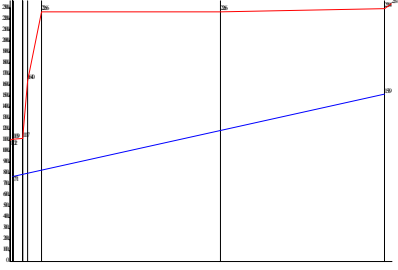
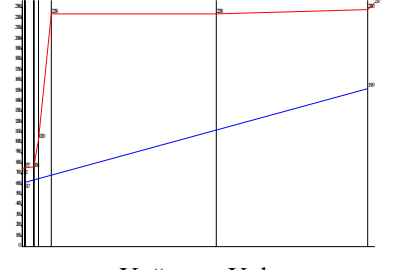
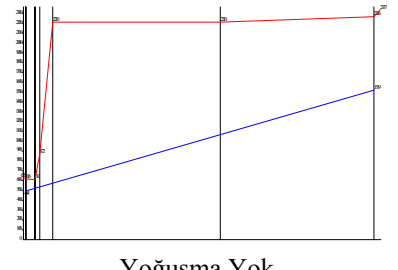
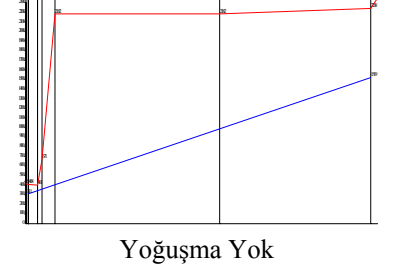


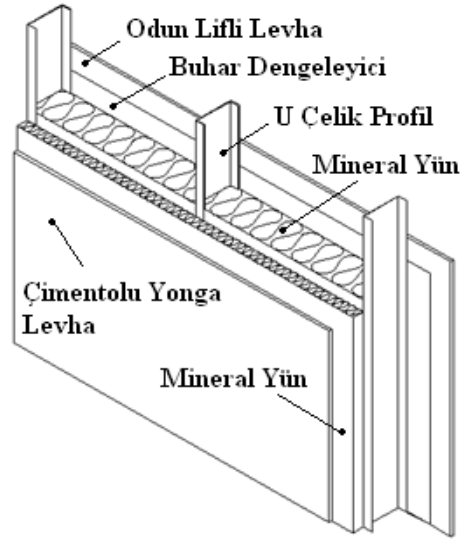
Şekil 4.41.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



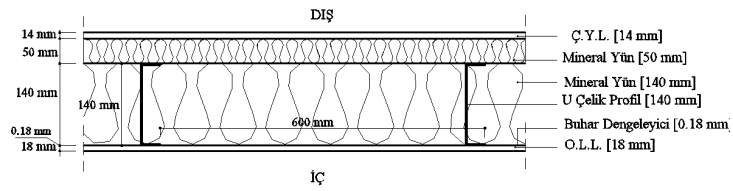
Şekil 4.41.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.44 E.K.Ç.L. ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

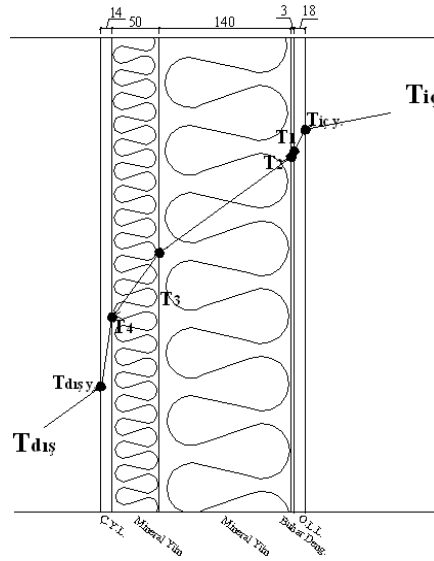
Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	Tiç	20.00	2337	0,20	2,30	 <p>Yoğuşma Yok</p>
	Tiç yüzey	19.70	2294			
	T1	19.51	2266			
	T2	19.50	2266			
	T3	11.45	1640			
	T4	8.57	1117			
	Tdış yüzey	8.49	1109			
	Tdış	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,20	3,39	 <p>Yoğuşma Yok</p>
	Tiç yüzey	19.56	2280			
	T1	19.27	2238			
	T2	19.27	2238			
	T3	7.40	1029			
	T4	3.16	768			
	Tdış yüzey	3.04	757			
	Tdış	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.0	2337	0,20	4,03	 <p>Yoğuşma Yok</p>
	Tiç yüzey	19.48	2266			
	T1	19.14	2210			
	T2	19.13	2210			
	T3	5.04	872			
	T4	0.00	611			
	Tdış yüzey	-0.14	616			
	Tdış	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,20	5,04	 <p>Yoğuşma Yok</p>
	Tiç yüzey	19.34	2238			
	T1	18.92	2182			
	T2	18.91	2182			
	T3	1.28	671			
	T4	-5.02	401			
	Tdış yüzey	-5.20	408			
	Tdış	-5.40	415			



Şekil 4.42.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması

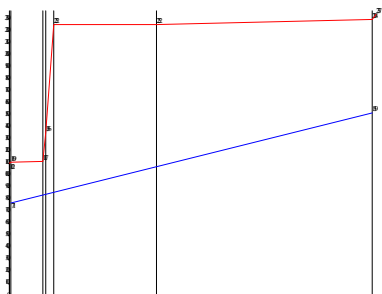
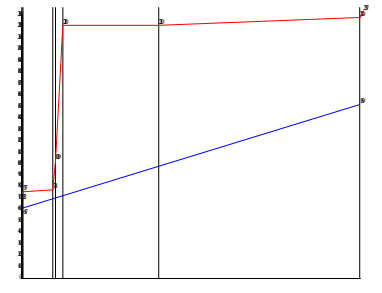
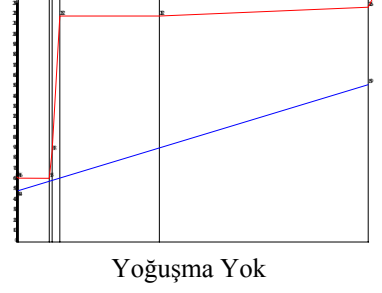
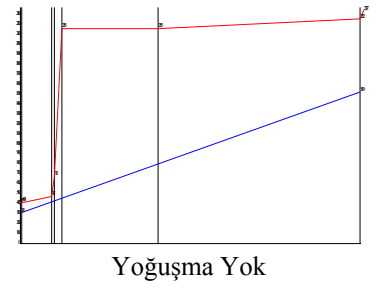


Şekil 4.42.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



Şekil 4.42.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.45 O.L.L. ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFIĞI
1. BÖLGE (Aydın)	Tiç	20.00	2337	0,19	2,26	
	Tiç yüzey	19.71	2294			
	T1	19.39	2252			
	T2	19.39	2252			
	T3	11.47	1356			
	T4	8.64	1117			
	Tdış yüzey	8.49	1109			
Tdış	8.40	1102			Yoğuşma Yok	
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,19	3,34	
	Tiç yüzey	19.57	2280			
	T1	19.10	2210			
	T2	19.10	2210			
	T3	7.43	1029			
	T4	3.26	774			
	Tdış yüzey	3.03	757			
Tdış	2.90	752			Yoğuşma Yok	
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,19	3,96	
	Tiç yüzey	19.49	2266			
	T1	18.94	2182			
	T2	18.93	2182			
	T3	5.07	878			
	T4	0.12	615			
	Tdış yüzey	0.14	616			
Tdış	-0.30	626			Yoğuşma Yok	
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,19	4,96	
	Tiç yüzey	19.36	2252			
	T1	18.67	2155			
	T2	18.67	2155			
	T3	1.32	671			
	T4	-4.87	471			
	Tdış yüzey	-5.20	408			
Tdış	-5.40	415			Yoğuşma Yok	

4.15. Dikmeler Arası EPS, Dış Yüzeyde Mineral Yün Yalıtım Malzemesi Kullanılması

Hazırlanan her üç kesitte de iç yüzeyde buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.14 m kalınlığında EPS, dış yüzeyde mineral yünü kullanılmasıyla kesitin ısı konfor açısından performansı ve kesitleri 4 farklı derece gün bölgesine göre karşılaştırılması amaçlanmıştır. Her bir kesitin yüzey sıcaklıkları ve yoğuşma hesabı TSE 825 den 4 bölgeyi temsilen seçilen illerin ocak ayı ortalama dış ortam sıcaklık değerleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

- **Dışta Ahşap Yonga Levha, İçte Alçı Levha Kaplanması**

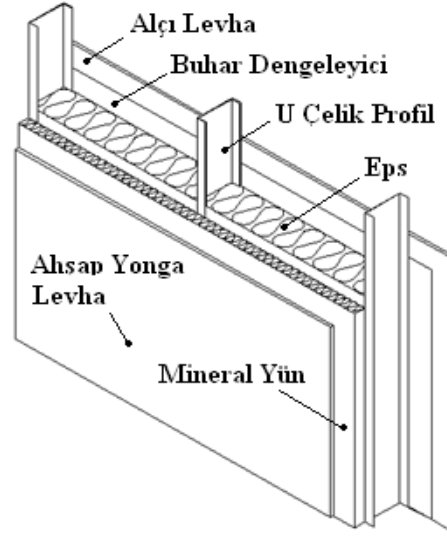
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.14 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.43 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.18 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 2.09 W/m², 2.bölgede; 3.09 W/m², 3.bölgede; 3.66 W/m², 4.bölgede 4.58 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 1. ve 2.bölgede yoğuşma olmadığı, 3. ve 4.bölgede ise yoğuşma olduğu Çizelge 4.46'da görülmüştür.

- **Dışta Elyaf Kaplı Çimento Levha, İçte Ahşap Yonga Levha Kaplanması**

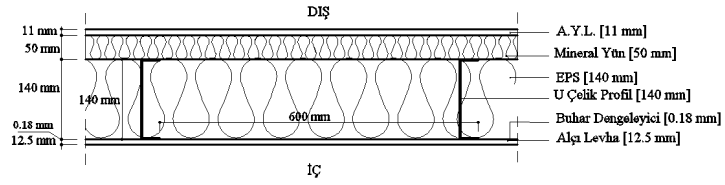
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.14 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.44 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.18 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 2.09 W/m², 2.bölgede; 3.09 W/m², 3.bölgede; 3.66 W/m², 4.bölgede 4.58 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.47'de görülmüştür.

- **Dışta Çimentolu Yonga Levha, İçte Odun Lifli Levha Kaplanması**

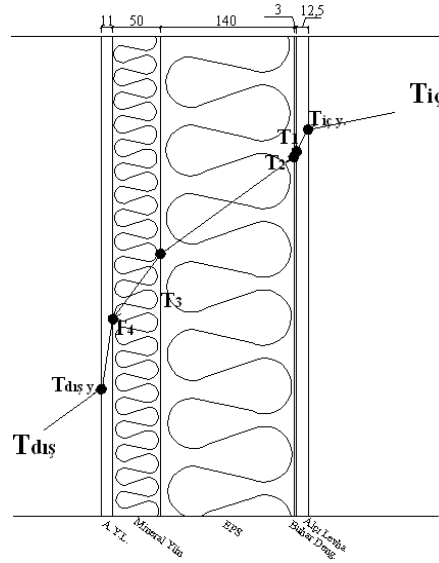
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.14 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.45 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.18 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 2.06 W/m², 2.bölgede; 3.04 W/m², 3.bölgede; 3.61 W/m², 4.bölgede 4.51 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.48'de görülmüştür.



Şekil 4.43.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması

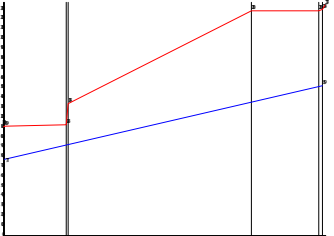
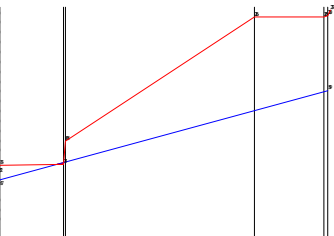
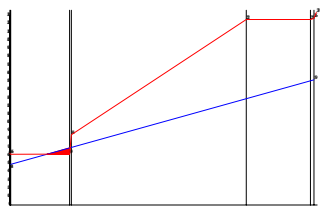
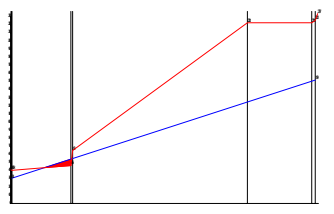


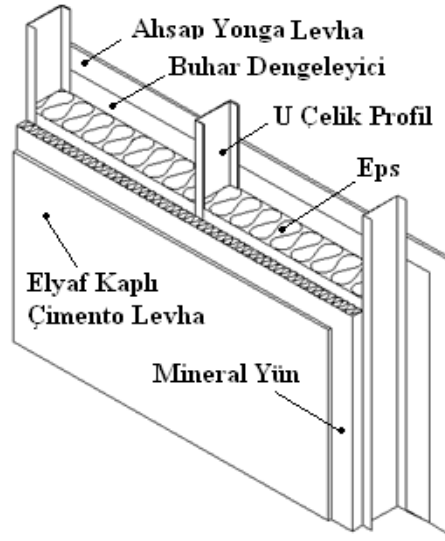
Şekil 4.43.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



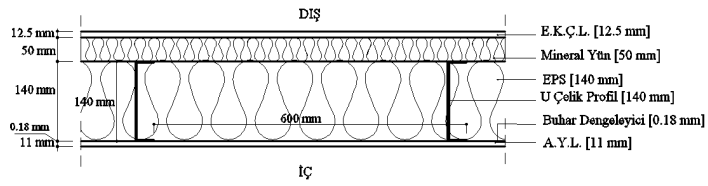
Şekil 4.43.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.46 A.Y.L. ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

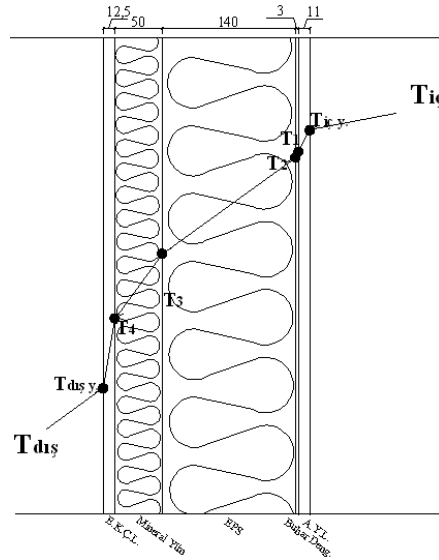
Derece Gün Bölgesi	Yüze y Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFIĞI
1. BÖLGE (Aydın)	Tiç	20.00	2337	0,18	2,09	 Yoğuşma Yok
	Tiç yüzey	19.73	2294			
	T1	19.65	2284			
	T2	19.65	2280			
	T3	11.28	1338			
	T4	8.66	1124			
	Tdış yüzey	8.48	1109			
	Tdış	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,18	3,09	 Yoğuşma Miktarı 9x10 ⁻⁶ kg/m ² h
	Tiç yüzey	19.60	2280			
	T1	19.49	2266			
	T2	19.49	2266			
	T3	7.14	1008			
	T4	3.28	774			
	Tdış yüzey	3.02	763			
	Tdış	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,18	3,66	 Yoğuşma Miktarı 37x10 ⁻⁶ kg/m ² h
	Tiç yüzey	19.52	2266			
	T1	19.39	2252			
	T2	19.39	2252			
	T3	4.74	854			
	T4	0.16	619			
	Tdış yüzey	-0.15	616			
	Tdış	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,18	4,58	 Yoğuşma Miktarı 39x10 ⁻⁶ kg/m ² h
	Tiç yüzey	19.40	2252			
	T1	19.24	2224			
	T2	19.24	2224			
	T3	0.90	652			
	T4	-4.83	468			
	Tdış yüzey	-5.22	408			
	Tdış	-5.40	415			



Şekil 4.44.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması

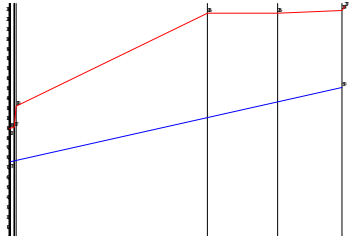
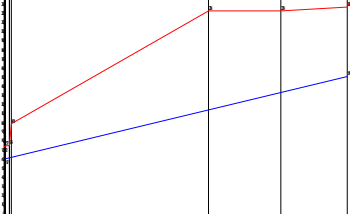
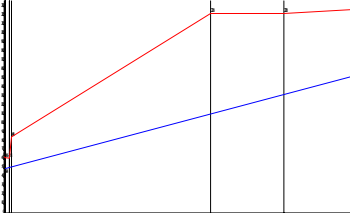
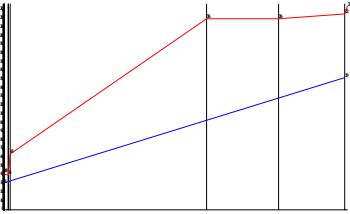


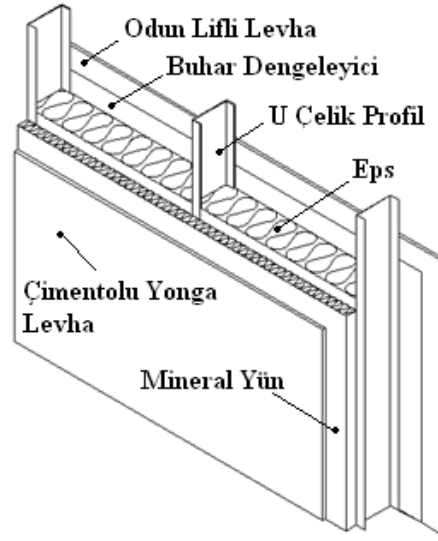
Şekil 4.44.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



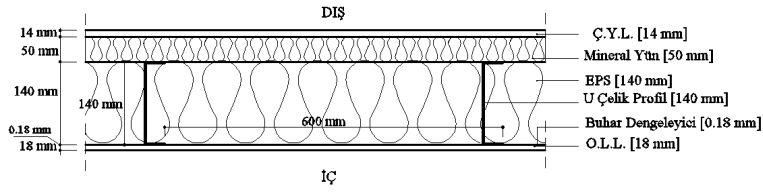
Şekil 4.44.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.47 E.K.Ç.L. ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

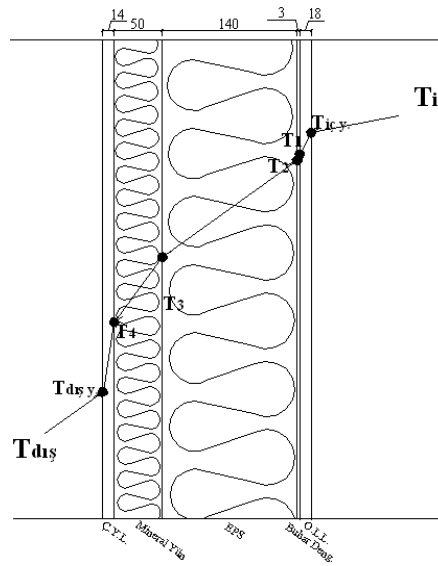
Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	Tiç	20.00	2337	0,18	2,09	 Yoğuşma Yok
	Tiç yüzey	19.73	2294			
	T1	19.55	2266			
	T2	19.55	2266			
	T3	11.18	1330			
	T4	8.56	1117			
	Tdış yüzey	8.48	1109			
	Tdış	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,18	3,09	 Yoğuşma Yok
	Tiç yüzey	19.60	2280			
	T1	19.34	2238			
	T2	19.34	2238			
	T3	6.99	1001			
	T4	3.13	763			
	Tdış yüzey	3.02	757			
	Tdış	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,18	3,66	 Yoğuşma Yok
	Tiç yüzey	19.52	2266			
	T1	19.21	2224			
	T2	19.21	2224			
	T3	4.56	848			
	T4	-0.02	611			
	Tdış yüzey	-0.15	616			
	Tdış	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,18	4,58	 Yoğuşma Yok
	Tiç yüzey	19.40	2252			
	T1	19.02	2196			
	T2	19.01	2196			
	T3	0.68	642			
	T4	-5.05	401			
	Tdış yüzey	-5.22	408			
	Tdış	-5.40	415			



Şekil 4.45.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması

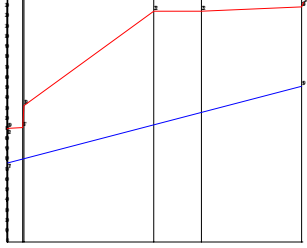
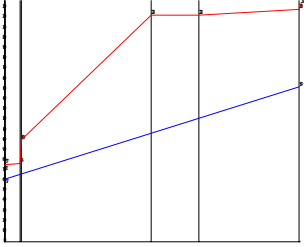
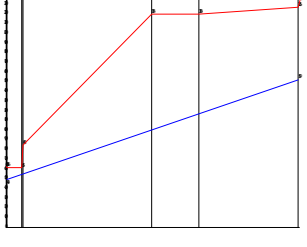
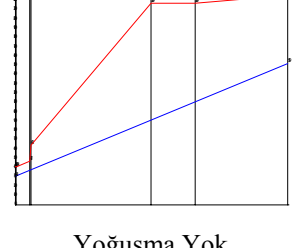


Şekil 4.45.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



Şekil 4.45.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.48 O.L.L. ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

Derece Gün Bölgesi	Yüzeý Sıc.	T (0°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Avdın)	Tiç	20.00	2337	0,17	2,06	
	Tiç yüzeý	19.73	2294			
	T1	19.45	2252			
	T2	19.44	2252			
	T3	11.20	1330			
	T4	8.62	1117			
	Tdiş yüzeý	8.48	1109			
	Tdiş	8.40	1102			
						Yoğuşma Yok
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,17	3,04	
	Tiç yüzeý	19.60	2280			
	T1	19.18	2224			
	T2	19.18	2224			
	T3	7.02	1001			
	T4	3.22	768			
	Tdiş yüzeý	3.02	757			
	Tdiş	2.90	752			
						Yoğuşma Yok
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,17	3,61	
	Tiç yüzeý	19.53	2266			
	T1	19.03	2196			
	T2	19.03	2196			
	T3	4.60	848			
	T4	0.08	615			
	Tdiş yüzeý	-0.16	616			
	Tdiş	-0.30	626			
						Yoğuşma Yok
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,17	4,51	
	Tiç yüzeý	19.41	2252			
	T1	18.79	2169			
	T2	18.78	2169			
	T3	0.73	642			
	T4	-4.92	471			
	Tdiş yüzeý	-5.22	408			
	Tdiş	-5.40	415			
						Yoğuşma Yok

4.16. Dikmeler Arası 0.05 m'lik EPS, Dışta Mineral Yün Yalıtım Malzemesi Kullanılması

Hazırlanan her üç kesitte de iç yüzeyde buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa iç yüzeye dayalı 0.05 m kalınlığında EPS, dış yüzeyde mineral yünü kullanılmasıyla kesitin ısı konfor açısından performansı ve kesitleri 4 farklı derece gün bölgesine göre karşılaştırılması amaçlanmıştır. Her bir kesitin yüzey sıcaklıkları ve yoğuşma hesabı TS 825 den 4 bölgeyi temsilen seçilen illerin ocak ayı ortalama dış ortam sıcaklık değerleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

- **Dışta Ahşap Yonga Levha, İçte Alçı Levha Kaplanması**

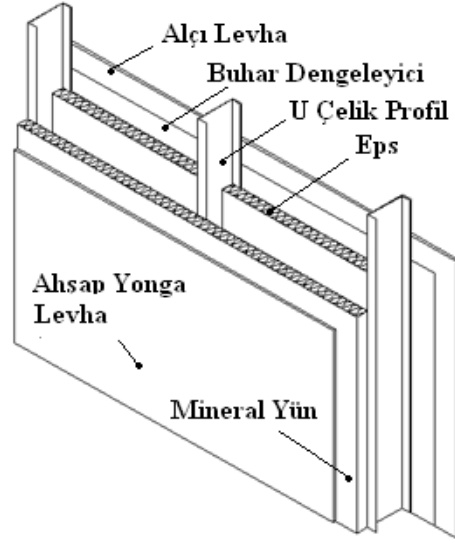
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.05 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.46 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.33 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 3.79 W/m², 2.bölgede; 5.59 W/m², 3.bölgede; 6.63 W/m², 4.bölgede 8.30 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 1.bölgede yoğuşma olmadığı, 2., 3. ve 4.bölgede ise yoğuşma olduğu Çizelge 4.49'da görülmüştür.

- **Dışta Elyaf Kaplı Çimento Levha, İçte Ahşap Yonga Levha Kaplanması**

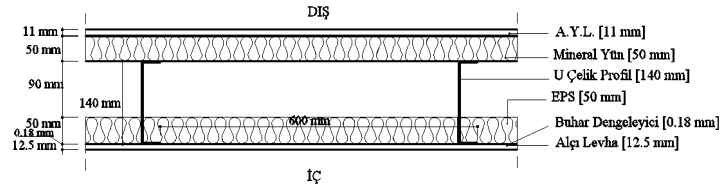
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.05 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.47 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.33 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 3.79 W/m², 2.bölgede; 5.59 W/m², 3.bölgede; 6.63 W/m², 4.bölgede 8.30 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.50'de görülmüştür.

- **Dışta Çimentolu Yonga Levha, İçte Odun Lifli Levha Kaplanması**

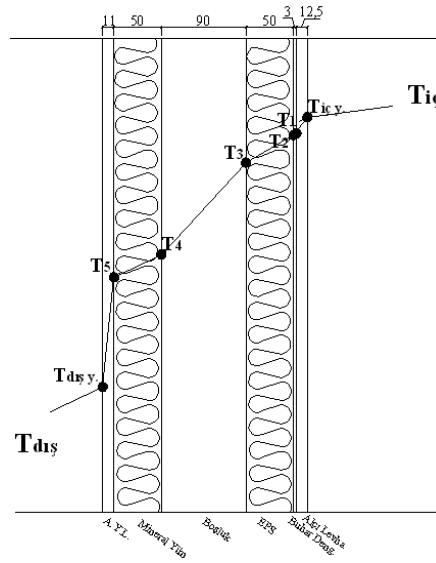
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.05 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.48 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.32 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 3.69 W/m², 2.bölgede; 5.44 W/m², 3.bölgede; 6.46 W/m², 4.bölgede 8.08 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.51'de görülmüştür.



Şekil 4.46.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması

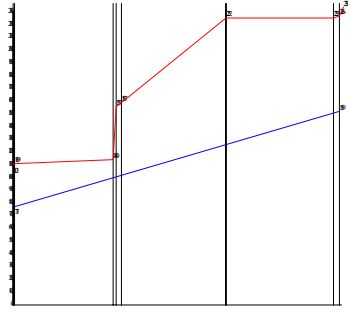
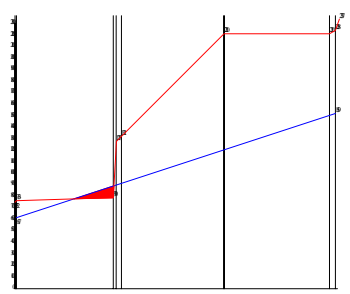
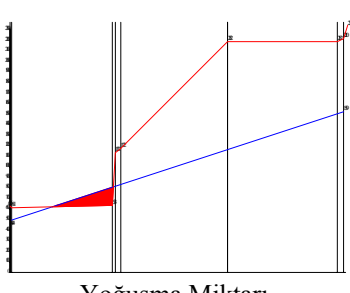
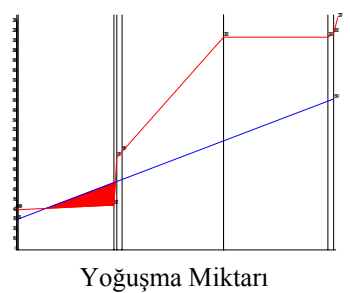


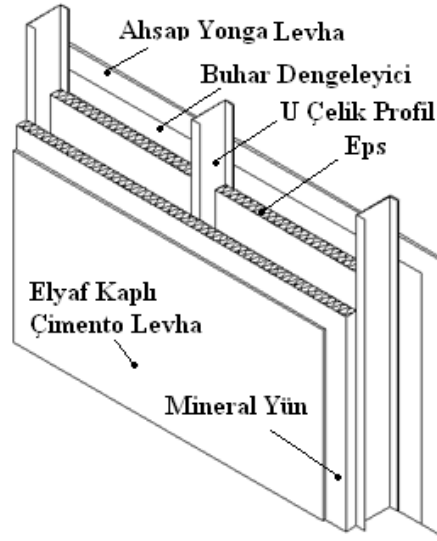
Şekil 4.46.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



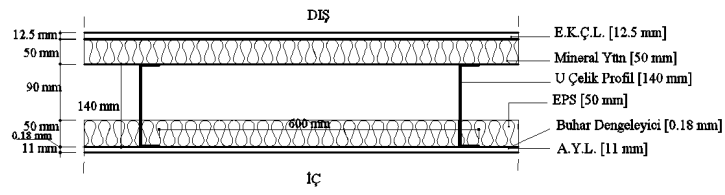
Şekil 4.46.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.49 A.Y.L.ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

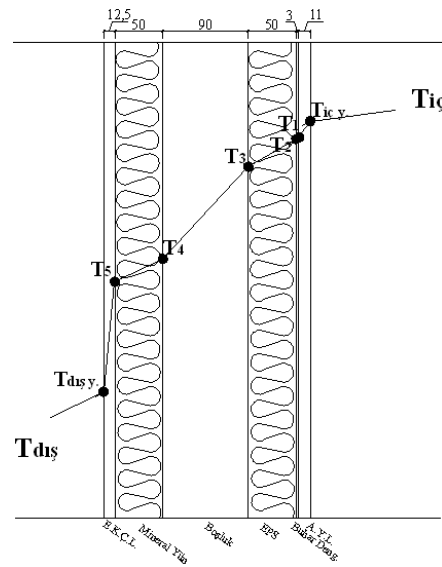
Derece Gün Bölgesi	Yüze Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFIĞI
1. BÖLGE (Aydın)	Tiç	20.00	2337	0,33	3,79	
	Tiç yüzey	19.51	2266			
	T1	19.37	2252			
	T2	19.37	2252			
	T3	13.95	1587			
	T4	13.61	1557			
	T5	8.87	1140			
	Tdış yüzey	8.55	1109			
	Tdış	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,33	5,59	
	Tiç yüzey	19.27	2238			
	T1	19.07	2210			
	T2	19.07	2210			
	T3	11.09	1321			
	T4	10.58	1278			
	T5	3.60	790			
	Tdış yüzey	3.12	763			
	Tdış	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,33	6,63	
	Tiç yüzey	19.14	2210			
	T1	18.90	2182			
	T2	18.90	2182			
	T3	9.42	1172			
	T4	8.82	1132			
	T5	0.53	633			
	Tdış yüzey	-0.03	611			
	Tdış	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,33	8,30	
	Tiç yüzey	18.92	2182			
	T1	18.62	2142			
	T2	18.62	2142			
	T3	6.76	988			
	T4	6.01	935			
	T5	-4.37	452			
	Tdış yüzey	-5.07	405			
	Tdış	-5.40	415			



Şekil 4.47.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması

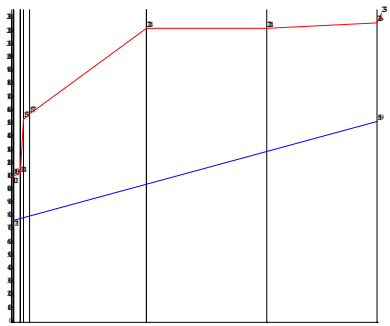
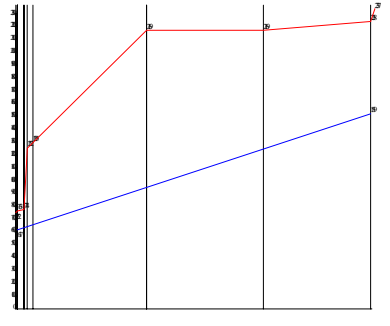
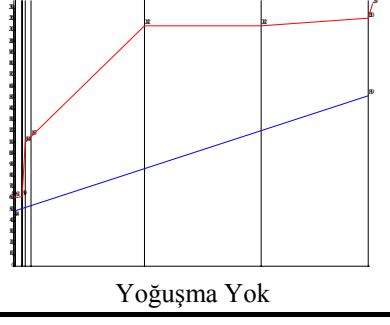
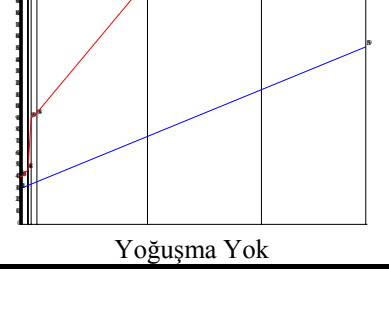


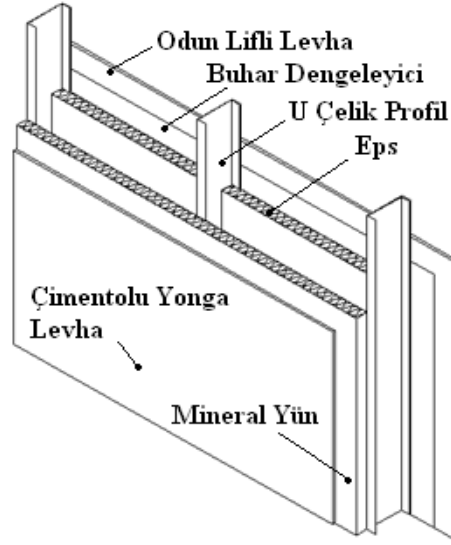
Şekil 4.47.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



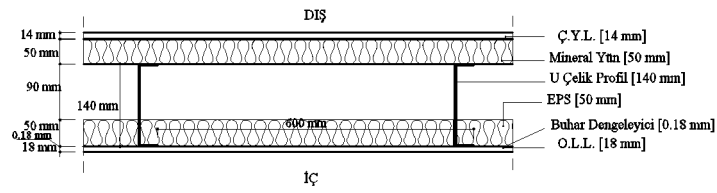
Şekil 4.47.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.50 E.K.Ç.L. ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

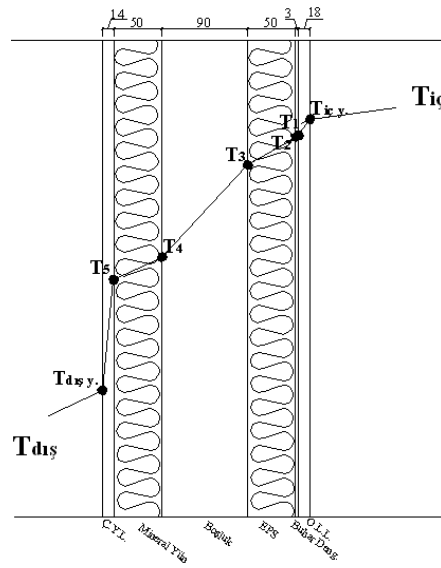
Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydn)	Tiç	20.00	2337	0,33	3,79	
	Tiç yüzey	19.51	2266			
	T1	19.19	2224			
	T2	19.18	2224			
	T3	13.77	1577			
	T4	13.43	1537			
	T5	8.69	1129			
	Tdış yüzey	8.55	1109			
	Tdış	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,33	5,59	
	Tiç yüzey	19.27	2238			
	T1	18.80	2169			
	T2	18.80	2169			
	T3	10.81	1295			
	T4	10.31	1252			
	T5	3.32	779			
	Tdış yüzey	3.12	763			
	Tdış	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,33	6,63	
	Tiç yüzey	19.14	2210			
	T1	18.58	2142			
	T2	18.57	2142			
	T3	9.09	1155			
	T4	8.50	1104			
	T5	0.20	619			
	Tdış yüzey	-0.03	611			
	Tdış	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,33	8,30	
	Tiç yüzey	18.92	2182			
	T1	18.22	2089			
	T2	18.21	2089			
	T3	6.35	954			
	T4	5.61	909			
	T5	-4.77	468			
	Tdış yüzey	-5.07	405			
	Tdış	-5.40	415			



Şekil 4.48.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması

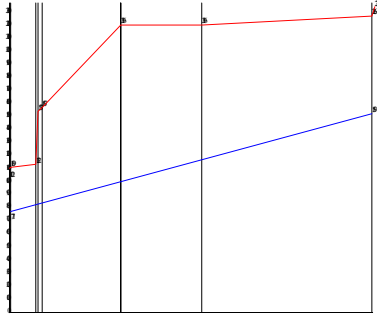
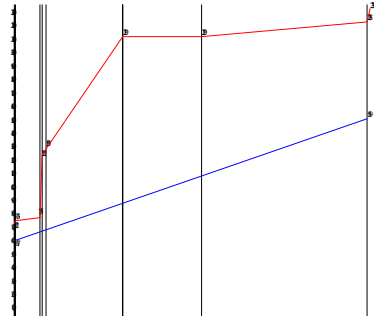
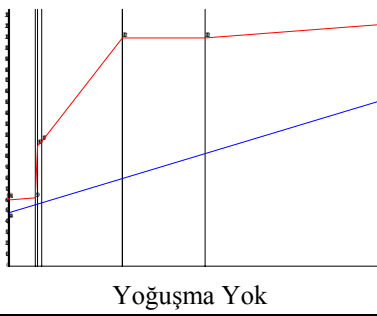
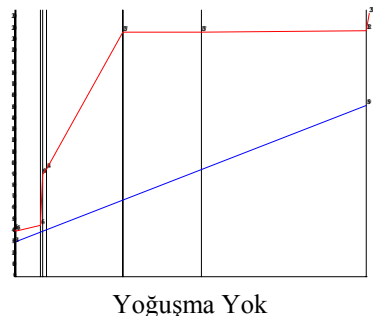


Şekil 4.48.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



Şekil 4.48.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.51 O.L.L. ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydin)	Tiç	20.00	2337	0,32	3,69	
	Tiç yüzey	19.52	2266			
	T1	19.01	2196			
	T2	19.01	2196			
	T3	13.74	1567			
	T4	13.40	1537			
	T5	8.79	1132			
	Tdış yüzey	8.55	1109			
	Tdış	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,32	5,44	
	Tiç yüzey	19.29	2238			
	T1	18.54	2129			
	T2	18.54	2129			
	T3	10.77	1295			
	T4	10.28	1252			
	T5	3.48	785			
	Tdış yüzey	3.12	763			
	Tdış	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,32	6,46	
	Tiç yüzey	19.16	2224			
	T1	18.27	2102			
	T2	18.26	2102			
	T3	9.04	1147			
	T4	8.46	1109			
	T5	0.39	629			
	Tdış yüzey	-0.04	611			
	Tdış	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,32	8,08	
	Tiç yüzey	18.95	2182			
	T1	17.83	2037			
	T2	17.83	2037			
	T3	6.29	954			
	T4	5.56	909			
	T5	-4.54	456			
	Tdış yüzey	-5.08	405			
	Tdış	-5.40	415			

4.17. Dikmeler Arası Dış Yüzeğe Dayalı 0.05 m'lik EPS, Dışta Mineral Yün Yalıtım Malzemesi Kullanılması

Hazırlanan her üç kesitte de iç yüzeyde buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa dış yüzeğe dayalı 0.05 m kalınlığında EPS, dış yüzeyde mineral yünü kullanılmasıyla kesitin ısı konfor açısından performansı ve kesitleri 4 farklı derece gün bölgesine göre karşılaştırılması amaçlanmıştır. Her bir kesitin yüzey sıcaklıkları ve yoğuşma hesabı TS 825'den 4 bölgeyi temsilen seçilen illerin ocak ayı ortalama dış ortam sıcaklık değerleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

- **Dışta Ahşap Yonga Levha, İçte Alçı Levha Kaplanması**

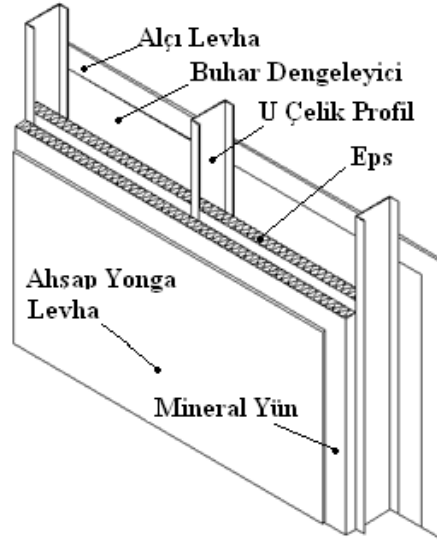
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.05 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.49 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.33 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 3.79 W/m², 2.bölgede; 5.59 W/m², 3.bölgede; 6.63 W/m², 4.bölgede 8.30 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 1.bölgede yoğuşma olmadığı, 2., 3. ve 4.bölgede ise yoğuşma olduğu Çizelge 4.52'de görülmüştür.

- **Dışta Elyaf Kaplı Çimento Levha, İçte Ahşap Yonga Levha Kaplanması**

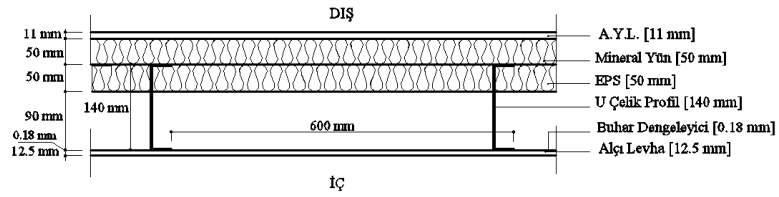
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.05 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.50 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.33 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 3.79 W/m², 2.bölgede; 5.59 W/m², 3.bölgede; 6.63 W/m², 4.bölgede 8.30 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.53'de görülmüştür.

- **Dışta Çimentolu Yonga Levha, İçte Odun Lifli Levha Kaplanması**

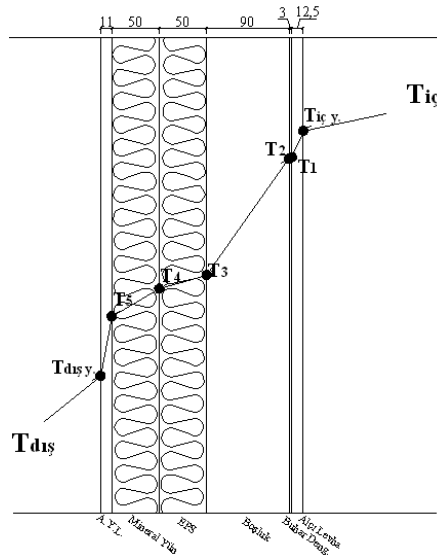
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.05 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.51 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.32 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 3.69 W/m², 2.bölgede; 5.44 W/m², 3.bölgede; 6.46 W/m², 4.bölgede 8.08 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.54'te görülmüştür.



Şekil 4.49.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması

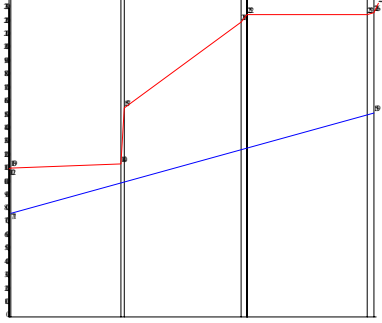
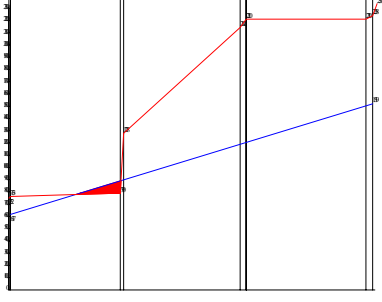
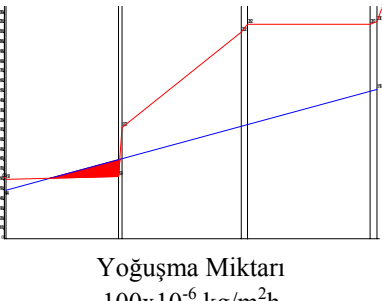
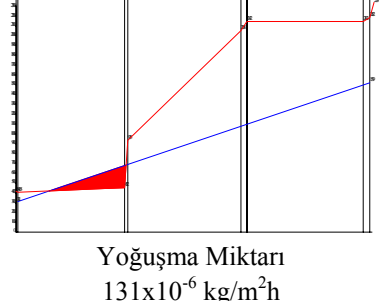


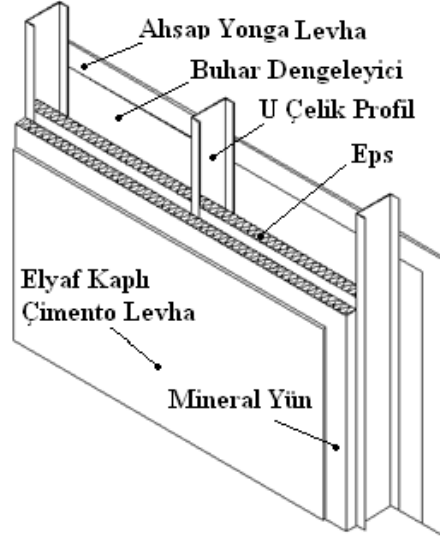
Şekil 4.49.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



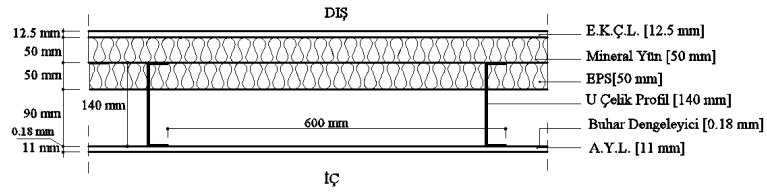
Şekil 4.49.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.52 A.Y.L. ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

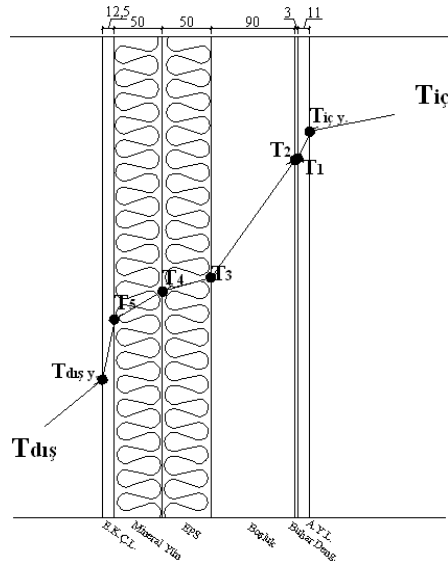
Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFIĞI
1. BÖLGE (Aydın)	Tiç	20.00	2337	0,33	3,79	
	Tiç yüzey	19.51	2266			
	T1	19.37	2252			
	T2	19.37	2252			
	T3	19.03	2196			
	T4	13.61	1557			
	T5	8.87	1140			
	Tdış yüzey	8.55	1109			
	Tdış	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,33	5,59	
	Tiç yüzey	19.27	2238			
	T1	19.07	2210			
	T2	19.07	2210			
	T3	18.57	2142			
	T4	10.58	1278			
	T5	3.60	790			
	Tdış yüzey	3.12	763			
	Tdış	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,33	6,63	
	Tiç yüzey	19.14	2210			
	T1	18.90	2182			
	T2	18.90	2182			
	T3	18.30	2102			
	T4	8.82	1132			
	T5	0.53	633			
	Tdış yüzey	-0.03	611			
	Tdış	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,33	8,30	
	Tiç yüzey	18.92	2182			
	T1	18.62	2142			
	T2	18.62	2142			
	T3	17.87	2050			
	T4	6.01	935			
	T5	-4.37	452			
	Tdış yüzey	-5.07	405			
	Tdış	-5.40	415			



Şekil 4.50.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması

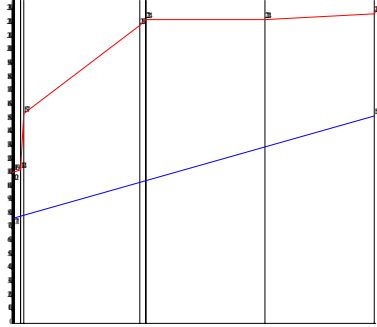
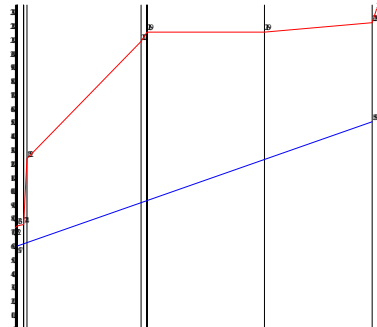
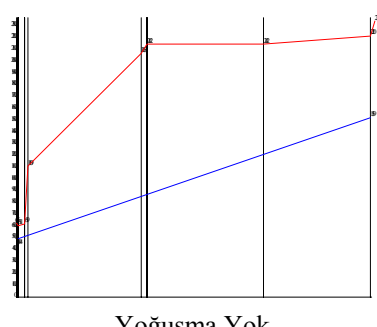
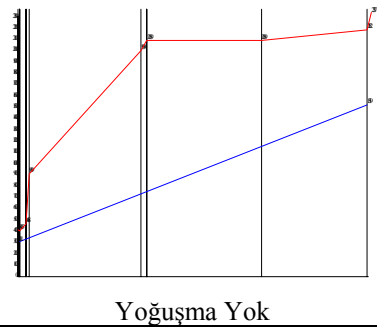


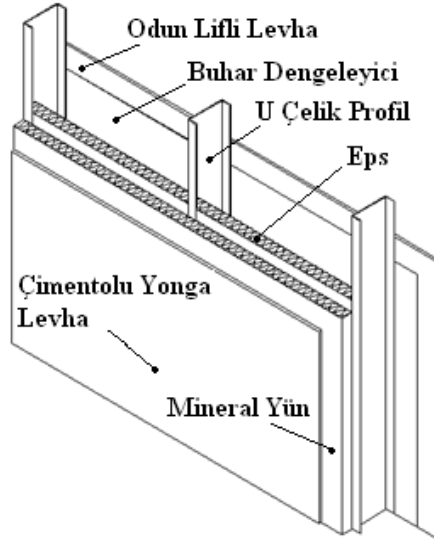
Şekil 4.50.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



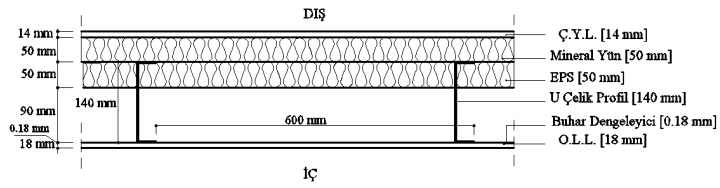
Şekil 4.50.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.53 E.K.Ç.L. ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarı Dışa Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

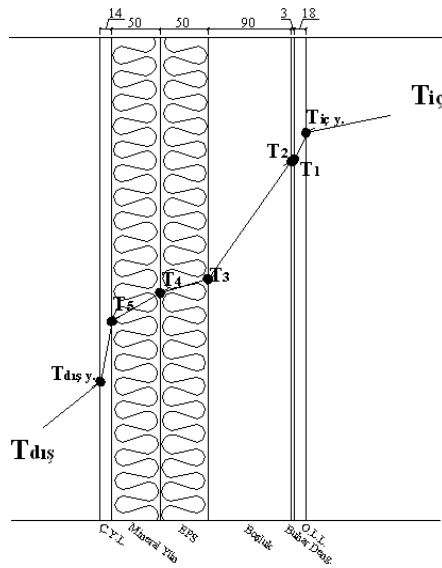
Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydınlık)	Tiç	20.00	2337	0,33	3,79	
	Tiç yüzey	19.51	2266			
	T1	19.19	2224			
	T2	19.18	2224			
	T3	18.84	2182			
	T4	13.43	1537			
	T5	8.69	1124			
	Tdış yüzey	8.55	1109			
	Tdış	8.40	1102			
						Yoğuşma Yok
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,33	5,59	
	Tiç yüzey	19.27	2238			
	T1	18.80	2169			
	T2	18.80	2169			
	T3	18.29	2102			
	T4	10.31	1252			
	T5	3.32	774			
	Tdış yüzey	3.12	763			
	Tdış	2.90	752			
						Yoğuşma Yok
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,33	6,63	
	Tiç yüzey	19.14	2210			
	T1	18.58	2142			
	T2	18.57	2142			
	T3	17.97	2063			
	T4	8.50	1109			
	T5	0.20	619			
	Tdış yüzey	-0.03	611			
	Tdış	-0.30	626			
						Yoğuşma Yok
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,33	8,30	
	Tiç yüzey	18.92	2182			
	T1	18.22	2089			
	T2	18.21	2089			
	T3	17.46	1999			
	T4	5.61	909			
	T5	-4.77	468			
	Tdış yüzey	-5.07	405			
	Tdış	-5.40	415			
						Yoğuşma Yok



Şekil 4.51.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması

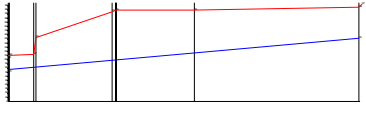
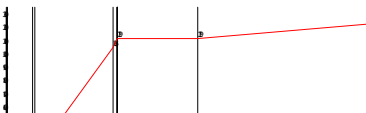
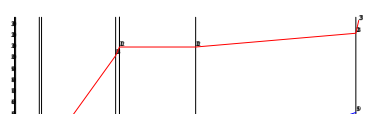
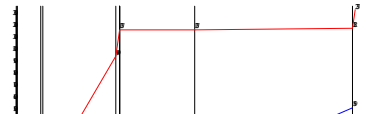


Şekil 4.51.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



Şekil 4.51.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.54 O.L.L. ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarı Dışa Dayalı EPS, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFIĞI
1. BÖLGE (Aydın)	Tiç	20.00	2337	0,32	3,69	 <p>Yoğuşma Yok</p>
	Tiç yüzey	19.52	2266			
	T1	19.01	2196			
	T2	19.01	2196			
	T3	18.67	2155			
	T4	13.40	1537			
	T5	8.79	1132			
	Tdış yüzey	8.55	1109			
	Tdış	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,32	5,44	 <p>Yoğuşma Yok</p>
	Tiç yüzey	19.29	2238			
	T1	18.54	2129			
	T2	18.54	2129			
	T3	18.05	2063			
	T4	10.28	1252			
	T5	3.48	785			
	Tdış yüzey	3.12	763			
	Tdış	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,32	6,46	 <p>Yoğuşma Yok</p>
	Tiç yüzey	19.16	2224			
	T1	18.27	2102			
	T2	18.26	2102			
	T3	17.68	2024			
	T4	8.46	1109			
	T5	0.39	629			
	Tdış yüzey	-0.04	611			
	Tdış	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,32	8,08	 <p>Yoğuşma Yok</p>
	Tiç yüzey	18.95	2182			
	T1	17.83	2037			
	T2	17.83	2037			
	T3	17.10	1949			
	T4	5.56	909			
	T5	-4.54	456			
	Tdış yüzey	-5.08	405			
	Tdış	-5.40	415			

4.18. Dikmeler Arası Dış Yüzeğe Dayalı 0.05 m'lik Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Yalıtım Malzemesi Kullanılması

Hazırlanan her üç kesitte de iç yüzeyde buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa dış yüzeğe dayalı 0.05 m kalınlığında mineral yünü, dış yüzeyde mineral yünü kullanılmasıyla kesitin ısı konfor açısından performansı ve kesitleri 4 farklı derece gün bölgesine göre karşılaştırılması amaçlanmıştır.. Her bir kesitin yüzey sıcaklıkları ve yoğuşma hesabı TS 825 den 4 bölgeyi temsilen seçilen illerin ocak ayı ortalama dış ortam sıcaklık değerleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

- **Dışta Ahşap Yonga Levha, İçte Alçı Levha Kaplanması**

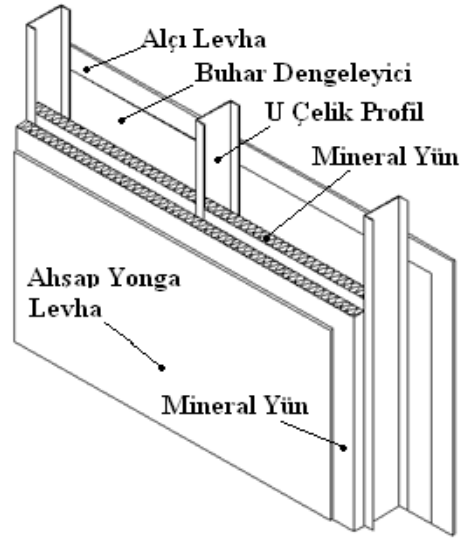
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.05 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.52 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.35 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 4.03 W/m², 2.bölgede; 5.94 W/m², 3.bölgede; 7.05 W/m², 4.bölgede 8.82 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 1.bölgede yoğuşma olmadığı, 2., 3. ve 4.bölgede ise yoğuşma olduğu Çizelge 4.55'te görülmüştür.

- **Dışta Elyaf Kaplı Çimento Levha, İçte Ahşap Yonga Levha Kaplanması**

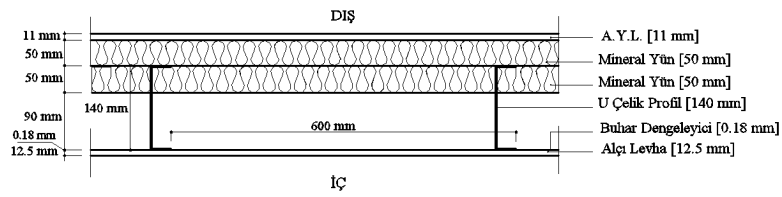
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.05 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde(Şekil 4.53 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.35 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 4.03 W/m², 2.bölgede; 5.94 W/m², 3.bölgede; 7.05 W/m², 4.bölgede 8.82 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.56'da görülmüştür.

- **Dışta Çimentolu Yonga Levha, İçte Odun Lifli Levha Kaplanması**

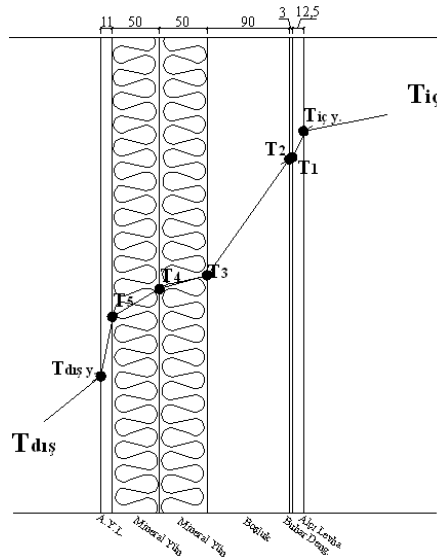
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.05 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.54 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.34 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 3.91 W/m², 2.bölgede; 5.77 W/m², 3.bölgede; 6.84 W/m², 4.bölgede 8.56 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.57'de görülmüştür.



Şekil 4.52.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması

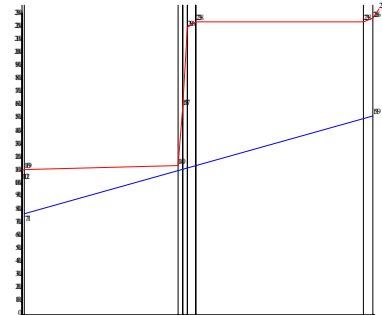
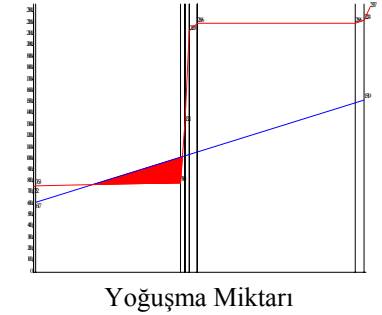
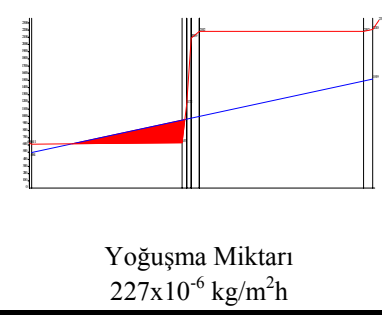
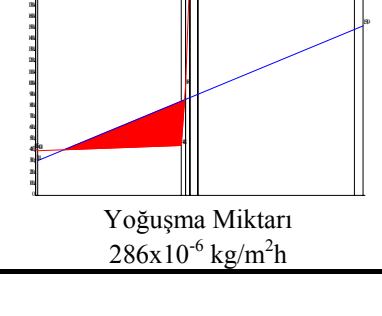


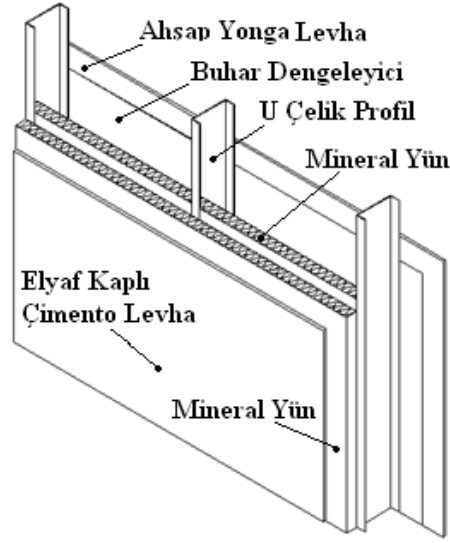
Şekil 4.52.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



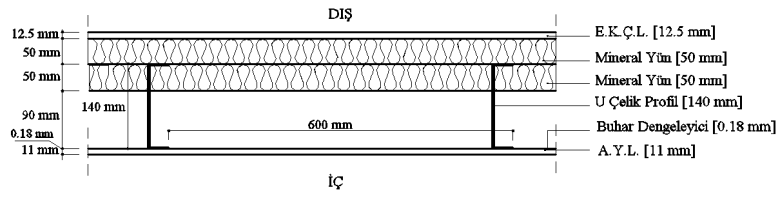
Şekil 4.52.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.55 A.Y.L. ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

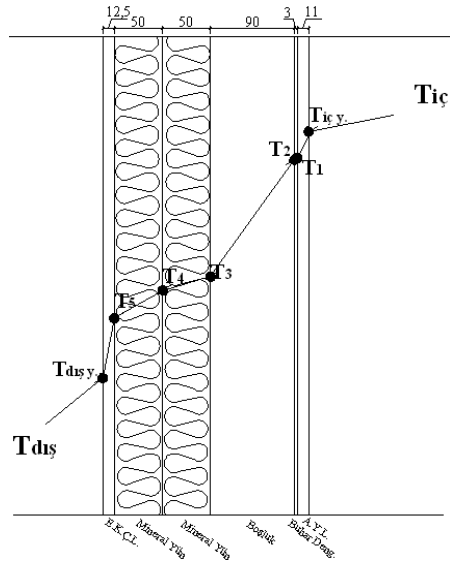
Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	Tiç	20.00	2337	0,35	4,03	
	Tiç yüzey	19.48	2266			
	T1	19.33	2238			
	T2	19.33	2238			
	T3	18.97	2196			
	T4	13.93	1587			
	T5	8.90	1140			
	Tdış yüzey	8.56	1109			
	Tdış	8.40	1102			
						Yoğuşma Yok
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,35	5,94	
	Tiç yüzey	19.23	2224			
	T1	19.02	2196			
	T2	19.01	2196			
	T3	18.48	2129			
	T4	11.06	1321			
	T5	3.64	790			
	Tdış yüzey	3.14	763			
	Tdış	2.90	752			
						Yoğuşma Miktarı 162x10 ⁻⁶ kg/m ² h
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,35	7,05	
	Tiç yüzey	19.08	2210			
	T1	18.83	2182			
	T2	18.83	2182			
	T3	18.19	2089			
	T4	9.39	1172			
	T5	0.58	633			
	Tdış yüzey	-0.02	611			
	Tdış	-0.30	626			
						Yoğuşma Miktarı 227x10 ⁻⁶ kg/m ² h
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,35	8,82	
	Tiç yüzey	18.85	2169			
	T1	18.54	2129			
	T2	18.53	2129			
	T3	17.77	2024			
	T4	6.72	981			
	T5	-4.30	448			
	Tdış yüzey	-5.05	401			
	Tdış	-5.40	415			
						Yoğuşma Miktarı 286x10 ⁻⁶ kg/m ² h



Şekil 4.53.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması

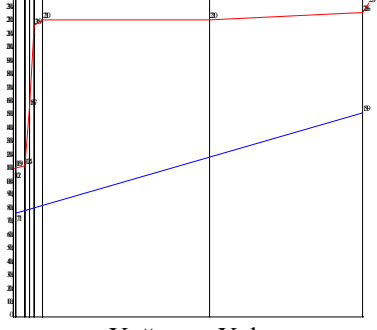
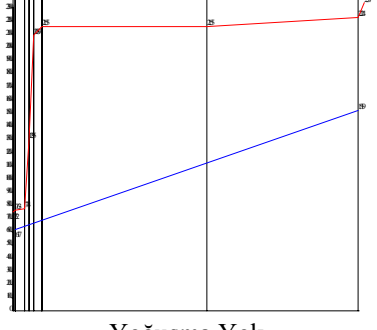
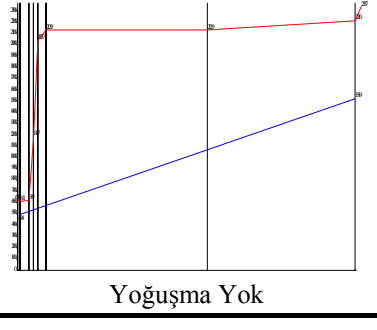
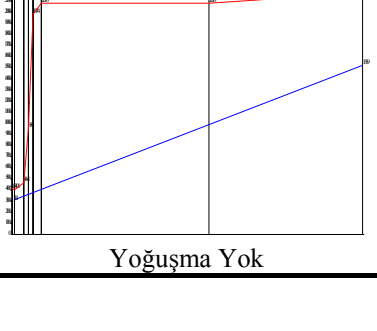


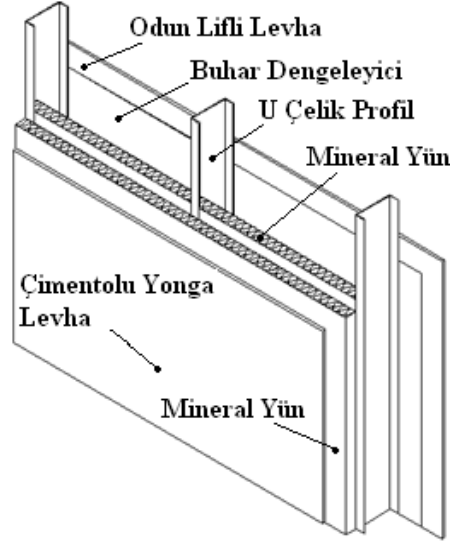
Şekil 4.53.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



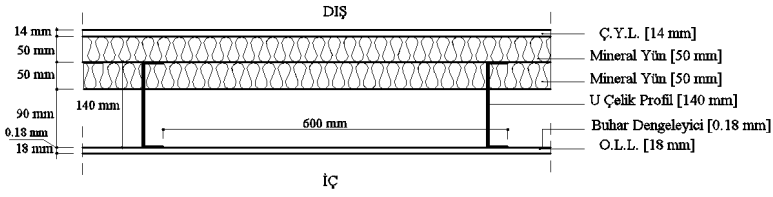
Şekil 4.53.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.56 E.K.Ç.L. ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

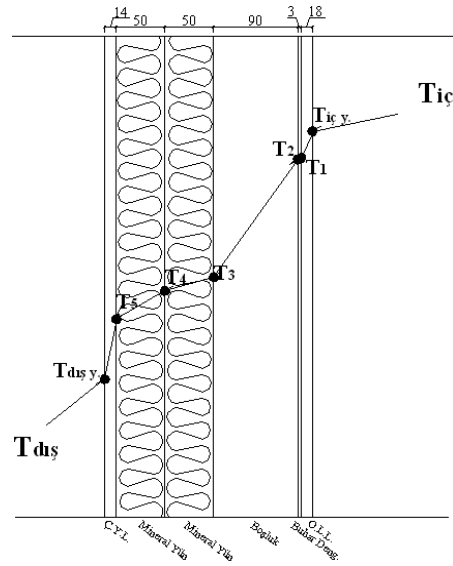
Derece Gün Bölgesi	Yüze y Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	Tiç	20.00	2337	0,35	4,03	
	Tiç yüzey	19.48	2266			
	T1	19.14	2210			
	T2	19.13	2210			
	T3	18.77	2169			
	T4	13.74	1567			
	T5	8.70	1124			
	Tdış yüzey	8.56	1109			
	Tdış	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,35	5,94	
	Tiç yüzey	19.23	2224			
	T1	18.73	2155			
	T2	18.72	2155			
	T3	18.19	2089			
	T4	10.77	1295			
	T5	3.35	774			
	Tdış yüzey	3.14	763			
	Tdış	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,35	7,05	
	Tiç yüzey	19.08	2210			
	T1	18.49	2129			
	T2	18.48	2129			
	T3	17.85	2037			
	T4	9.04	1147			
	T5	0.23	619			
	Tdış yüzey	-0.02	611			
	Tdış	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,35	8,82	
	Tiç yüzey	18.85	2169			
	T1	18.11	2076			
	T2	18.10	2076			
	T3	17.31	1974			
	T4	6.29	954			
	T5	-4.73	464			
	Tdış yüzey	-5.05	401			
	Tdış	-5.40	415			



Şekil 4.54.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması

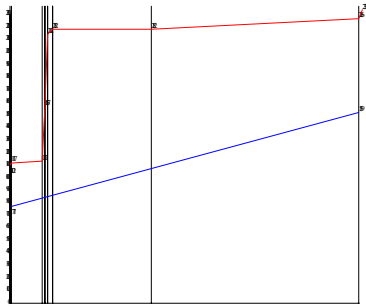


Şekil 4.54.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



Şekil 4.54.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.57 O.L.L. ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Dışa Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFIĞI
1. BÖLGE (Aydın)	Tiç	20.00	2337	0,34	3,91	
	Tiç yüzey	19.49	2266			
	T1	18.95	2182			
	T2	18.95	2182			
	T3	18.59	2142			
	T4	13.71	1567			
	T5	8.82	1132			
	Tdış yüzey	8.56	1117			
	Tdış	8.40	1102			
	2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00			
Tiç yüzey		19.25	2224			
T1		18.45	2115			
T2		18.45	2115			
T3		17.93	2050			
T4		10.72	1286			
T5		3.51	785			
Tdış yüzey		3.13	763			
Tdış		2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)		Tiç	20.00	2337	0,34	6,84
	Tiç yüzey	19.11	2210			
	T1	18.16	2089			
	T2	18.16	2089			
	T3	17.54	1999			
	T4	8.99	1147			
	T5	0.43	629			
	Tdış yüzey	-0.03	611			
	Tdış	-0.30	626			
	4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.0	2337		
Tiç yüzey		18.89	2182			
T1		17.70	2024			
T2		17.69	2024			
T3		16.92	1924			
T4		6.22	948			
T5		-4.49	456			
Tdış yüzey		-5.07	405			
Tdış		-5.40	415			

4.19. Dikmeler Arası 0.05 m'lik Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Yalıtım Malzemesi Kullanılması

Hazırlanan her üç kesitte de iç yüzeyde buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa iç yüzeye dayalı 0.05 m kalınlığında mineral yünü, dış yüzeyde mineral yünü kullanılmasıyla kesitin ısı konfor açısından performansı ve kesitleri 4 farklı derece gün bölgesine göre karşılaştırılması amaçlanmıştır. Her bir kesitin yüzey sıcaklıkları ve yoğuşma hesabı TS 825 den 4 bölgeyi temsilen seçilen illerin ocak ayı ortalama dış ortam sıcaklık değerleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır

- **Dışta Ahşap Yonga Levha, İçte Alçı Levha Kaplanması**

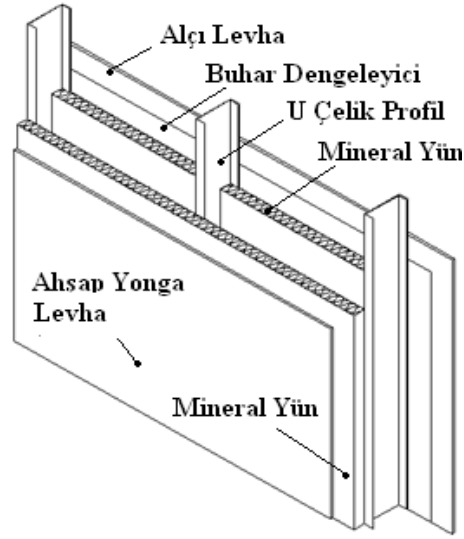
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.05 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.55 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.35 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 4.03 W/m², 2.bölgede; 5.94 W/m², 3.bölgede; 7.05 W/m², 4.bölgede 8.82 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 1.bölgede yoğuşma olmadığı, 2., 3. ve 4.bölgede ise yoğuşma olduğu Çizelge 4.58'de görülmüştür.

- **Dışta Elyaf Kaplı Çimento Levha, İçte Ahşap Yonga Levha Kaplanması**

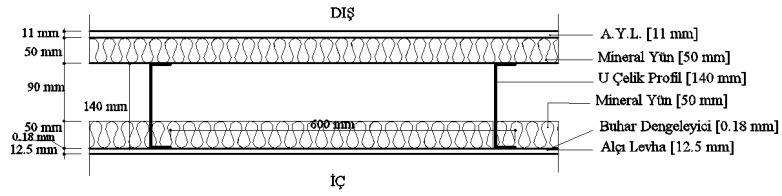
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.05 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.56 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.35 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 4.03 W/m², 2.bölgede; 5.94 W/m², 3.bölgede; 7.05 W/m², 4.bölgede 8.82 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.59'da görülmüştür.

- **Dışta Çimentolu Yonga Levha, İçte Odun Lifli Levha Kaplanması**

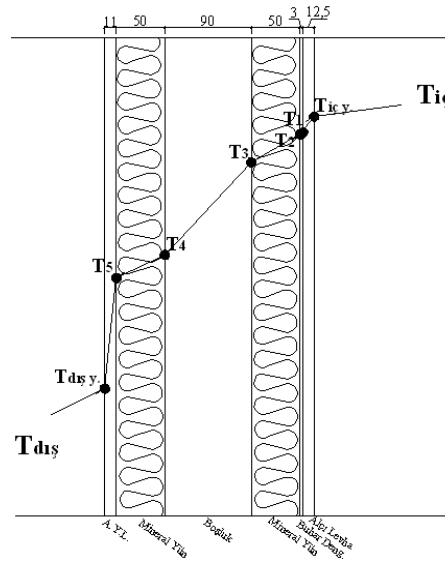
Kesitte buhar dengeleyici dikmeler arası boşluğa 0.05 m, dış yüzeyde 0.05 m kalınlığında yalıtım malzemesi kullanılması halinde (Şekil 4.57 a-b-c); Isıl geçirgenlik değeri (U), 4 bölgede de 0.34 W/m²K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.bölgede; 3.91 W/m², 2.bölgede; 5.77 W/m², 3.bölgede; 6.84 W/m², 4.bölgede 8.56 W/m², olarak hesaplanmıştır. Kesitte 4 bölgede de yoğuşma olmadığı Çizelge 4.60'ta görülmüştür.



Şekil 4.55.a A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması

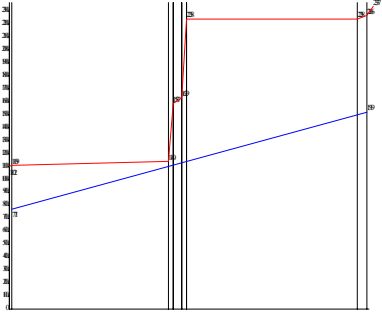
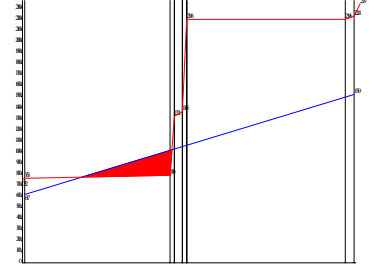
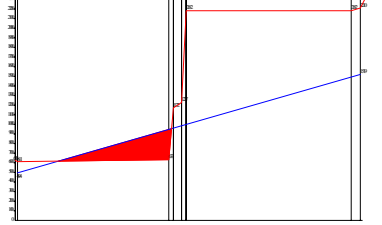
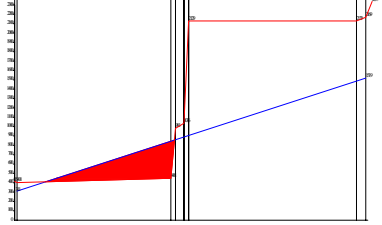


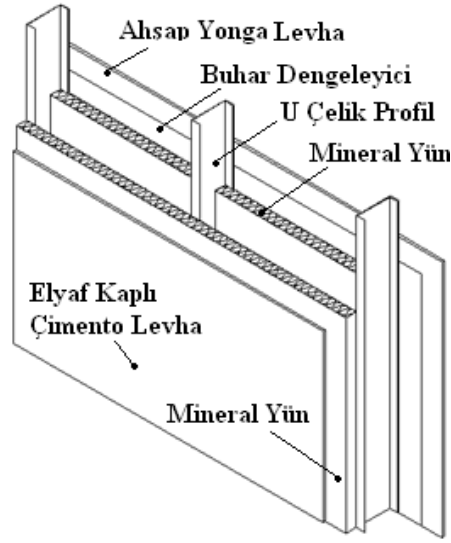
Şekil 4.55.b A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



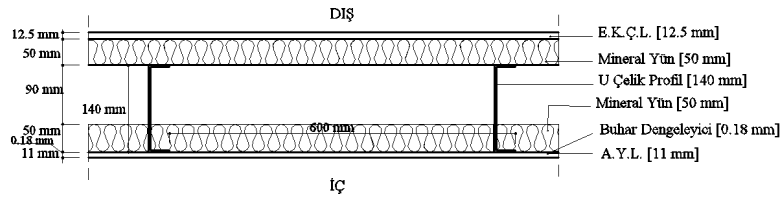
Şekil 4.55.c A.Y.L. Ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.58 A.Y.L. ve Alçı Levha Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

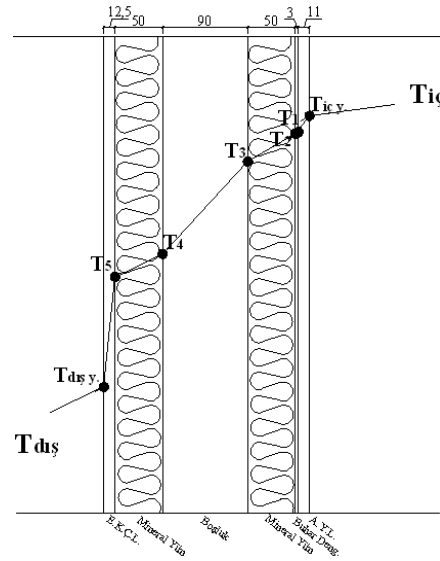
Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sic.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	Tiç	20.00	2337	0,35	4,03	
	Tiç yüzey	19.48	2266			
	T1	19.33	2238			
	T2	19.33	2238			
	T3	14.30	1629			
	T4	13.93	1587			
	T5	8.90	1140			
	Tdış yüzey	8.56	1109			
	Tdış	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,35	5,94	
	Tiç yüzey	19.23	2224			
	T1	19.02	2196			
	T2	19.01	2196			
	T3	11.59	1365			
	T4	11.06	1321			
	T5	3.64	790			
	Tdış yüzey	3.14	763			
	Tdış	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,35	7,05	
	Tiç yüzey	19.08	2210			
	T1	18.83	2182			
	T2	18.83	2182			
	T3	10.02	1227			
	T4	9.39	1172			
	T5	0.58	633			
	Tdış yüzey	-0.02	611			
	Tdış	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,35	8,82	
	Tiç yüzey	18.85	2169			
	T1	18.54	2129			
	T2	18.53	2129			
	T3	7.51	1036			
	T4	6.72	981			
	T5	-4.30	448			
	Tdış yüzey	-5.05	401			
	Tdış	-5.40	415			



Şekil 4.56.a E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması

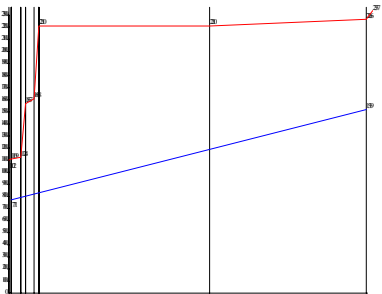
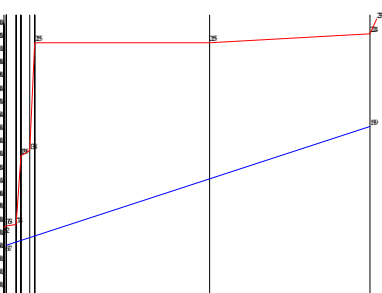
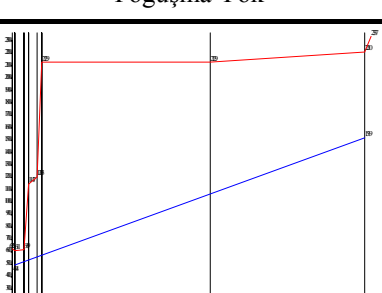
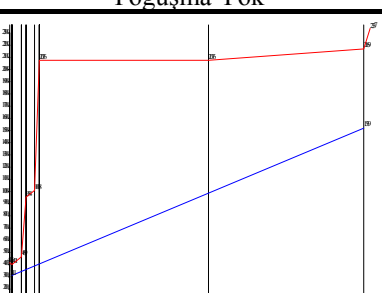


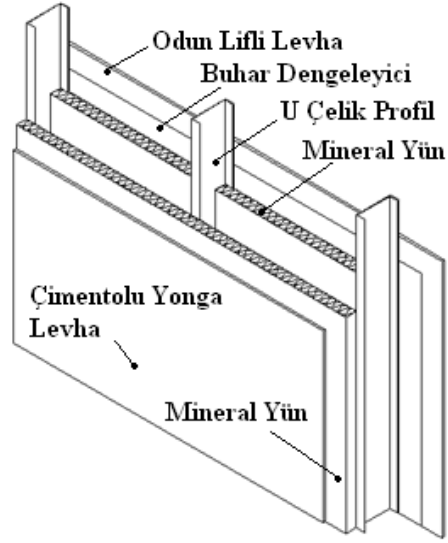
Şekil 4.56.b E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



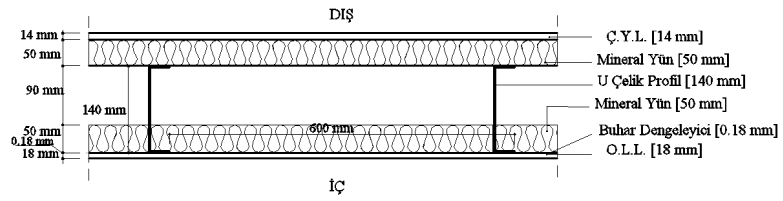
Şekil 4.56.c E.K.Ç.L. Ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.59 E.K.Ç.L. ve A.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

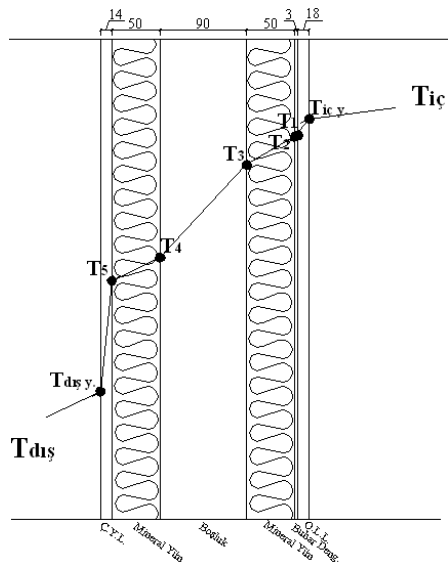
Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sıc.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFİĞİ
1. BÖLGE (Aydın)	Tiç	20.00	2337	0,35	4,03	
	Tiç yüzey	19.48	2266			
	T1	19.14	2210			
	T2	19.13	2210			
	T3	14.10	1608			
	T4	13.74	1567			
	T5	8.70	1124			
	Tdış yüzey	8.56	1109			
	Tdış	8.40	1102			
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,35	5,94	
	Tiç yüzey	19.23	2224			
	T1	18.73	2155			
	T2	18.72	2155			
	T3	11.30	1338			
	T4	10.77	1295			
	T5	3.35	774			
	Tdış yüzey	3.14	763			
	Tdış	2.90	752			
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,35	7,05	
	Tiç yüzey	19.08	2210			
	T1	18.49	2129			
	T2	18.48	2129			
	T3	9.67	1203			
	T4	9.04	1147			
	T5	0.23	619			
	Tdış yüzey	-0.02	611			
	Tdış	-0.30	626			
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,35	8,82	
	Tiç yüzey	18.85	2169			
	T1	18.11	2076			
	T2	18.10	2076			
	T3	7.08	1008			
	T4	6.29	954			
	T5	-4.73	469			
	Tdış yüzey	-5.05	401			
	Tdış	-5.40	415			



Şekil 4.57.a O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması

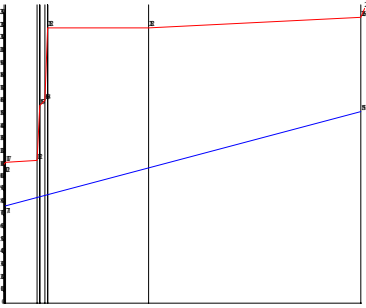
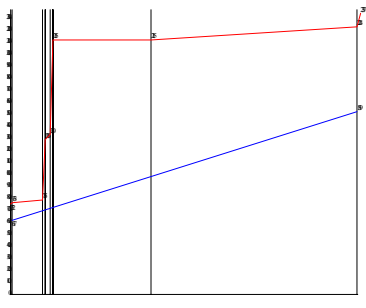
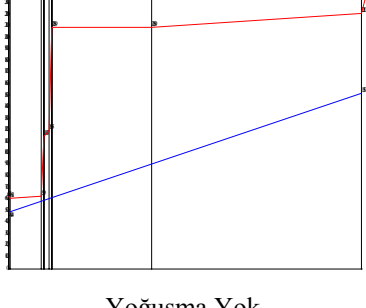
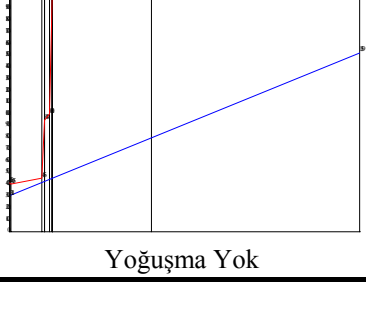


Şekil 4.57.b O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Kesiti



Şekil 4.57.c O.L.L. Ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda İçe Dayalı Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumu Yüzey Sıcaklık Noktaları (T)

Çizelge 4.60 O.L.L. ve Ç.Y.L Kaplamalı Hafif Çelik Duvarda Mineral Yün, Dışta Mineral Yün Kullanılması Durumunda Yoğuşma Tahkiki

Derece Gün Bölgesi	Yüzey Sic.	T (°C)	Ps (Pa)	U (W/m ² K)	q (W/m ²)	YOĞUŞMA GRAFIĞI
1. BÖLGE (Aydın)	Tiç	20.00	2337	0,34	3,91	
	Tiç yüzey	19.49	2266			
	T1	18.95	2182			
	T2	18.95	2182			
	T3	14.06	1608			
	T4	13.71	1567			
	T5	8.82	1132			
	Tdış yüzey	8.56	1117			
	Tdış	8.40	1102			
Yoğuşma Yok						
2. BÖLGE (Edirne)	Tiç	20.00	2337	0,34	5,77	
	Tiç yüzey	19.25	2224			
	T1	18.45	2115			
	T2	18.45	2115			
	T3	11.24	1330			
	T4	10.72	1286			
	T5	3.51	785			
	Tdış yüzey	3.13	763			
	Tdış	2.90	752			
Yoğuşma Yok						
3. BÖLGE (Kırklareli)	Tiç	20.00	2337	0,34	6,84	
	Tiç yüzey	19.11	2210			
	T1	18.16	2089			
	T2	18.16	2089			
	T3	9.60	1195			
	T4	8.99	1147			
	T5	0.43	629			
	Tdış yüzey	-0.03	611			
	Tdış	-0.30	626			
Yoğuşma Yok						
4. BÖLGE (Erzincan)	Tiç	20.00	2337	0,34	8,56	
	Tiç yüzey	18.89	2182			
	T1	17.70	2024			
	T2	17.69	2024			
	T3	6.99	1001			
	T4	6.22	948			
	T5	-4.49	456			
	Tdış yüzey	-5.06	405			
	Tdış	-5.40	415			
Yoğuşma Yok						

BÖLÜM 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Ülkemizde betonarmeye dayalı bir yapılaşma hakim olmasına rağmen konut gibi küçük ölçekli yapıların geleneksel yapım sistemindeki ahşap karkas sisteme benzerliklerinden dolayı hafif çelik yapılar günümüzde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle deprem karşısında dayanım gösterebilen hafif çelik yapılar deprem kuşağı üzerinde bulunan Ülkemizdeki kullanılabilirliği duvarlarda ısı ve buhar geçişi açısından araştırılmıştır. Ayrıca hafif çelik yapıların oluşturulmasında kalifiye eleman gerekliliği de unutulmamalıdır.

Ülkemizdeki hafif çelik konut imalatı yapan firmaların teknik şartnameleri incelendiğinde standartlarımızın yeterli olmadığı, halen uluslararası standartlardan faydalandığı görülmüştür. Hafif çelik yapı elemanlarının Ülkemiz şartlarına uygun hesap kuralları ve şartnamenin hazırlanması mutlaka gereklidir. Zaten bu yapım sisteminin temel ilkesi ve en önemli avantajı yapım teknolojisinde getirdiği standartlaşmadır.

Yapıların taşıyıcılık yönünden güvenilir olması tek başına yeterli olmamaktadır. Yapının kullanıcıya rahat ve ısı konfor şartlarını sağlayacağı bir iç mekan oluşturması da istenmektedir. Çelik malzemenin ısı ve ses iletkenliğinin yüksek olmasından dolayı konfor şartları açısından yalıtım birinci şarttır. Yalıtım yapılırken de ısı ve buhar geçişi açısından doğru detaylandırma yapmak gerekmektedir. Isı iletimi sırasında kesit içinde yoğunlaşma olması durumunda elemanın ısı performansı kötüleşecek, bu hem kullanıcıların ısı konforunu hem de yapı sisteminin ve malzemelerinin zarar görmesine neden olacaktır.

Hafif çelik sistemlerde, çelik malzemenin yüksek ısı iletkenliği, iç mekanın ve yapı elemanlarının konfor sıcaklığında tutulmasını güçleştiren bir etkidir. Hafif çelik sistemlerde, 40-60 cm arayla düzenlenen soğuk şekillendirilmiş çelik dikmeler ve döşeme kirişlemeleri, yapı kabuğunda ısı köprüleri oluşturmaktadır (Ekinci,2006). Isı köprülerinin oluşmasını engellemek amacıyla hafif çelik sistemin dış duvar kesiti, iç mekandaki nemin soğuk dış ortama kesit içerisinde yoğunlaşmaya neden olmadan

ulaşmasını sağlanacak şekilde detaylandırılması gerekmektedir. Binalar da ısı konforun sağlanabilmesi için ısı yalıtımı ve nem kontrolü bir bütün olarak düşünölmelidir. Birlikte düşünölmeyeği takdirde bina içerisindeki nem, dış duvarlardan iletilirken duvar kesiti içinde yoğuşması durumunda ısı iletkenliğinin artmasına neden olacaktır. Bunun nedeni, suyun ısı geçirgenlik değerinin kuru havaya göre 25 kat daha fazla olmasıdır (Oral ve Altun 2005, 2006).

TS 825’de göre yoğuşma miktarı için sınır değerler, tavan, duvar gibi yapı bileşenlerinde 1.0 kg/m^2 ’yi, betonarme duvara içerden yalıtım yapılması durumunda 0.5 kg/m^2 ’yi aşmamalıdır. Ahşap malzemelerdeki nem içeriğinin kütle cinsinden ifade edildiği durumlarda, ahşap malzemenin kütlesinin nem nedeni ile % 5’ten daha artmasına izin verilmez. İşlenmiş ahşap ürünlerinde (sunta vb.) ise % 3’ten daha fazla artmamalıdır (TS 825, 2008).

İzin verilen yoğuşma miktarları içerisinde buharlaşma ve kuruma evrelerinin hesaplamaları TS 825’de verilmektedir. Ancak ısı iletimi sırasında herhangi bir yapı elemanında yoğuşmanın gerçekleşmesi, elemanın ısı performansını kötüleştireceği için yapı elemanında hiç yoğuşma olmayacak şekilde eleman kesitinin oluşturulması gerekmektedir. Bu çalışmada kesitlerde buharlaşma dönemi hesapları göz önünde bulundurulmamış, oluşturulan duvar kesitlerin de derece gün bölgelerine göre yoğuşma olup olmadığı incelenmiştir.

Hazırlanan farklı duvar kesitlerini birbirleriyle kıyaslayabilmek, konstrüksiyon elemanlarının yalıtıma etkisini araştırmak ve ‘‘TS 825 – Binalarda Isı Yalıtım Kuralları’’ standardındaki bölgelere göre kesitlerin belirtilen ısı geçirgenlik direnci değerlerini sağlayıp sağlamadığı, yoğuşma oluşumunu kontrol etmek amacıyla hesaplamalar yapılarak grafikler oluşturulmuştur. Elde edilen değerlerin sonucuna göre izelge 5.1 oluşturulmuştur.

Çizelge 5.1 Hafif Çelik Sistemde Kaplama Ve Yalıtım Malzemesi Kullanılması Durumunun İllere Göre Isıl Geçirgenlik, Isı Akısı Ve Yoğuşma Sonuçları

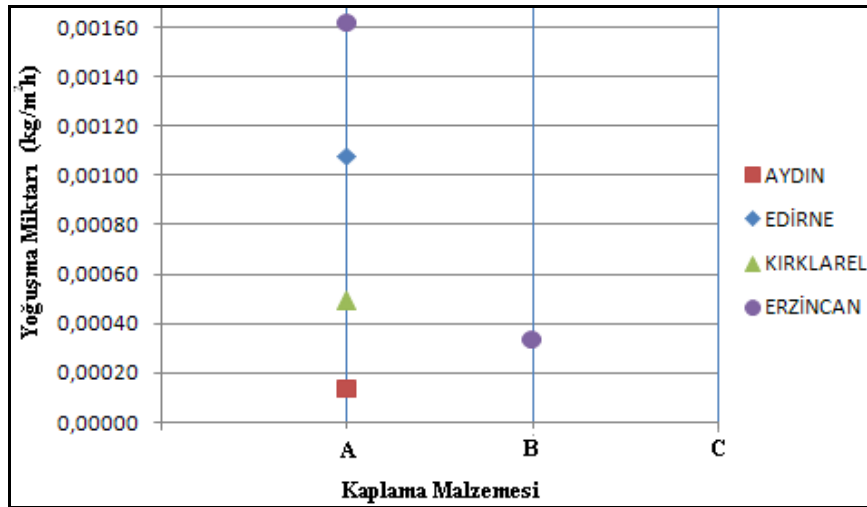
YALITIM MALZEMESİ			KAPLAMA MALZEMESİ												Isı Akısı q (W/m ²)												Isıl Geçirgenlik Katsayısı U (W/ m ² K)						
Kalınlık d (m)	Dikmeler Arası Yalıtım Malzemesi	Dış Yüzeyde Yalıtım Malzemesi	Alçı Levha- Ahşap Yonga Levha (A)				Ahşap Yonga Levha- Elyaf Kaplı Çimento Levha (B)				Odun Lifli Levha-Çimentolu Yonga Levha (C)				Bölgelere Göre İller																		
			Bölgelere Göre İller				Bölgelere Göre İller				Bölgelere Göre İller				Aydın			Edirne			Kırklareli			Erzincan									
			Aydın	Edirne	Kırklareli	Erzincan	Aydın	Edirne	Kırklareli	Erzincan	Aydın	Edirne	Kırklareli	Erzincan	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C							
-	Yalıtımsız	-	X	X	X	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	26.9	26.96	22.52	39.8	39.74	33.20	47.2	47.17	39.41	59.0	59.02	49.31	2.32	2.32	1.94
0.05 m	Mineral Yün (i.y.d.)	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.12	7.12	6.76	10.49	10.49	9.97	12.45	12.45	11.84	15.58	15.58	14.81	0.61	0.61	0.58
0.05 m	EPS (i.y.d.)	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.41	6.41	6.13	9.45	9.45	9.03	11.22	11.22	10.72	14.04	14.04	13.41	0.55	0.55	0.53
0.05 m	Mineral Yün (d.y.d.)	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.12	7.12	6.76	10.49	10.49	9.97	12.45	12.45	11.84	15.58	15.58	14.81	0.61	0.61	0.58
0.05 m	EPS (d.y.d.)	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.41	6.41	6.13	9.45	9.45	9.03	11.22	11.22	10.72	14.04	14.04	13.41	0.55	0.55	0.53
0.14 m	Mineral Yün	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.06	3.06	2.99	4.51	4.51	4.41	5.36	5.36	5.24	6.70	6.70	6.55	0.26	0.26	0.24
0.14 m	EPS	-	-	X	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X	2.70	2.70	2.65	3.99	3.99	3.91	4.73	4.73	4.64	5.92	5.92	5.81	0.23	0.23	0.21				
0.05 m	EPS (i.y.d.)	XPS	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	3.58	3.58	3.49	5.28	5.28	5.15	6.27	6.27	6.11	7.84	7.84	7.64	0.31	0.31	0.30				
0.05 m	Mineral Yün (i.y.d.)	XPS	-	-	X	X	-	-	-	X	-	-	-	-	3.79	3.79	3.69	5.59	5.59	5.44	6.63	6.63	6.46	8.30	8.30	8.08	0.33	0.33	0.32				
0.05 m	EPS (d.y.d.)	XPS	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	3.58	3.58	3.49	5.28	5.28	5.15	6.27	6.27	6.11	7.84	7.84	7.64	0.31	0.31	0.30				
0.05 m	Mineral Yün (d.y.d.)	XPS	-	-	X	X	-	-	-	X	-	-	-	-	3.79	3.79	3.69	5.59	5.59	5.44	6.63	6.63	6.46	8.30	8.30	8.08	0.33	0.33	0.32				
0.14 m	Mineral Yün	XPS	-	X	X	X	-	-	X	X	-	-	X	X	2.22	2.22	2.19	3.28	3.28	3.22	3.89	3.89	3.83	4.87	4.87	4.79	0.19	0.19	0.18				
0.14 m	EPS	XPS	-	X	X	X	-	-	X	X	-	-	-	X	2.03	2.03	2.00	2.99	2.99	2.95	3.55	3.55	3.50	4.44	4.44	4.38	0.17	0.17	0.16				
0.05 m	EPS (i.y.d.)	Mineral Yün	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	3.79	3.79	3.69	5.59	5.59	5.44	6.63	6.63	6.46	8.30	8.30	8.08	0.33	0.33	0.32				
0.05 m	Mineral Yün (i.y.d.)	Mineral Yün	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	4.03	4.03	3.91	5.94	5.94	5.77	7.05	7.05	6.84	8.82	8.82	8.56	0.35	0.35	0.34				
0.05 m	EPS (d.y.d.)	Mineral Yün	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	3.79	3.79	3.69	5.59	5.59	5.44	6.63	6.63	6.46	8.30	8.30	8.08	0.33	0.33	0.32				
0.05 m	Mineral Yün (d.y.d.)	Mineral Yün	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	4.03	4.03	3.91	5.94	5.94	5.77	7.05	7.05	6.84	8.82	8.82	8.56	0.35	0.35	0.34				
0.14 m	Mineral Yün	Mineral Yün	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	2.30	2.30	2.26	3.39	3.39	3.34	4.03	4.03	3.96	5.04	5.04	4.96	0.20	0.20	0.19				
0.14 m	EPS	Mineral Yün	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	2.09	2.09	2.06	3.09	3.09	3.04	3.66	3.66	3.61	4.58	4.58	4.51	0.18	0.18	0.17				

(i.y.d.) : İç Yüzeye Dayalı (d.y.d.) : Dış Yüzeye Dayalı x: Yoğuşma Var - : Yoğuşma Yok

Çizelge 5.1, Bölüm 4’ deki yapılmış olan hesaplamalar ve hazırlanmış çizelgelerin sonuçlarına göre oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçların daha iyi yorumlanabilmesi için tek bir çizelge düzenlenmiştir. Bu nedenle de bazı kısaltmalar ve kodlamalardan faydalanılmıştır. Örneğin; kaplama malzemesi alçı levha- ahşap yonga levha için “A”, ahşap yonga levha- elyaf kaplı çimento levha için “B”, odun lifli levha-çimentolu yonga levha içinde “C” olarak kodlanmıştır. Isı yalıtımının kesit içerisindeki yerleşimini gösterirken de iç yüzeye dayalı durumu “i.y.d.” ile dış yüzeye dayalı durum için “d.y.d.” kısaltmaları kullanılmıştır.

Hafif çelik sistemde dikmeler arası yalıtımsız olması durumu Çizelge 5.1’e göre incelendiğinde, ısı geçirgenlik (U) değerinin A ve B kaplama malzemesi için $2.32 \text{ W/m}^2\text{K}$, C kaplama malzemesi için ise $1.94 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğu görülmektedir. A ve B kaplama malzemelerinin aynı kalınlık ve ısı iletkenlik değerine (λ) sahip olmaları nedeniyle ısı geçirgenlik değerlerinin aynı olduğu görülmektedir. C kaplama malzemesiyle ise kalınlık ve ısı iletkenlik değerlerinin yüksek olması nedeniyle ısı geçirgenlik değerlerinde iyileşme olduğu görülmektedir. Kesitlerin ısı akıları incelendiğinde ise seçilen illerin ocak ayı ortalama dış sıcaklık değerine bağlı olarak sıcaklık azaldıkça ısı akılarının yükseldiği, C kaplama malzemesinin her bir il için daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Çizelge 5.2 Dikmeler Arası Yalıtım Malzemesi Kullanılmaması Halinde Kaplama Malzemesi Ve İllere Göre Yoğuşma Durumları

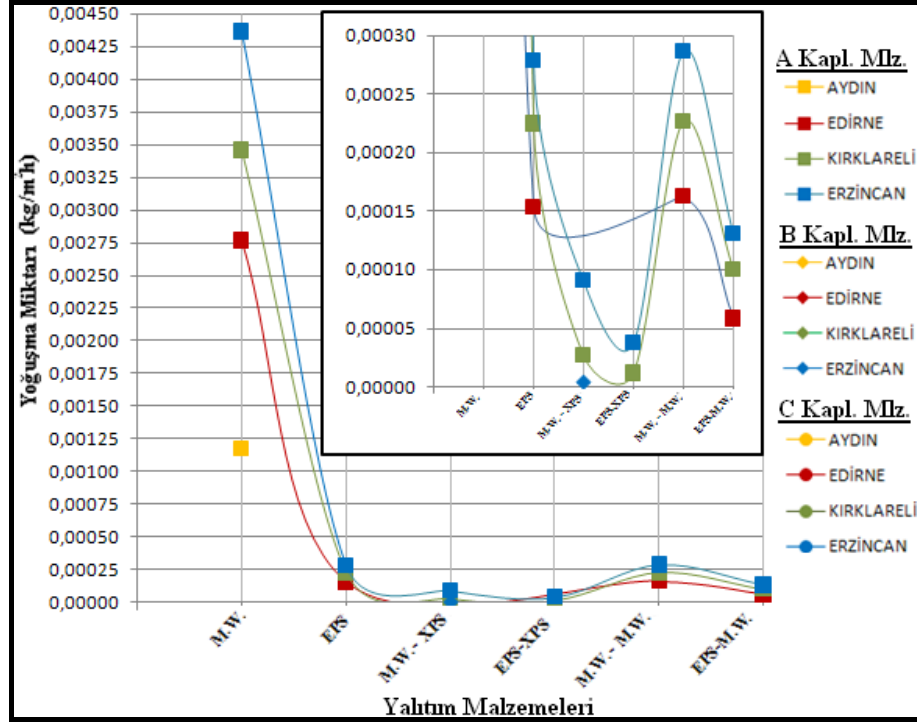


Çizelge 5.2’de dikmeler arası yalıtım malzemesi kullanılmaması halinde kaplama malzemesi ve illere göre yoğunlaşma durumları verilmektedir. Buna göre A kaplama malzemesi kullanıldığında dört ilde, B kaplama malzemesi kullanıldığında ise sadece Erzincan ilinde (4.bölge) yoğunlaşma olduğu, C kaplama malzemesi kullanıldığında ise dört ilde de yoğunlaşma oluşmadığı görülmektedir. Kesit içerisinde yoğunlaşma oluşmaması istenilen bir durumdur. Ancak Çizelge 5.1’den de görüleceği gibi kesitlerin ısı geçirgenlik değerlerinin ve ısı akılarının yüksek olduğu, bunun sonucunda ısı konforda istenilen iç ortam sıcaklığına ulaşmak için yüksek ısı enerjisi tüketileceği ve yakıt maliyetini artmasıyla birlikte, A kaplaması kullanılan kesitlerde yoğunlaşma olduğu görülmektedir.

Dikmeler arası iç yüzeye dayalı 0.05 m yalıtım malzemesi kullanılması durumlarının ısı geçirgenlik değerleri Çizelge 5.1 de gösterilmektedir. TS 825’e göre duvarların ısı performansı değerlendirilirken derece gün bölgelerine göre tavsiye edilen ısı geçirgenliği (U) 0.4 - 0.7 W/m²K değeri arasında değişmektedir. Buna göre dikmeler arası EPS (Genleştirilmiş Polistiren Köpük) kullanılması durumunda 0.53-0.55 W/m²K, mineral yün (Mineral Wool) kullanılması durumunda ise 0.58-0.61 W/m²K olduğu görülmektedir.

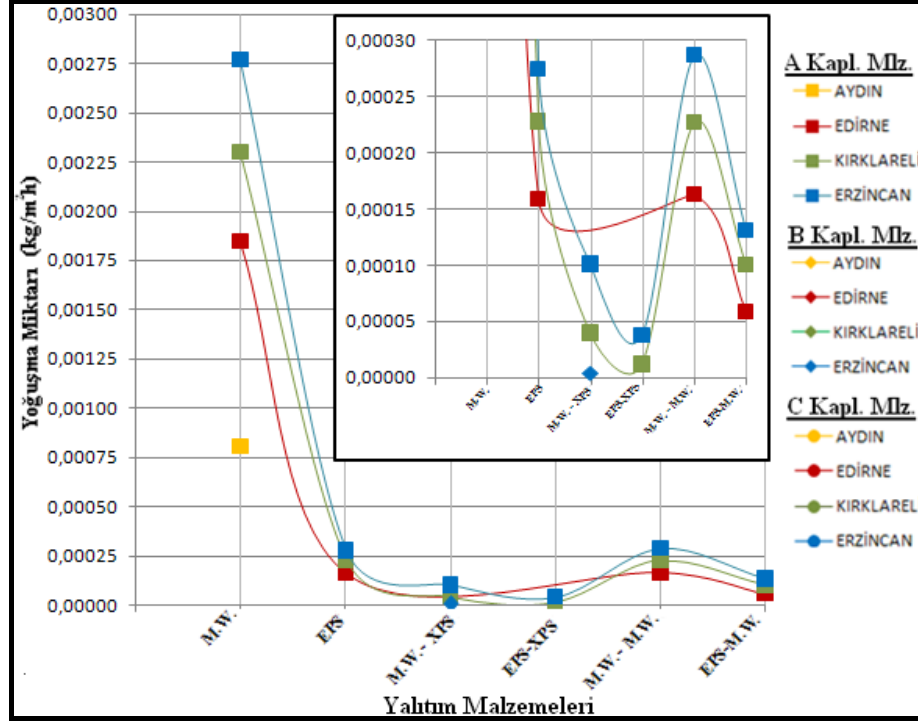
Dikmeler arası içe dayalı 0.05 m yalıtım malzemesi kullanılan kesitlerde ısı geçirgenlik değerinin düşürülmesi ve duvarlarda kullanılan hafif çelik dikmelerin ısı köprüsü oluşturması nedeniyle kesitler dışarıdan yalıtım uygulanarak oluşturulmuştur. Dikmeler arası içe dayalı 0.05 m yalıtım malzemesi kullanılan kesitlere dışarıdan mineral yün ve XPS (Ekstrüde Polistiren Köpük) kullanılması durumunda ısı geçirgenlik değerleri 0.30-0.35 W/m²K arasında olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.3 İç Yüzeğe Dayalı 0.05 m Yalıtım Malzemesi Ve Dışarıdan Yalıtım Kullanılmasında Kesit Ve İllere Göre Yoğuşma Durumları



Dikmeler arası iç yüzeye dayalı 0.05 m yalıtım malzemesi ve dışarıdan yalıtım uygulanması durumunda kesit ve illere göre yoğuşma durumları Çizelge 5.3'te gösterilmektedir. Buna göre kesitlerde, A, B ve C kaplama malzemeleri kullanıldığında; A kaplama malzemeleriyle oluşturulan tüm kesitlerde illere göre farklılık göstermesine rağmen yoğuşma olduğu görülmektedir. B kaplama malzemesine göre kesit içinde mineral yünle birlikte dışta XPS kullanılması durumunda Erzincan ilinde yoğuşma olduğu görülmektedir. C kaplama malzemesiyle oluşturulan kesitlerin tümünde ise yoğuşma olmadığı görülmektedir.

Çizelge 5.4 Dış Yüzeyle Dayalı 0.05 m Yalıtım Malzemesi Ve Dışarıdan Yalıtım Kullanılmasında Kesit Ve İllere Göre Yoğuşma Durumları



Dış yüzeyle dayalı 0.05 m yalıtım malzemesi kullanılması durumunda ki ısı geçirenlik değerlerinin iç yüzeyle dayalı yalıtım malzemesi kullanılması durumundaki ısı geçirenlik değerleri ile aynı olması beklenen durumdur.

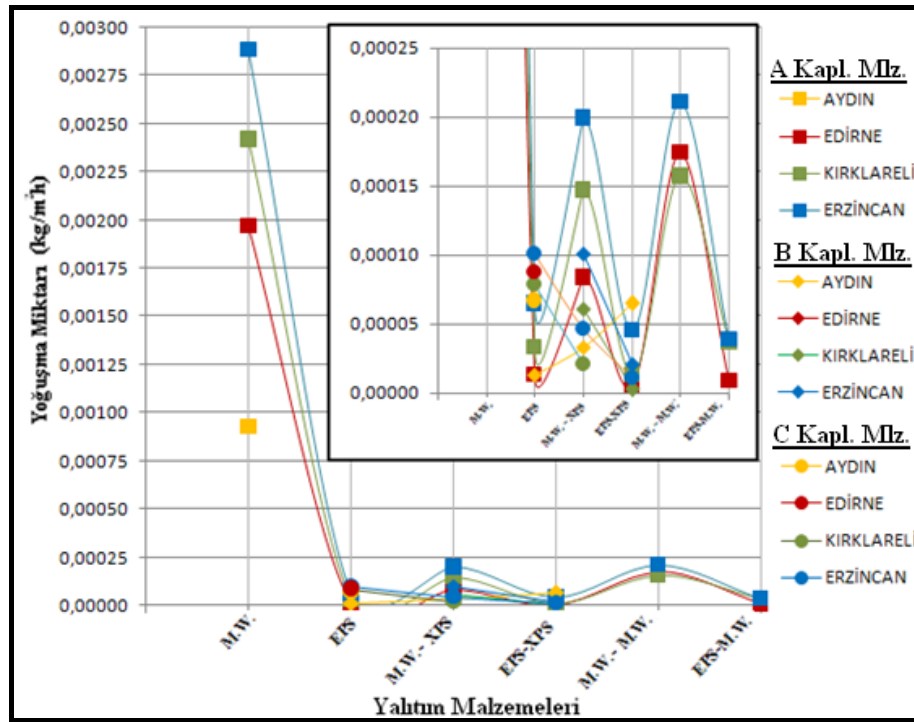
Dikmeler arası dış yüzeyle dayalı 0.05 m yalıtım malzemesi ve dışarıdan yalıtım uygulanması durumunda kesit ve illere göre yoğuşma durumları Çizelge 5.4'te gösterilmektedir. Buna göre kesitlerde, A, B ve C kaplama malzemeleri kullanıldığında; A kaplama malzemeleriyle oluşturulan tüm kesitlerde illere göre farklılık göstermesine rağmen yoğuşma olduğu görülmektedir. B kaplama malzemesine göre kesit içinde mineral yünle birlikte dışta XPS kullanılması durumunda Erzincan ilinde yoğuşma olduğu görülmektedir. C kaplama malzemesiyle oluşturulan kesitlerin tümünde ise yoğuşma olmadığı görülmektedir.

Dikmeler arası 0.14 m yalıtım malzemesi kullanılması durumlarının ısı geçirenlik değerleri Çizelge 5.1'e göre dikmeler arası EPS kullanılması durumunda 0.23-0.21

W/m^2K , mineral yün kullanılması durumunda ise $0.26-0.24 W/m^2K$ olduğu görülmektedir.

Dikmeler arası $0.14 m$ yalıtım malzemesi kullanılan kesitlere dışarıdan mineral yün kullanılması durumunda $0.17-0.20 W/m^2K$, XPS kullanılması durumunda da ısı geçirgenlik değerleri $0.16-0.19 W/m^2K$ arasında olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.5 Dikmeler Arası $0.14 m$ Yalıtım Malzemesi Kullanılmasında Kesit Ve İllere Göre Yoğuşma Durumları



Dikmeler arası $0.14 m$ yalıtım malzemesi uygulanması durumunda kesit ve illere göre yoğuşma durumları Çizelge 5.5'te gösterilmektedir. Kesit içinde mineral yün kullanıldığında A kaplama malzemesiyle tüm illerde yoğuşma olduğu, kesit içinde EPS kullanıldığında ise sadece Aydın ilinde yoğuşma olmadığı görülmektedir. Aynı kesitte B kaplama malzemesi kullanıldığında ise yoğuşma olmadığı görülmektedir. Kesit içerisinde mineral yün kullanıldığında C kaplama malzemesiyle tüm illerde yoğuşma olmadığı, ancak kesit içine EPS kullanıldığında C kaplama malzemesiyle tüm illerde yoğuşma olduğu görülmektedir.

Dikmeler arası 0.14 m yalıtım malzemesi ve dışarıdan yalıtım uygulanması durumunda A, B ve C kaplama malzemeleri kullanıldığında; A kaplama malzemeleriyle oluşturulan tüm kesitlerde aydın ili dışında tüm illerde yoğuşma olduğu görülmektedir. B kaplama malzemesine göre dışta XPS kullanılması durumunda Kırklareli ve Erzincan illerinde yoğuşma olduğu, B kaplama malzemesi ile birlikte dışarıdan mineral yün kullanıldığında ise yoğuşma olmadığı görülmektedir. C kaplama malzemesiyle birlikte dışarıdan XPS kullanıldığında Kırklareli ve Erzincan illerinde yoğuşma olduğu, C kaplama malzemesi ile birlikte dışarıdan mineral yün kullanıldığında ise yoğuşma olmadığı görülmektedir.

Yalıtım malzemesine, kalınlıklarına ve kaplama malzemesine göre yapılan analizler değerlendirildiğinde, A kaplama malzemesiyle oluşturulan kesitlerde özellikle ikinci, üçüncü ve dördüncü derece gün bölgelerindeki illerde yoğuşma olduğu görülmektedir. Bunun nedeni kullanılan kaplama malzemesinin su buharı difüzyon direnç faktörü değerinin kesit içerisindeki diğer malzemelerinkine göre büyük olmasıdır.

B kaplama malzemesiyle oluşturulan kesitlerde ise sadece dışarıdan XPS kullanılması durumunda üçüncü ve dördüncü derece gün bölgesindeki illerde yoğuşma olduğu görülmektedir. Bunun nedeni dışarıdan kullandığımız XPS yalıtım malzemesinin su buharı difüzyon direnç faktörü değerinin kullanılan kaplama malzemesininkinden büyük olmasıdır.

C kaplama malzemesiyle oluşturulan kesitlerde de kesit içinde sadece EPS kullanıldığında tüm derece gün bölgelerindeki illerde ve dışarıdan XPS kullanıldığında da üçüncü ve dördüncü derece gün bölgelerindeki illerde yoğuşma olduğu görülmektedir.

Bunların sonucunda Ülkemiz derece gün bölgelerini temsil edecek şekilde seçilmiş olan illerde, hafif çelik sistem duvarlarında ısı ve buhar analizi yapıldığında B ve C kaplama malzemeleriyle, dışta su buharı difüzyon direnç faktörü küçük olan malzemeler kullanılmasıyla ısı ve buhar geçişi açısından daha uygun sonuçların elde edildiği görülmektedir.

Yapılan araştırmalar ve incelemeler sonucunda görölmektedir ki;

- Hafif elik yapıların uygulama ve üretiminde uluslararası standartların yerine Ülkemiz şartlarına göre hazırlanmış standartlar oluşturulmalıdır.
- Deprem tehdidine karşı sistemin hafif ve strüktürel yeteneğinin fazla olması, hızlı üretim, montaj sağlaması sebebiyle Ülkemizde bu yapılara teşvik edilmelidir.
- Hafif elik duvar kesiti tasarlanırken kullanılacak elemanın buhar difüzyon direnci göz önünde bulundurulmalıdır.
- Su buharının kesit içerisinde yoğuşmadan dış tabakaya kadar ulaşabilmesi için, konstrüksiyonun dış kısmına yakın veya dış kısmında, yüksek ısı yalıtım özelliği olan malzemeler uygulanmalıdır(Ekinci, 2006).
- Mekanların içindeki nem miktarı (bağıl nemi) azaltılarak, (örneğin iyi bir havalandırma ile), yüzeyin iki tarafı arasındaki buhar basıncı farkını azaltacağı için, yoğuşma riski de azaltılmalıdır (Ekinci, 2006).
- Yapım sistemlerinin oluşturulmasında ısı ve buhar geçişinin birlikte incelenmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Isı iletimini azaltmak için seçilen yalıtım malzemelerinin kalınlık ve özelliklerine dikkat edilmelidir. Özellikle su buharı difüzyonu açısından yapı elemanlarının kesitlerini oluştururken malzemelerin su buharı difüzyon direnç faktörü değerlerinin içeriden dışarıya doğru küçülmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu kesitlerde de görüldüğü gibi su buharı difüzyon direnç faktörü küçük olan malzemelerin üzerine kendinden çok daha büyük su buharı difüzyon direnç faktörü olan malzemeler kullanıldığında yoğuşma olduğu görölmektedir. Yapı fiziği açısından yapı elemanları kesitlerinden buharın çıkmasına mümkün olduğu kadar izin vermek gerekmektedir.

Bu tez çalışması hafif elik karkas sistem duvarlarında ısı - buhar geçişi açısından yüzey sıcaklıkları, ısı iletimi ve kesit içinde yoğuşma olması durumlarına göre incelenmiştir. Ayrıca hesaplar sabit rejim şartlarına göre kış konforu açısından yapılmıştır. Bu hesaplar başka çalışmalarda yaz konforu açısından değişken rejim şartlarında da gerçekleştirilebilir. Ayrıca oluşturulan bu kesitler paket bilgisayar programları yardımıyla; örneğin sabit rejim için “Quick Field” veya değişken rejim için “WUFI”

gibi programlarla modelleme yapılarak, değişik simülasyonlar oluşturulup hesaplamalar bilgisayar ortamında da tekrarlanabilir.

Bu çalışmada yapılan hesaplar sadece duvar elemanları üzerinden tek bir yapı elemanı üzerinde hesaplanmıştır. Ayrıca yıllık ısıtma enerjisi hesapları açısından diğer yapı elemanlarındaki kayıplar hesaplanabilir. Kullanıcıların ısı konforu sağlanması sürdürülebilir bina tasarımı ve enerji tüketimi içinde ön koşuldur. Hazırlanan tez çalışmasında TS 825'e göre 4 derece gün bölgesine ayrılmış olan Ülkemizde duvar elemanları üzerinde farklı sıcaklık değerleri ile ve günümüzde yaygın olarak kullanılan yeni malzemelerle değişik kesitler oluşturularak hesaplamalar yapılmıştır. Ülkemizin deprem kuşağı üzerinde olması nedeniyle betonarmeye göre tercih edilebilecek bir yapı sistemi olmasından dolayı hafif çelik karkas sistem ısı ve buhar geçişi açısından incelenmiştir. Elde edilen sonuçların, hem tüketiciye hem de bu alanda çalışanlara yararlı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR:

Aksoy, U.T., 2002, "İklimsel Konfor Açısından Bina Yönlendirilmesi Ve Bina Biçimlendirilmesinin Isıtma Maliyetine Etkisi", Fırat Üniversitesi F.B.E. Doktora Tezi Elazığ,

Altınışik, K., Ağustos 2006, "Isı Yalıtımı", Nobel yayın Dağıtım Ltd. Şti., Yayın No 954, Teknik Yayın Dizisi 79, Ankara, 53-85.

American Iron and Steel Institute, 1997, Prescriptive Method For Residential Cold-Formed Steel Framing, Washington.

Amundarain, J.L., Torero, A. Usmani, A.M. Al-Remal, September 2006"Light Steel Framing: Improving the Integral Design", Global Built Environment: Towards an Integrated Approach for Sustainability, Lancashire (UK), pp. 190-198

Balcı, E., 2003, "Betonarme Ve Hafif Çelik Taşıyıcılı Yapı Sistemlerinin Kaba Yapı Aşamasında Maliyetlerinin İncelenmesi", İstanbul Teknik Üniversitesi F.B.E. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Aralık 2008, "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği", Resmi gazete, Sayı: 27075, Ankara.

Berkmen, G., Endüstriyel Yapılarda Yangın Yalıtım Uygulamalar, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yalıtım Kongresi, Eskişehir, Mart 2001.s .37-45.

Bircan, M.M., 1999, "Yapı Malzemelerinde Buhar Difüzyonu Prosesinin İncelenmesi Ve Yoğuşma Hesabı İçin Bilgisayar Programı", Yıldız Teknik Üniversitesi F.B.E. Yüksek Lisans Tezi İstanbul, s.5 -16.

Building Air Leakage And Thermal Bridging, 2009, "Why a HVAC System May Not Make You Comfortable", www.closerlookinspection.com.

Cihan, M. T., Dilmaç, Ş, 2008, "Yaz Konforu İle İlgili Kavramlar Ve Standard Hesap Metodu" Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 13, Sayı 1, Bursa, s. 1-15.

Çorap, E., Yapı Elemanlarında Isı Ve Buhar Geçişinin Sayısal Ve Deneysel Olarak İncelenmesi, Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Haziran 1999, İstanbul.

Damar, İ., 1998, "Binaların Pasif Sistemle Isıtma Tekniklerinin Araştırılması", Yıldız Teknik Üniversitesi F.B.E. Yüksek Lisans Tezi İstanbul, s.41-43.

Demirel, F., Özkan, E., 2003, "Çelik Yapı Bileşenleri ve Yangın Güvenlik Önlemleri" Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 18, No 4, Ankara, s.89-107.

Deprem yönetmeliği, 1998, "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik", Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.

Dilmaç, Ş., Mart 2001, “TS 825'in Hazırlanma Amacı Ve Uygulamasında Ortaya Çıkan Sonuçların Değerlendirilmesi”, TMMOB Mak. Müh. Od. Yalıtım Kongresi Eskişehir, s.145-148.

Dudas, A., 2006, “The Thermal Analysis Of Light Steel-Frame Dwelling Houses”, Periodica Polytechnica Ser. Civ. Eng. Vol. 50, No. 1, pp. 11–17.

Ekinci, S., Eşsiz, Ö., 2005, “Deprem Bölgelerinde Hafif Çelik Yapım Sistemleriyle Üretilen Konutların Uygulanabilirliği”, Deprem Sempozyumu, Kocaeli, s. 670

Ekinci, S., Mayıs 2006, “Hafif Çelik Yapım Sistemleri, Taşıyıcı Sistem, Yapı Fiziki Etkileri ve Mimari Tasarım İlkeleri Açısından Analizi”, Mimar Sinan Üniversitesi F.B.E. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Ekinci, C. E., Oymael, S., Ekim 2002, “Gümüşhane’de Bina Tipleri, Isı Yalıtımı ve Enerji Tasarrufu İlişkisi”, Gümüşhane ve Yöresinin Kalkınma Sempozyumu (Atatürk Kültür Merkezi), Gümüşhane, s.73-83.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Mayıs 2007, “Enerji Verimliliği Kanunu”, Resmi Gazete, Sayı: 26510, Ankara.

Eren, T., 2004, “Konut Yapımında Gelişmiş Ahşap Ve Hafif Çelik İskelet Sistemlerin Temel Yapı Elemanları Düzeyinde Analizleri”, İstanbul Teknik Üniversitesi F.B.E. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Ertaş, K., 2001, “Binalarda Buhar Difüzyonu Olayının İrdelenmesi”, TMMOB Mak. Müh. Od. Yalıtım Kongresi, Eskişehir, s. 7-19.

Esin, T., Eylül-Ekim 2006 “Yapılarda Pasif Tasarım Yöntemleriyle Yenilenebilir Enerji Kullanımı”. İzolasyon Dünyası Sayı 61, s.68-72.

Evyapan, F., 2006, “Sağlıksız Bina Sendromu”, Türk Toraks Derneği Mesleki ve Çevresel Akciğer Hastalıkları, Ankara.

Fernandez, J.L., Porta-Gandara, M.A., Chargoy, N., 2004, “Rapid On-Site Evaluation Of Thermal Comfort Through Heat Capacity In Buildings”, Energy And Buildings And, pp.1205-1211.

Güler, H., Ülkü, S., 2007, “Bitişik Nizam Villa Tipi Konutlarda Yapısal Konfor Koşulları Üzerine Bir Araştırma”, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fak. Dergisi Bursa, Cilt 12, Sayı 2, s. 97-98.

Gorgolewski, M., 2007, “Developing a Simplified Method Of Calculating U-Values In Light Steel Framing”, Building And Environment, 42, pp. 230-236.

Harputlugil, G.U., Çetintürk, N., 2005, “Geleneksel Türk Evi’nde Isıl Konfor Koşullarının Analizi: Safranbolu Hacı Hüseyinler Evi”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Ankara, Cilt 20, Sayı 1, s. 77-84.

Heperkan, H.A., Bircan, M.M., Sevindir, K.M., 2001. “Yapı Malzemelerinde Buhar Difüzyonu ve Yoğuşma”, V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi İzmir, Bildiriler Kitabı, s. 461–470.

IEA, Energy Policies of IEA Countries, Turkey 2001 Review, <http://www.iea.org>.2001.

Işık, B., 2009“Çelik Hafif Taşıyıcı Sistemlerin Konut Yapımında Kullanılması”, www.tucsa.org.tr.

Işık, B., 2009, “Hafif Çelik Yapıların Geleneksel Ahşap Yapılar İle Benzerlikleri”, www.tucsa.org.

İmren, M., 1998, “Giydirme Cephelerde Yoğuşma Denetimi”, Gazi Üniversitesi F.B.E. Yüksek Lisans Tezi Ankara, s. 10-19.

Kaynaklı, Ö., Yiğit, A., 2003, “İnsan Vücudu İçin Isı Dengesi Ve Isıl Konfor Şartları”, D.E.Ü. Mühendislik Fak. Fen Ve Mühendislik Dergisi İzmir, Cilt 5, Sayı 2, s. 13.

Kurtay, C., Badem, M., 2004, “Avrupa Ülkeleri ve Türkiye’deki Çelik Yapı Uygulama Olanak Ve Kısıtlarının İncelenmesi” Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 19, No 4, Ankara, s.351-363.

Kocaarslan, G., 1991, “Hacimlerin Pasif Isıtma Sistemleri Olarak Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım”, İstanbul Teknik Üniversitesi F.B.E. Doktora Tezi İstanbul, s. 1-7.

Lakot, E., 2007, “Ekolojik Ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri Ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması”, Karadeniz Tek. Üniv. F. B. E. Yüksek Lisans tezi Trabzon, s. 27-29.

Manioğlu, G., 1995, “İklimsel Konfor Ve Enerji Ekonomisi Açısından Isıtma Sisteminin İşletme Sistemine Bağlı Olarak Bina Kabuğunun Isıl Performansının Değerlendirilmesi”, İstanbul Teknik Üniversitesi F.B.E. Yüksek Lisans Tezi İstanbul, s.4 -10.

Milli Eğitim Bakanlığı, 2006, MGEP İnşaat Teknolojisi, Çelik Çizimleri Modülü, Ankara.

Mtech Consult Limited, “Waste Reduction Potential Of Light Steel Frame Construction”, Offsite Construction Case Study, pp. 1-11.

Mukhopadhyaya, P., Kumaran, K., Rousseau, M., Tariku, F., van Reenen, D. , Dalglish, W.A., 2003, “Application Of Hygrothermal Analyses To Optimize Exterior Wall Design”, Research In Building Physics, Netherlands, pp. 417-425.

Nethercot, D.A., 2006, “Connection Research And Its Impact On Practice During The Dowling Era”, Journal of Constructional Steel Research, 62, pp. 1165–1170.

Nieminen, j., Salonvaara, M., 2000, "Hygrothermal Performance Of Light Steel-Framed Walls" VTT Building Technology, Building Physics, Building Services And Fire Technology, Finland, pp. 4-19.

Onaygil, S., Meylani, E.A., Erkin, E., 2008, "Bina Sektöründe Enerji Verimliliği İle İlgili Yasal Düzenlemeler Ve Uygulamalar", Yalıtım Dergisi, Doğa Sektörel Yayın Grubu İstanbul, Yıl 11, Sayı 70, s. 36-48.

Oral, G.K., Altun, C., Manioğlu, G., 2005, "Yalıtım", T.M.M.O.B., Yayın no: MMO/2005/399, İstanbul, s. 9-60.

Oral, G.K., Altun, M.C., Ağustos 2005, "Bina Kabuğunda Isı Yalıtımı ve Nem Kontrolü" Yalıtım Dergisi, Doğa Sektörel Yayın Grubu, Yıl 10, Sayı 55, İstanbul, s. 79-83.

Oymael, S., Eylül 2005, "Su-Rutubet ve Yangın Etkilerinin Dayanım, Malzeme Seçimi ve Bina Tasarımı İle İlişkisi", Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, Antalya, ss. 312-321.

Oral, G.K., Altun, M.C., Nisan 2006, "Binalarda Isıtma Enerjisi Korunumun da Isı Yalıtımı ve Nem Kontrolü" Yalıtım Dergisi, Doğa Sektörel Yayın Grubu, Yıl 10, Sayı 59, İstanbul, s. 68-79.

Özcan, E., 2005, "Konut Sektöründe Hafif Çelik Ve Alker Yapı Teknolojilerinin Birlikte Kullanılabilirliği", İstanbul Teknik Üniversitesi F.B.E. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Özyaral, O., Keskin, Y., 2007, "Hasta Bina Sendromu", Türkiye Tekstil Sanayi İşverenleri Sendikası İstanbul, s.1-11.

Pehlevan, A., 1986, "Türkiye'de Hidro-Termik Koşullar Açısından Dış Duvarlarda Yoğuşma-Buharlaşma-Adaptasyon Sürelerinin Belirlenmesi", İstanbul Teknik Üniversitesi F.B.E. Doktora Tezi İstanbul, s.30.

Popo-Ola, S.O., Bidde, A.R., Lawson, R.M., 2000, "Durability of Light Steel Framing In Residential Building", The Steel Construction Institute.

Randall, R., Fissette, P., Woeste, F., Hagstrom, C., Hyman, H., and others, 2005, "Residential Structure and Framing", The Journal Of Light Construction, pp. 238.

Sağır, E., 2002, "Kapalı Mahallerde Hava Kalitesi, Isıl Konfor Ve Yeni Nesil Menfezler", Sakarya Üniversitesi F.B.E. Yüksek Lisans Tezi Sakarya, s. 2-3.

Sdei, A., 2007, "Thermal Comfort In The Traditional Japanese House", The 6th International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation & Energy Conservation in Buildings IAQVEC 2007, Sendai, Japan.

Selamet, S., 1995, "Tüm Bina Kabuğunda Kaybedilen Isı Miktarının Bina Formuna Bağlı Olarak İrdelenmesi İçin Bir Model Önerisi", İstanbul Teknik Üniversitesi F.B.E. Yüksek Lisans Tezi İstanbul,

Siyahhan, R., 2005, “Hafif Çelik Sistem Taşıyıcı Kurgusu”, Yıldız Teknik Üniversitesi F.B.E. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Soygüder, S., Alli, H., 2007, “İki Farklı Özellikli Zonlara Sahip Bir HVAC Sisteminin Modellenmesi Ve Denetimi”, Fırat Üniversitesi Fen ve Müh. Bil. Der., Elazığ, s.185-192.

Susam, M.Ü., Mayıs 2003, “Hafif Çelik Konutların Konstrüksiyon Özelliklerinin İrdelenmesi ve Bir Uygulama Örneği”, Gazi Üniversitesi F.B.E. Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Şenkal, F., Nisan 2001, “Yapıda Oluşan Nem ve Küfün insan Sağlığına Etkileri”, Yapı Dergisi, Sayı:233, s. 89-90.

Şenkal, F.S., Karagöz, N., 2006, “Konutlarda Enerji Tasarrufunun Sağlanmasında Isı Yalıtımının Önemi”, Yalıtım Dergisi, Doğa Sektörel Yayın Grubu İstanbul, Yıl 10, Sayı 58, s. 73-76.

Tartar, A., 2002, “Light Steel Construction Technology And Desing Possibilities”, İstanbul Technical University Institute Of Sciense And Technology, İstanbul.

Terim, B., 2006, “Hafif Çelik Çerçeve Sistem”, Ege Mimarlık Yapı Teknolojisi Dergisi, İzmir, s.44-47

Tezcan, Y., 1969 “Sıcak Yapı Elemanlarının Kondansasyon Kontrolü Hesaplarında Kullanılacak Dış Sınır Şartları Ve Periyotların Belirlenmesi İçin Yeni Bir Metod”, İstanbul Teknik Üniversitesi F.B.E. doktora Tezi, İstanbul.

Toftum, J., Fanger, P.O., 1999, “Air Humidity Requirements For Human Comfort” ASHRAE Transactions, Vol 99, pp. 641-647.

Toksoy, M., Gülşen, E., Caner, Ş.2009, “Türkiye’deki Konutlarda Isı İzolasyonu Ve Isıl Konforun Bir Değerlendirmesi” <http://geocen.iyte.edu.tr/>

TS EN ISO 11399, Mart 2004, “Isıl Çevrenin Ergonomisi - İlgili Standartların Prensipleri Ve Uygulamaları”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN ISO 12894, Mart 2004, “Isıl Çevrenin Ergonomisi – Aşırı Sıcak Veya Soğuk Çevrelere Maruz Kalan Bireylerin Tıbbî Gözetimi” Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS 498, Kasım 1997, “Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri” Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS 825, 2008, “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS 10162, “Çelik Profiller-Soğuk Haddelenmiş-Teknik Teslim Şartları-Boyut Ve Kesit Toleransları” Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS 11372, Nisan 1994, “Çelik Yapılar–Hafif –Soğukta Şekil Verilmiş Profillerle Oluşturulan–Hesap Kuralları” Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.

Tuncer, K., 2006, “Isıl Konforun Fanger Yöntemiyle İncelenmesi”, Gazi Üniversitesi F.B.E. Yüksek Lisans Tezi Ankara, s 16-17.

Umaroğulları, F., Mıhlayanlar, E., Nisan 2007, “Konutlarda Dış Duvar Elemanlarını Oluşturan Katmanların Sıralanışının Su Buharı Geçişi Açısından Önemi”, 3. Uluslar arası Sinan sempozyumu, Edirne, s. 267-274.

Yakut, A.K., Kuru, M., Şencan, A., Ekim 2001, “HVAC Sistemlerinde Kontrol Yöntemleri Ve Enerji Tasarrufu”, V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongre ve Sergisi, İzmir, s.567-580.

Yetgin, Ş., 2008, “Binalarda Isıl Köprü Sorunları”, Yalıtım Dergisi, Doğa Sektörel Yayın Grubu İstanbul, Yıl 11, Sayı 70, s. 72-78.

Yılmaz, İ., 1994, “Çiğlenme Noktası Hesap Sonuçlarının T.S.E. 825’e Göre Önerilen Tip Duvar Kesitleriyle Mukayesesi Ve Yoğuşma Denetimi”, İstanbul Teknik Üniversitesi F.B.E. Yüksek Lisans Tezi , İstanbul.

Yıldırım, S.G., Ocak 2003, “Hafif Çelik Taşıyıcılı Endüstrileşmiş Konutlarda Tasarım Verileri”, İstanbul Teknik Üniversitesi F.B.E. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Yiğit, A., Atmaca, İ., 2007 “Dünya’da Ve Türkiye’de Isıl Konfor Çalışmaları”, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, İzmir, Bildiriler Kitabı, s. 305–315.

Yücesoy, L., 1985, “Bina Dış Kabuğunda Yoğuşma Ve Buharlaşma Miktarı İle Isı İletkenliğine Etkilerinin Belirlenmesi İçin Grafik Yöntem” İstanbul Teknik Üniversitesi F.B.E. Doktora Tezi İstanbul, s. 6.

Yücel, M., 2008 “Ahşap Yapı İskelet Sisteminin Isı Ve Buhar Geçişi Açısından Değerlendirilmesi”, Trakya Üniversitesi F.B.E. Edirne, s.20-33.

Zeydan, Z.E., Zeydan, Ö., Yıldırım, Y., Mayıs 2009, “Hasta Bina Sendromu”, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, İzmir, Bildiriler Kitabı, s. 587–594.

www.endercelikyapi.net/default.asp

www.hazircelik.com/index.php?process=celik

www.steelife-tr.com/Uretim1.htm

www.sasirt.com/resimm/25847-3/degisik-bir-bina

www.physics.nist.gov/cuu/Units

www.vefaprefabrik.com/celik-yapi/Galvanizli_Hafif_Celik_Yapilar.html

EKLER

EK-1 TS 825'e Göre İllere Derece Gün Bölgeleri

1. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
ADANA	AYDIN	MERSİN	OSMANIYE	
ANTALYA	HATAY	İZMİR		
İli 2. Bölgede olupda kendisi 1.Bölgede olan belediyeler				
AYVALIK (Balıkesir)	DALAMAN (Muğla)	FETHİYE (Muğla)	MARMARIS(Muğla)	
BODRUM (Muğla)	DATÇA (Muğla)	KÖYCEĞİZ (Muğla)	MİLAS (Muğla)	
GÖKOVA (Muğla)				
2. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
SAKARYA	ÇANAKKALE	KAHRAMAN MARAŞ	RİZE	TRABZON
ADIYAMAN	DENİZLİ	KİLİS	SAMSUN	YALOVA
AMASYA	DIYARBAKIR	KOCAELİ	SİİRT	ZONGULDAK
BALIKESİR	EDİRNE	MANİSA	SİNOP	DÜZCE
BARTIN	GAZİ ANTEP	MARDİN	ŞANLI URFA	
BATMAN	GİRESUN	MUĞLA	ŞIRNAK	
BURSA	İSTANBUL	ORDU	TEKİRDAĞ	
İli 3. Bölgede olupda kendisi 2.Bölgede olan belediyeler				
HOPA (Artvin)	ARHAVİ (Artvin)			
İli 4. Bölgede olupda kendisi 2.Bölgede olan belediyeler				
ABANA(Kastamonu)	BOZKURT (Kastamonu)	ÇATALZEYTİN (Kastamonu)		
İNEBOLU (Kastamonu)	CIDE (Kastamonu)	DOĞANYURT (Kastamonu)		
3. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
AFYON	BURDUR	KARABÜK	MALATYA	
AKSARAY	ÇANKIRI	KARAMAN	NEVŞEHİR	
ANKARA	ÇORUM	KIRIKKALE	NİĞDE	
ARTVIN	ELAZIĞ	KIRKLARELİ	TOKAT	
BİLECİK	ESKİŞEHİR	KİRŞEHİR	TUNCELİ	
BİNGÖL	İĞDIR	KONYA	UŞAK	
BÖLÜ	İSPARTA	KÜTAHYA		
İli 1. Bölgede olupda kendisi 3.Bölgede olan belediyeler				
POZANTI (Adana)	KORKUTELİ (Antalya)			
İli 2. Bölgede olupda kendisi 3.Bölgede olan belediyeler				
MERZİFON (Amasya)	DURSUNBEY (Balıkesir)	ULUS (Bartın)		
İli 4. Bölgede olupda kendisi 3.Bölgede olan belediyeler				
TOSYA (Kastamonu)				
4. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
AĞRI	ERZURUM	KAYSERİ		
ARDAHAN	GÜMÜŞHANE	MUŞ		
BAYBURT	HAKKÂRI	SİVAS		
BİTLİS	KARS	VAN		
ERZİNCAN	KASTAMONU	YOZGAT		
İli 2. Bölgede olupda kendisi 4.Bölgede olan belediyeler				
KELES (Bursa)	ŞEBİNKARAHİSAR (Giresun)	ELBİSTAN (K.Maraş)	MESUDİYE (Ordu)	
ULUDAĞ (Bursa)	AFŞİN (K.Maraş)	GÖKSUN (K.Maraş)		
İli 3. Bölgede olupda kendisi 4.Bölgede olan belediyeler				
KİĞİ (Bingöl)	PÜLÜMÜR (Tunceli)	SOLHAN (Bingöl)		

Not - Ek'te adı bulunmayan yerleşim birimleri, bağlı oldukları belediyenin bölgesinde sayılır.

EK-2 TS 825'e G6re Farklı Derece G6n B6lgeleri Isı Kaybı Ve Yoğuşma Hesaplarında Kullanılacak Aylık Ortalama Dış Sıcaklık Değerleri

	1. B6lge	2. B6lge	3. B6lge	4. B6lge
OCAK	8,4	2,9	-0,3	-5,4
şUBAT	9,0	4,4	0,1	-4,7
MART	11,6	7,3	4,1	0,3
NISAN	15,8	12,8	10,1	7,9
MAYIS	21,2	18,0	14,4	12,8
HAZİRAN	26,3	22,5	18,5	17,3
TEMMUZ	28,7	24,9	21,7	21,4
AğUSTOS	27,6	24,3	21,2	21,1
EYL6L	23,5	19,9	17,2	16,5
EKİM	18,5	14,1	11,6	10,3
KASIM	13,0	8,5	5,6	3,1
ARALIK	9,3	3,8	1,3	-2,8

EK-3 TS 825'e Göre Sıcaklıklara Karşılık Gelen Doymuş Su Buharı Basınç Değerleri

Doymuş su buharı basıncı (Pa)										
Sıcaklık °C	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
30	4241	4265	4289	4314	4339	4364	4389	4414	4439	4464
29	4003	4026	4050	4073	4097	4120	4144	4168	4192	4216
28	3778	3800	3822	3844	3867	3889	3912	3934	3957	3980
27	3563	3584	3605	3626	3648	3669	3691	3712	3734	3756
26	3359	3379	3399	3419	3440	3460	3480	3501	3522	3542
25	3166	3185	3204	3223	3242	3261	3281	3300	3320	3340
24	2982	3000	3018	3036	3055	3073	3091	3110	3128	3147
23	2808	2825	2842	2859	2876	2894	2911	2929	2947	2964
22	2642	2659	2675	2691	2708	2724	2741	2757	2774	2791
21	2486	2501	2516	2532	2547	2563	2579	2594	2610	2626
20	2337	2351	2366	2381	2395	2410	2425	2440	2455	2470
19	2196	2210	2224	2238	2252	2266	2280	2294	2308	2323
18	2063	2076	2089	2102	2115	2129	2142	2155	2169	2182
17	1937	1949	1961	1974	1986	1999	2012	2024	2037	2050
16	1817	1829	1841	1852	1864	1876	1888	1900	1912	1924
15	1704	1715	1726	1738	1749	1760	1771	1783	1794	1806
14	1598	1608	1619	1629	1640	1650	1661	1672	1683	1693
13	1497	1507	1517	1527	1537	1547	1557	1567	1577	1587
12	1402	1411	1420	1430	1439	1449	1458	1468	1477	1487
11	1312	1321	1330	1338	1347	1356	1365	1374	1383	1393
10	1227	1236	1244	1252	1261	1269	1278	1286	1295	1303
9	1147	1155	1163	1171	1179	1187	1195	1203	1211	1219
8	1072	1080	1087	1094	1102	1109	1117	1124	1132	1140
7	1001	1008	1015	1022	1029	1036	1043	1050	1058	1065
6	935	941	948	954	961	967	974	981	988	994
5	872	878	884	890	897	903	909	915	922	928
4	813	819	824	830	836	842	848	854	860	866
3	757	763	768	774	779	785	790	796	801	807
2	705	710	715	721	726	731	736	741	747	752
1	656	661	666	671	676	680	685	690	695	700
0	611	615	619	624	629	633	638	642	647	652
0	611	616	621	626	631	636	641	647	652	657
-1	562	567	571	576	581	586	591	596	601	605
-2	517	521	526	530	535	539	544	548	553	557
-3	475	479	484	488	492	496	500	504	509	513
-4	437	441	444	448	452	456	460	464	468	471
-5	401	405	408	412	415	419	422	426	430	433
-6	368	371	375	378	381	384	388	391	394	398
-7	338	341	344	347	350	353	356	359	362	365
-8	309	312	315	318	320	323	326	329	332	335
-9	283	286	288	291	294	296	299	301	304	307
-10	259	262	264	266	269	271	274	276	278	281
-11	237	239	241	244	246	248	250	252	255	257
-12	217	219	221	223	225	227	229	231	233	235
-13	198	200	202	203	205	207	209	211	213	215
-14	181	182	184	186	187	189	191	193	194	196
-15	165	166	168	169	171	173	174	176	177	179
-16	150	152	153	154	156	157	159	160	162	163
-17	137	138	139	141	142	143	145	146	147	149
-18	124	126	127	128	129	130	132	133	134	135
-19	113	114	115	116	117	119	120	121	122	123
-20	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada bana büyük bir sabırla yardımcı ve destek olan, değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Esmâ MIHLAYANLAR'a, tezin oluşmasındaki katkılarından dolayı teşekkür ediyorum. Ayrıca tez çalışmasıyla ilgili görüş ve önerilerini bildiren; Prof. Dr. Sabit OYMAEL ve Yrd. Doç. Dr. Semiha ÖZTUNA hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında hiç bir yardımı esirgemeyen ve hep yanımda olan Öğretim Görevlisi Alper BİDECİ ve Öğretim Görevlisi Özlem Sallı BİDECİ'ye, fikir ve düşünceleriyle bana destek olan Araştırma Görevlisi arkadaşlarım Gülcan İNER, Ali YILDIZ ve Soner YELER'e yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Yüksek lisansa başladığım günden itibaren beni destekleyen ve her zaman yanımda olan haklarımı ödeyemeyeceğim annem Nermin SEVER ve babam Mustafa SEVER'e, çalışmalarımı yapabilmem için bir çok sorumluluğu üstlenen eşim Mürşide SEVER'e, tez çalışması sürecinde aramıza katılan ve en güzel zamanlarında yanımda olamadığım kızım Şevval SEVER'e fedakarlıklarından dolayı teşekkürü bir borç biliyor ve bu tezi onlara armağan ediyorum.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ünal SEVER

Doğum Tarihi : 24.11.1981

E-mail : unal.sever@kirklareli.edu.tr

Görevi : Kırklareli Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü
Yapı Ressamlığı A.B.D. Araştırma Görevlisi

Ünal SEVER 1981 yılında Edirne’de doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Edirne’de tamamlayıp, yüksek öğrenimini 1999-2003 yılları arasında Isparta’da Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Öğretmenliği bölümünde yaptı. 2006 yılında Trakya Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya ve yüksek lisans eğitimine başladı. Halen Kırklareli Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü Yapı Ressamlığı A.B.D.’da Araştırma Görevlisi olarak görevine devam eden Ünal SEVER evli ve bir çocuk babasıdır.