

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SÜRDÜRÜLEBİLİR CEPHE TASARIMI EĞİTİMİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ
İÇİN UYGULAMA PROJESİ DERSİ KAPSAMINDA MODEL ÖNERİSİ, İTÜ
ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elif SARPAŞAR

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

HAZİRAN 2017

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SÜRDÜRÜLEBİLİR CEPHE TASARIMI EĞİTİMİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ
İÇİN UYGULAMA PROJESİ DERSİ KAPSAMINDA MODEL ÖNERİSİ, İTÜ
ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Elif SARPAŞAR
(502141507)**

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Fatih YAZICIOĞLU

HAZİRAN 2017

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502141507 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Elif SARPAŞAR, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “SÜRDÜRÜLEBİLİR CEPHE TASARIMI EĞİTİMİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ İÇİN UYGULAMA PROJESİ DERSİ KAPSAMINDA MODEL ÖNERİSİ, İTÜ ÖRNEĞİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Yrd. Doç. Dr. Fatih YAZICIOĞLU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Seden ACUN ÖZGÜNLER**
İstanbul Teknik Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Meltem VATAN KAPTAN.....
Bahçeşehir Üniversitesi

Teslim Tarihi : **9 Mayıs 2017**
Savunma Tarihi : **9 Haziran 2017**





Yeğenim Mehmet'e,



ÖNSÖZ

“Sürdürülebilir Cephe Tasarımı Eğitiminin İyileştirilmesi İçin Uygulama Projesi Dersi Kapsamında Model Önerisi, İTÜ Örneği” konulu yüksek lisans tez çalışmamda beni her zaman daha özverili çalışmaya yönlendiren, bilgi ve deneyimleriyle bu çalışmanın oluşmasına büyük katkı sağlayan saygıdeğer danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Fatih YAZICIOĞLU’na, çalışmaya özverili bir şekilde katılım gösteren İTÜ Mimarlık Fakültesi 2014-2015 Bahar ve Yaz Dönemleri, 2016-2017 Güz Dönemi Uygulama Projesi dersi öğrencilerine, tüm yaşantım boyunca verdiğim kararlarda maddi ve manevi olarak beni destekleyen babama, mimarlık mesleğine beni yönlendiren ve insani olarak bana hep doğru yolu gösteren anneme, fikirleriyle beni güçlendiren ağabeyim Ekmel ve sevgili eşi Zeynep’e, üniversitedeki öğrencilik yıllarımı ve devam eden hayatımı güzelleştiren Ceren, Duygu, Egemen, Gözde, İrem Cansu, Sadık Mert ve Selin’e, desteğini hep yanımda hissettiğim Cansu’ya sonsuz teşekkür ederim.

Mayıs 2017

Elif Sarpaşar
Mimar



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
SEMBOLLER	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET.....	xix
SUMMARY	xxiii
1. GİRİŞ	1
1.1 Amaç	2
1.2 Kapsam.....	2
1.3 Yöntem.....	3
1.4 Hipotez	5
2. MİMARLIK EĞİTİMİ.....	7
2.1 Mimarlık Eğitiminin Bileşenleri	9
2.1.1 Mimarlık eğitiminin tarihçesi.....	11
2.1.2 İTÜ’de mimarlık eğitiminin güncel durumu.....	12
2.1.3 Cephe tasarımı ve sürdürülebilirliğe ilişkin güncel eğitim programları ...	15
2.2 Mimarlık Eğitiminde Teknik / Teknolojik Konular	16
2.2.1 Taşıyıcı sistem.....	17
2.2.2 Fiziksel çevre kontrolü.....	20
2.2.3 Yapı malzemesi.....	21
2.2.4 Yapı elemanları	22
2.3 Mimarlık Eğitiminde Teknik / Teknolojik Konuların Entegrasyonu ve Uygulama Projesi	25
3. YAPI KABUĞU BİLEŞENİ OLARAK CEPHELER.....	29
3.1 Yapı Kabuğu Bileşenleri	31
3.1.1 Zemine oturan döşeme	32
3.1.2 Dış duvar	33
3.1.3 Dış pencere ve kapılar	36
3.1.4 Çatı	39
3.2 Cepheler	40
3.2.1 Cephenin tanımı ve gelişimi	41
3.2.2 Performans ve cephe	43
3.2.2.1 Performans yaklaşımı	44
3.2.2.2 Cepheden beklenen performanslar	46
4. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE CEPHE TASARIMI	61
4.1 Sürdürülebilirlik Kavramı ve Tarihçesi.....	61
4.2 Bir Endüstri Ürünü Olarak Bina.....	65
4.3 Sürdürülebilirlik ve Bina Sertifikasyonları	68

4.4 Sürdürülebilir Cephe Tasarımı	74
4.4.1 Düşük karbonlu cephe tasarımı	74
4.4.2 Cephe tasarımının enerji etkinliğe katkısı	78
5. ALAN ÇALIŞMASI: UYGULAMA PROJESİ DERSİ KAPSAMINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR CEPHE TASARIMI EĞİTİMİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ	83
5.1 Sürdürülebilir Cephe Tasarımının Uygulama Projesi Dersi Kapsamında İyileştirilmesinde Kullanılan Yöntem	83
5.1.1 Beyin fırtınası	85
5.1.2 Seminer	90
5.1.3 Cephenin U değerinin hesaplanması	91
5.1.4 Cephenin operasyonel karbondioksit değerine ilişkin hesaplamalar	92
5.1.5 Cephenin gömülü karbondioksit değerine ilişkin hesaplamalar	94
5.2 Uygulama Projesi Dersi Projelerinden Elde Edilen Sonuçlar	97
5.2.1 2014 – 2015 bahar dönemi uygulama projesi dersi öğrenci projelerinin (kontrol grubu) cephe detaylarına ilişkin elde edilen veriler	98
5.2.2 2014 – 2015 yaz dönemi uygulama projesi dersi öğrenci projelerinin (pilot çalışma grubu) cephe detaylarına ilişkin elde edilen veriler	98
5.2.3 2016 – 2017 güz dönemi uygulama projesi dersi öğrenci projelerinin (ileri çalışma grubu) cephe detaylarına ilişkin elde edilen veriler	98
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	101
6.1 Uygulama Projesi Dersi İle İlgili Genel Sonuçlar	101
6.2 Genel Değerlendirme	101
6.3 Çalışmanın Geliştirilmesine Yönelik Öneriler	104
KAYNAKLAR	105
EKLER	113
ÖZGEÇMİŞ	173

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AQUA	: Alta Qualidade Ambiental
BEPAC	: Building Environmental Performance Assesment Criteria
BERDE	: Building for Ecologically Responsive Design Excellence
BREEAM	: Building Research Establishment Environmental Assessment Method
CASBEE	: Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency
CEPHEUS	: Cost Efficient Passive Houses as EUropean Standards
DGNB	: Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
EPS	: Expanded polystyrene
GBA	: Green Building Alliance
GRIHA	: Green Rating for Integrated Habitat Assessment
HQE	: High Environmental Quality
HKBEAM	: Hong Kong Building Environmental Assessment Method
IAPGSA	: Institue of Architecture of Pakistan Green Sustainable Architecture
IGCC	: Integrated Gasification Combined Cycle
İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
LEED	: Leadership in Energy and Environmental Design
MDF	: Medium density fibreboard
MIT	: Massachusetts Institute of Technology
OSB	: Oriented strand board
PUR	: Polyurethane
PVC	: Polyvinyl chloride
TDK	: Türk Dil Kurumu
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
XPS	: Extruded polystyrene



SEMBOLLER

U	: Yapı bileşeninin ısı geçirgenlik katsayısı
R	: Isıl geçirgenlik direnci
d	: Yapı bileşeninin kalınlığı
λ	: Isıl iletkenlik hesap değeri
$Q_{yıl}$: Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı
Q_{ay}	: Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı
H	: Binanın özgül ısı kaybı
i	: Aylık ortalama iç sıcaklık
e	: Aylık ortalama dış sıcaklık
η_{ay}	: Kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörü
$\phi_{i,ay}$: Aylık ortalama iç kazançlar
$\phi_{s,ay}$: Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı
t	: Zaman



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Tasarım eğitimine yönelik çalışılmış olan tezlerin listesi.	8
Çizelge 2.2 : İTÜ mimarlık müfredatındaki derslerin kategorizasyonu.	13
Çizelge 2.3 : İTÜ Mimarlık fakültesi çalışma grupları (2017 yılında kaldırılan).	14
Çizelge 2.4 : Cephe tasarımı yüksek lisans programlarından örnekler.	15
Çizelge 2.5 : Dünya genelinde sürdürülebilir mimarlık ile ilgili yüksek lisans programlarından örnekler.	16
Çizelge 3.1 : Binanın çeşitli yerlerinde kullanılan başlıca enerji harcayan sistem çeşitleri.	57
Çizelge 4.1 : Farklı ülkelerde kullanılan yeşil bina değerlendirme sistemleri.	69
Çizelge 4.2 : Ortak proje türleri için BREEAM bölüm ağırlıklandırmaları.	70
Çizelge 4.3 : LEED değerlendirme sistemi alt başlıkları.	71
Çizelge 4.4 : LEED kategori puan ve ağırlık yüzdeleri.	72
Çizelge 4.5 : LEED ve BREEAM'in kıyaslaması.	72
Çizelge 4.6 : Bölgelere göre en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen U değerleri.	81
Çizelge 5.1 : Pilot çalışma grubuyla gerçekleştirilen beyin fırtınası çalışmasının ısınma turu akışı.	86
Çizelge 5.2 : Pilot çalışma grubuyla gerçekleştirilen beyin fırtınası çalışmasının birinci asıl tur akışı.	86
Çizelge 5.3 : Pilot çalışma grubuyla gerçekleştirilen beyin fırtınası çalışmasının ikinci asıl tur akışı.	87
Çizelge 5.4 : İleri çalışma grubuyla gerçekleştirilen beyin fırtınası çalışmasının ısınma turu akışı.	88
Çizelge 5.5 : İleri çalışma grubuyla gerçekleştirilen beyin fırtınası çalışmasının birinci asıl tur akışı.	89
Çizelge 5.6 : İleri çalışma grubuyla gerçekleştirilen beyin fırtınası çalışmasının ikinci asıl tur akışı.	89
Çizelge 5.7 : Kontrol grubuna ait cephelerin U değerleri.	91
Çizelge 5.8 : Pilot çalışma grubuna ait cephelerin U değerleri.	92
Çizelge 5.9 : İleri çalışma grubuna ait cephelerin U değerleri.	92
Çizelge 5.10 : Kontrol grubuna ait cephelerin operasyonel CO ₂ değerleri.	93
Çizelge 5.11 : Pilot çalışma grubuna ait cephelerin operasyonel CO ₂ değerleri.	94
Çizelge 5.12 : İleri çalışma grubuna ait cephelerin operasyonel CO ₂ değerleri.	94
Çizelge 5.13 : Kontrol grubuna ait cephelerin malzeme seçim puanlaması.	96
Çizelge 5.14 : Pilot çalışma grubuna ait cephelerin malzeme seçim puanlaması.	96
Çizelge 5.15 : İleri çalışma grubuna ait cephelerin malzeme seçim puanlaması.	96
Çizelge 5.16 : Kontrol grubuna ait cephelerin gömülü CO ₂ değerleri.	97
Çizelge 5.17 : Pilot çalışma grubuna ait cephelerin gömülü CO ₂ değerleri.	97
Çizelge 5.18 : İleri çalışma grubuna ait cephelerin gömülü CO ₂ değerleri.	97
Çizelge 5.19 : Her üç gruba ait sonuçların ortalama değerleri.	98



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Çalışmanın kurgusu.....	4
Şekil 2.1: Zihinselden maddi çevreye doğru giden çeşitlilik içinde mimarlık disiplininin yeri.....	26
Şekil 3.1 : Yapı kabuğunu oluşturan bileşenler ve yapıdaki konumları.....	31
Şekil 3.2 : Zemine oturan üstü kapalı döşeme örneği.....	32
Şekil 3.3 : Örgü sistem dış duvar örneği- 1	33
Şekil 3.4 : Örgü sistem dış duvar örneği- 2	34
Şekil 3.5 : İskelet sistem dış duvar örneği	34
Şekil 3.6 : Panel sistem dış duvar örneği	35
Şekil 3.7 : Dökme sistem dış duvar örneği	35
Şekil 3.8 : Dış duvar sistemi jenerik katmanlaşma modelleri.	36
Şekil 3.9 : Pencere sistemi alt bileşenleri	37
Şekil 3.10 : Kapı sistemi alt bileşenleri	38
Şekil 3.11 : Biçimine göre çatı çeşitleri.....	40
Şekil 3.12 : Yapı sisteminin farklı düzeydeki açılımları	42
Şekil 3.13 : Cephelerin sınıflandırılması	43
Şekil 3.14 : Yapı elemanı tasarımında performans akış şeması	45
Şekil 3.15 : İç ve dış arasında arayüz olarak cephenin fonksiyonel gereksinimleri ve tasarım yönleri arasındaki etkileşim.....	46
Şekil 3.16 : Cephede kullanılma olasılığı gösteren güneş/ ışık kontrol sistemleri	50
Şekil 3.17 : Hareketli perfore metal güneş kontrol elemanı örneği; Lofts At Cherokee Studios, West Hollywood, California	51
Şekil 3.18 : Sabit alüminyum lamel güneş kontrol elemanı örneği; St Catherine's Health Centre, Birkenhead, Merseyside.....	51
Şekil 3.19 : İçten uygulanan güneş kontrol elemanı örneği; Abu Dhabi Hotel, Abu Dhabi, United Arab Emirates	52
Şekil 3.20 : Giydirme cephe sistemlerinde yangının katlar arasındaki geçişinin önlenmesi	55
Şekil 3.21 : Jenerik dış duvar kesiti üzerinden ısı iletkenlik değerinin sürekliliği ..	59
Şekil 4.1 : Binanın yaşam döngüsü boyunca kaynak akışı.....	66
Şekil 4.2 : Ürün başına düşen karbon emisyonu	67
Şekil 4.3 : Yaşam döngüsü değerlendirmesinin aşamaları ve kurgusu	76
Şekil 4.4 : Bölge derecelerine göre illerimiz	81
Şekil 5.1 : Pilot ve ileri çalışma grubunda öğrencilere sunulan U-değeri hesaplama aşamaları föyü.	92
Şekil 5.2 : Malzeme föyünde cephe sisteminin ele alındığı alt sistemler.....	94
Şekil 5.3 : Malzeme seçim föyü.	95



SÜRDÜRÜLEBİLİR CEPHE TASARIMI EĞİTİMİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ İÇİN UYGULAMA PROJESİ DERSİ KAPSAMINDA MODEL ÖNERİSİ, İTÜ ÖRNEĞİ

ÖZET

Mimarlık, dünyanın en eski mesleklerinden biridir. İnsan için kaçınılmaz olan hayatta kalma gerekliliğini karşılayan barınakları oluşturmak her zaman mümkündür. Konu, örneğin igloo gibi basit bir barınak olduğunda, kullanıcı aynı zamanda kendisi için bir tasarımcı mimar ve yüklenici gibi davranır. Tarih öncesine ait bulunan ilk barınak örnekleri ve hatta kurulan yer altı kentleri kullanıcının şartlar karşısında nasıl bir tasarımcı hatta bölge plancısı gibi davrandığının kanıtlarıdır. İnsan, doğa olayları, vahşi saldırılar gibi bir takım zorluklara karşı barınağını geliştirebilir ve hayatta kalmak için ihtiyaçlarını karşılayabilir. Daha sonraları işlevler de bu sürece dahil olarak yapı işlevleri salt bir barınak olmaktan çıkarak, askeri, dini, ticari, kalıcı ve geçici olmaya başlar. Ancak yaşam biçimlerinin giderek değişmesi ve gelişen teknolojilerle birlikte, barınaklardan beklenen özellikler oldukça artmıştır. Bu artışın mimarlık mesleğine olan ihtiyacı doğurduğu söylenebilir. Çünkü yapılar tasarım süreci geçirmeden, süreç planlanması yapılmadan inşa edilemez hale gelmeye başlamıştır. Mühendislik ve tasarım ara kesitinde ortaya çıkan mimarlık mesleği sürekli bir değişim içerisinde ve zamana ayak uydurmaya mecbur kalan bir meslek pratiği olarak, günümüzde gelinen noktada çok karmaşık bir hal almıştır. Bu durum son yıllarda mimarlık mesleğinin kendi alt disiplinlerini doğurmasına sebep olmuştur. Bu haliyle de mimarlık mesleğinin öğrenildiği yer olan mimarlık fakültelerindeki ders programları da değişikliklere, gelişmelere ayak uydurmaya; böylece mimar adayının okuldan mezun olduktan sonraki meslek yaşantısı için bir altlık oluşturmaya mecbur kalmıştır.

Mimarlık pratiği mimari tasarım süreciyle başlar. Tasarım, içerisinde birçok değişkeni ve bileşeni barındıran bir olgudur. Bir yandan malzeme, yapı, boyut gibi somut bileşenleri ele alırken, diğer yandan zaman, psikoloji, işlev gibi soyut bileşenleri bünyesinde barındırır. Mimari tasarım sürecinin kavramsal tasarım aşamasından başlayarak uygulama aşamasının sonuna kadar ve hatta kullanım ve yok etme aşamalarında da mimar, birçok bilinmeyeni ortaya çıkarmak ve bunları en uygun çözümlerle bütünlemek durumundadır. Tasarım aşamasındaki kavramsal fikirlerin vücuda bürünmesi ve bir sistem haline gelerek kullanıcıya hizmet etmesi yapının evreleridir. Yapı, tıpkı insan vücudu gibi kendisini meydana getiren ve kendini idame ettirmesine katkı sağlayan bir takım alt sistemlerden meydana gelmektedir. Bu sistemlerin içerisinde de sayısız bileşen, detay ve malzeme ilişkileri barındırmaktadır. Yapı elemanları sistemi yapıyı oluşturan dört ana alt sistemden biri olarak kabul edilir. Yapı elemanı tasarımı hem yapının ilişkili olduğu çevresel etmenlere uyumluluk sağlamalı hem de kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilmelidir. Kullanıcı konforunu ve çevresel etmenleri azami seviyede bütünleyerek oluşturulan yapı elemanlarından beklenen statik, ısı, akustik,

sürdürülebilirlik gibi bir takım performanslar vardır. Çalışmanın konusu olan cephe tasarımı mimarlığın görsel, teknik ve teknolojik parametrelerini içerisinde barındırır ve yapı kabuğu sisteminin bir alt bileşenidir. Bu haliyle de binaların konforlu olup olmamasını belirleyen ana elemanlardan biridir. Örneğin, ısı konforu; cephenin çevresel etmenler göze alınarak tasarlanması ve servis sistemleri ile entegre edilmesi ile sağlanır.

Dünya’da doğal kaynakların azalması ve enerji üretimine bağlı karbon salınımı yapı sektörünü en çok ilgilendiren konulardan biri haline gelmiştir. Yapılan araştırmalarda açığa çıkan sonuçlar bazı felaket senaryolarını beraberinde getirmiş ve mimarların, mühendislerin doğaya karşı sorumluluklarının artmasına sebep olmuştur. Hammadde kaynaklarının tükenebilir olması ve dünya rezervlerinin karşılayabileceği değerler, dünya çapında çevresel sürdürülebilirlikle ilgili çalışmaların artmasını ve ülkeler arası düzeyde önlemler alınmasını gerekli kılmıştır. Yapı sektörünün önemli bir disiplini olarak mimarlığın da sürdürülebilirlikle bağı kurulmuştur. Yapıdan ve yapının alt bileşenlerinden beklenen performanslara sürdürülebilirlik ile ilgili performans eklenmiştir. Mimarlar ve mühendisler binaları hem yenilenebilir enerji ve hammadde kaynaklarını kullanarak tasarlamak hem de kullanılan enerjiyi daha aza indirmek için sürekli çalışmalarını geliştirmektedirler. Bu durum Dünya’da birçok ülkede standart ve yönetmeliklerle kontrol altına alınmaya çalışılırken bir yandan da sürdürülebilir yapı tasarımı ile ilgili bir çok sertifika programı geliştirilmektedir.

Mimarlık mesleğinin öğrenildiği mimarlık fakültelerinde sürdürülebilir yapı tasarımı, malzeme seçimi ve enerji verimliliği ile ilgili konular 2000’li yılların başından itibaren yer almaya başlamıştır. Lisans ve yüksek lisans düzeyinde ders ve program bazında sayıları artmaktadır. İTÜ mimarlık eğitiminde lisans düzeyinde öğrencilerin bu konularla ilgili teorik ve pratik bilgilerinin birbirleriyle örtüşmesinde bazı eksikliklerin olduğu söylenebilir. Bölüm programındaki ders katalogları incelendiğinde elde edilen içerik ile pratikte gelişen sürdürülebilir tasarım yapma becerisinin bütünleştirilmesi gerektiği düşünülerek bu çalışma yapılmıştır. Çalışmanın amacı, hem mimarlık eğitiminde sürdürülebilirliğin ve düşük karbonlu tasarımın güncel durumunun tespit edilmesi, hem de iyileştirilmesi için bir yöntem önerilmesidir.

Çalışma, İTÜ mimarlık eğitiminde teknik ve teknolojik konuların bütünleşmesinin yapı tasarımı genelinde ele alındığı görülen Uygulama Projesi stüdyosunda gerçekleştirilmiştir. Üç yarıyılta öğrencilerin sürdürülebilir cephe tasarımı ve malzeme seçimi bilgi ve becerileri araştırılarak, geliştirilmesi için bir yöntem uygulanmıştır. Kontrol grubu çalışmaya karşılaştırma grubu olarak dahil edilmiştir. İlk yarıyılta yapılan çalışma pilot çalışma, ikinci yarıyılta yapılan çalışma ise ileri çalışma olarak isimlendirilmiştir. İki yarıyılta da öğrencilerle yapı, çevre, sürdürülebilirlik konularıyla ilgili beyin fırtınası çalışması yapılmış, daha sonra öğrencilere konuyla ilgili seminerler düzenlenmiştir. Pilot çalışma grubunda öğrencilerden tasarladıkları cephelerin ısı performanslarını gözden geçirmeleri ve cephe sistem kesitlerinde U-değeri hesaplamaları yapmaları istenmiştir. Öğrenciler cephe detaylarını revize edip etmemeleri konusunda özgür bırakılmışlardır. İleri çalışma grubunda ise öğrencilerden; hem U-değeri hesaplamalarını yapmalarını ve uygun değerlere göre revize etmeleri, hem de kendilerine sunulan sürdürülebilir malzeme seçim föyüne göre orta ve üzeri puan kategorisine ulaşmaları istenmiştir. Dönem sonunda uygulama projesi dersi teslimi kapsamında tasarladıkları yapıların cephelerinin sürdürülebilirliğine ilişkin bir rapor hazırlamaları istenmiştir. Sürdürülebilir cephe tasarımının analizinde iki ana yaklaşım benimsenmiştir.

Bunlardan ilki, binaların daha az gömülü karbon değerine sahip olan malzemelerle inşa edilmesinin sürdürülebilirlik niteliği yüksek bir yapı olmasına katkı sağlayacağı ve bu haliyle de sürdürülebilir yapı kriterlerine daha uygun olacağı kabulü şeklindedir. İkinci yaklaşım ise binaların kullanım aşamasında ne kadar az enerji harcarsa, doğaya salınan karbon miktarı daha az olacağı ve bu haliyle de sürdürülebilir niteliklerinin daha fazla olacağı kabulü şeklindedir. Elde edilen verilerden, kontrol grubu olarak seçilen grupla birlikte toplamda 15 öğrencinin tasarladığı cephelere ilişkin; gömülü ve operasyonel karbondioksit değerleri, ilgili standartta verilen denklemlere dayanarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak, üç çalışma grubundan çıkan sonuçlara bakılarak mimarlık eğitiminde sürdürülebilir cephe tasarımı anlayışının ve pratiğinin geliştirilmesine yönelik olumlu sonuçlar alındığı görülmüştür. Bu bağlamda, gelecekte yapı sektörünün birçok noktasında mimar olarak görev alacak mimar adaylarının sürdürülebilir mimari farkındalığı ve bilgisi artırılmış olacaktır. Mimarlık eğitimindeki bu ve benzeri çevre dostu eğitim modellerinin gelişmesiyle dünya kaynaklarının korunması ve çevreye verilen zararların azaltılmasına katkı sağlanabilmiş olacaktır.



A MODAL PROPOSAL IN THE SCOPE OF CONSTRUCTION PROJECT COURSE FOR BETTERING SUSTAINABLE BUILDING ENVELOPE DESIGN EDUCATION, ITU CASE

SUMMARY

Architecture is one of the oldest professions in the world. It is always possible to create shelters that meet the inevitable necessity of survival for man. When the subject is a simple shelter, for example an igloo, the user acts as an architect and designer for himself at the same time. The first examples of shelter belonging to the history and even the underground cities are evidence of how a user behaves like a designer or even a city planner in the face of circumstances. Humans can develop a barn against a range of challenges, such as natural events, animal's attacks, and meet their needs for survival. Later, the building functions specialized and military, religious, commercial, permanent and temporary, leaving only shelters evolved.

However, with the ever changing lifestyles and developing technologies, the specialities expected from the shelters have increased greatly. It can be said that this increased the need for the architecture profession. The construction has become impossible without planning process before the design process. The profession of architecture, which emerged at the intersection of engineering and design, has become a very complicated field in today's world as a profession that has been forced to keep pace with time. This has caused the architectural profession to have its own disciplines. As a result, the curricula of the architectural faculties, where the architectural profession was taught, were forced to adapt to the changes and developments so that the architect candidate was forced to form a basis for the professional life after graduation from school.

The practice of architecture begins with the architectural design process. Design is a process that contains many variables and components. On the one hand it deals with tangible components such as material, structure, dimension, and on the other hand it contains abstract components such as time, psychology, function. Starting from the conceptual phase of architectural design to the end of the construction phase, and even at the stages of use and destruction, the architect must uncover many unknowns and integrate them with the most appropriate solutions. The phases of the building are the transformation of the conceptual ideas at the design stage into material and the construction of these components as a system. Just like the human body, the structure is shaped by a number of sub-systems that bring itself to life and contribute to the continuation of life. Within these systems, there are numerous components, details and material associations. The building components system is regarded as one of the four main subsystems that make up the building. The design of the construction element should ensure compatibility with the environmental factors to which the construction is related and meet user requirements. There are a number of performances that are expected from the building elements that are created by integrating user comfort and environmental factors at the optimum level. The facade design, which is the subject of this thesis, contains the visual, technical and

technological parameters of the architecture and is a sub-component of the building shell system. Thus various performances are expected from the facade. For example, the thermal comfort is mainly achieved by the facade considering the environmental factors and integrating it with a number of service systems.

Decrease of the natural resources and increase of the carbon emissions due to energy production in the world have become one of the most relevant issues in the building industry. The results of the investigations brought about a number of catastrophic scenarios and led architects and engineers to increase their responsibilities towards the environment. The availability of raw material resources and the value that the world reserves can afford are required to increase worldwide work on environmental sustainability and to take some international measures. As a discipline at the center of the building industry, architecture is also linked to sustainability. Performance related to sustainability has been added to the expected performances of the sub-components of the building. Thermal performance is a matter of concern for the building envelope that is most energy consuming in both construction and use phases, and specifically for the facade. Architects and engineers have been working to design buildings using renewable energy and raw materials, as well as continually working to reduce the energy used. While many countries in the world try to control them with standards and regulations, many certificate programs related to sustainable building design are being developed.

Topics in sustainable building design, material selection and energy efficiency have begun to take place since the early 2000s in architecture faculties where architectural profession is learned. In these faculties the number of undergraduate and graduate level courses related with sustainability are increasing. Theoretical and practical knowledge about these topics of students at undergraduate level in architectural education at ITU does not overlap with each other. This study was carried out considering that the content obtained when examining the course catalogs in the department program should be integrated with the practical sustainable designing skills.

The study was carried out in the construction project studio, which is seen as the integration course in which the building design issues taught in ITU architecture education is integrated with the technical and technological issues taught. In three semesters, sustainable facade design and material selection of students were investigated and developed and a method was developed. The control group was included in the study as a comparison group. The study in the first semester is called as the pilot study and the study in the second semester is called as advanced study. In the two semesters, brainstorming studies were conducted on students, environment, sustainability issues, and seminars were held about environment, sustainability related issues. In the pilot study group students were asked to observe the thermal performances of the facades they designed and to make U-value calculations in the facade system sections. The students were left free to revise the facade details. In the advanced study group; they are required to make U-value calculations and to revise them according to appropriate values, as well as to reach the middle and upper score categories according to the sustainable material selection presented to them. At the end of the semester, it is required to prepare a report on the sustainability of the facades of the buildings they have designed within the scope of delivery of the course. Two main approaches have been adopted in the analysis of sustainable facade design. The first approach is that, the construction of buildings with materials which have less buried carbon value, contributes to a more sustainable buildings. The

second approach is that, the less energy is spent in the usage phase of the buildings, the less carbon is released to the environment. From the obtained data regarding the facades designed by 15 students in total; embodied and operational carbon dioxide values are calculated based on the equations given in the relevant standard.

As a result, it was seen that positive results were obtained regarding the development of sustainable façade design concept and practice in architectural education. In this context, the sustainable architectural understanding of architect candidates who will serve as architects at many points in the future of the building sector will be expanded. The development of such and similar environmentally friendly education models in architectural education will contribute to the protection of world resources and the reduction of harm to the environment.





1. GİRİŞ

Mimarlığın tanımlanmasına ilişkin pek çok araştırma, saptama söz konusudur. Eski tarihlerden bu zamana kadar mimarlık, disiplinler arası tartışmalara konu olan pek çok farklı yönleriyle ele alınmıştır. Mimarlık bilgisinin son derece karışık ve hibrit bir yapıda olmasından kaynaklanan bu sürecin temellerini Vitruvius'un "Mimarlık Üzerine Ön Kitap" çalışmasına bağlayabiliriz. En eski mimari teori kitabı olarak kabul edilen eserde, Vitruvius (1998), deneyim yoluyla edinilmiş bilgiler doğrultusunda, sorunlara karşı üretilen çözümlerden yola çıkarak kurallar koymuştur. Mimarlık işi doğası gereği karmaşık bir yapıdadır. Mimarlık; bina, malzeme, strüktür gibi somut öğeleri; zaman, boşluk, karakter gibi soyut öğeleri; statik, mekanik, topografya gibi ölçülebilir olan faktörleri; insan, doğa, kullanım, ve olay gibi tam olarak tahmin edilemez olan faktörleri bir arada bünyesinde taşır. Karmaşık yapıda olan bu meslek pratiğinin öğretildiği yer olan mimarlık fakültesinin mimarlık programında, alt pratiklere ilişkin birçok teorik ve uygulamalı ders mevcuttur.

Enerjiye duyulan ihtiyaç her dönemde insan yaşamının sürdürülmesi için vazgeçilemez olmuştur. 1900'lü yılların başlarından itibaren sanayi alanındaki gelişmeler hızlandıkça ve endüstrileşme arttıkça enerji arayışı dünya genelinde ortak bir kaygıya dönüşmüştür. Medeniyet ve teknoloji bir çok gelişmeyi sağlarken bir yandan da kaynakların tükenebilir olması durumuyla karşı karşıya kalınmıştır. İnsan faaliyetlerinin kaynakları tehdit etmesinde yapı sektöründe harcanan enerjinin payı oldukça büyüktür. Underwood ve Yik (2008) binaların, dünya üzerinde gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomilerde bütün enerji kullanımının %40'ı ile %60'ını oluşturduğunu söylemektedirler. Enerji kullanımı toplamının bir kısmı yenilenebilir bir kısmı da yenilenemez kaynaklardan elde edilmektedir. İnsanoğlu tüketim hızına bugünkü şekliyle devam ederse, ancak 3 tane dünyanın sürdürülebilir bir ortam sağlayabileceği iddia edilmektedir (Edwards,2001). Bu yüzden sürdürülebilir mimarlık, mimarlık bilgisinin yeni üretim alanlarından biridir. Mimarların tasarım ve uygulama faaliyetlerinin tamamına etkiyen bir üst başlık olarak "sürdürülebilirlik" mimarlık disiplininde önemli bir parametre olarak devreye girmiştir. Doğal

kaynakların en yoğun kullanımı binalar tarafından gerçekleştirilir ve binalar yapım, kullanım ve geri dönüşüm evrelerini devam ettirirken çok fazla atık üreterek hem buldukları ekosistemi kirletirler hem de çevreye zarar verirler (Pitts, 2004). Dünya ortalamasına bakıldığında, binaların yapım ve işletiminde tüketilen kaynaklar tüm kaynakların ortalama % 50'sini oluşturmaktadır (Hegger ve diğ., 2008).

Bu çalışmada geleceğin yapım faaliyetleri aktörlerinden olan mimarların yetiştirildiği mimarlık fakültesinde, bir entegrasyon dersi olarak tanımlanan uygulama projesi dersi kapsamında öğrencilerin sürdürülebilir cephe tasarımı ile ilgili bilgi ve beceri düzeylerinin araştırılmasıyla, bu düzeylerin iyileştirilmesi için en uygun çözümlerin belirlenmesi hedeflenmektedir.

1.1 Amaç

Mimarlık eğitiminde öğrencilere aktarılan “mimari sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir cephe tasarımı” bilgi ve becerisi sorgulanmalı ve geliştirilmelidir. Bu amaçla halihazırda İTÜ Mimarlık Bölümü ders planında bulunan ders kataloglarına bakılarak, içerik araştırması yapıldığında öğrencilere aktarılması planlanan sürdürülebilir tasarım bilgi ve beceresi ile, pratikte mimarlık öğrencilerinin edindiği sürdürülebilir tasarım bilgi ve beceresinin birbiriyle örtüşmediği düşünülmektedir.

Bu çalışmada, üç farklı dönemdeki uygulama projesi dersinden elde edilen cephe detayları analiz edilip, oluşum ve kullanım sırasında açığa çıkan zararlı gazların salınımı hesaplanacaktır. Öğrencilerle stüdyoda yapılan hesaplamalar gözden geçirilerek doğruluğu kontrol edilip, gerekli düzeltmeler yapılacaktır. Amaç, hem mimarlık eğitiminde sürdürülebilirliğin ve düşük karbonlu tasarımın güncel durumunun tespit edilmesi, hem de iyileştirilmesi için bir yöntem önerilmesidir.

1.2 Kapsam

İTÜ’de mimarlık eğitiminin odak noktalarından birisi mimari proje stüdyosudur. Diğer dersleri mimari proje stüdyosunu bütünleyici veya destekleyici dersler olarak tanımlamak mümkündür. Bu destekleyici derslerden yapı bilgisi ve teknolojisi alanındaki kısmını yapı bilgisine giriş, yapı yapım yöntemleri, yapı elemanları tasarımı, çevre kontrolü stüdyosu, yapı malzemesi ve strüktüre ilişkin dersler

oluşturmaktadır. Son olarak da uygulama projesi stüdyosu ile eğitimin bu kısmı tamamlanmaktadır.

Çalışmada tarif edilen amaç kapsamında; mimarlık eğitimine, İTÜ Mimarlık Eğitiminin güncel durumuna, sürdürülebilirliğe ilişkin alt başlıklara ve sürdürülebilir cephe tasarımı konularına da değinilecektir.

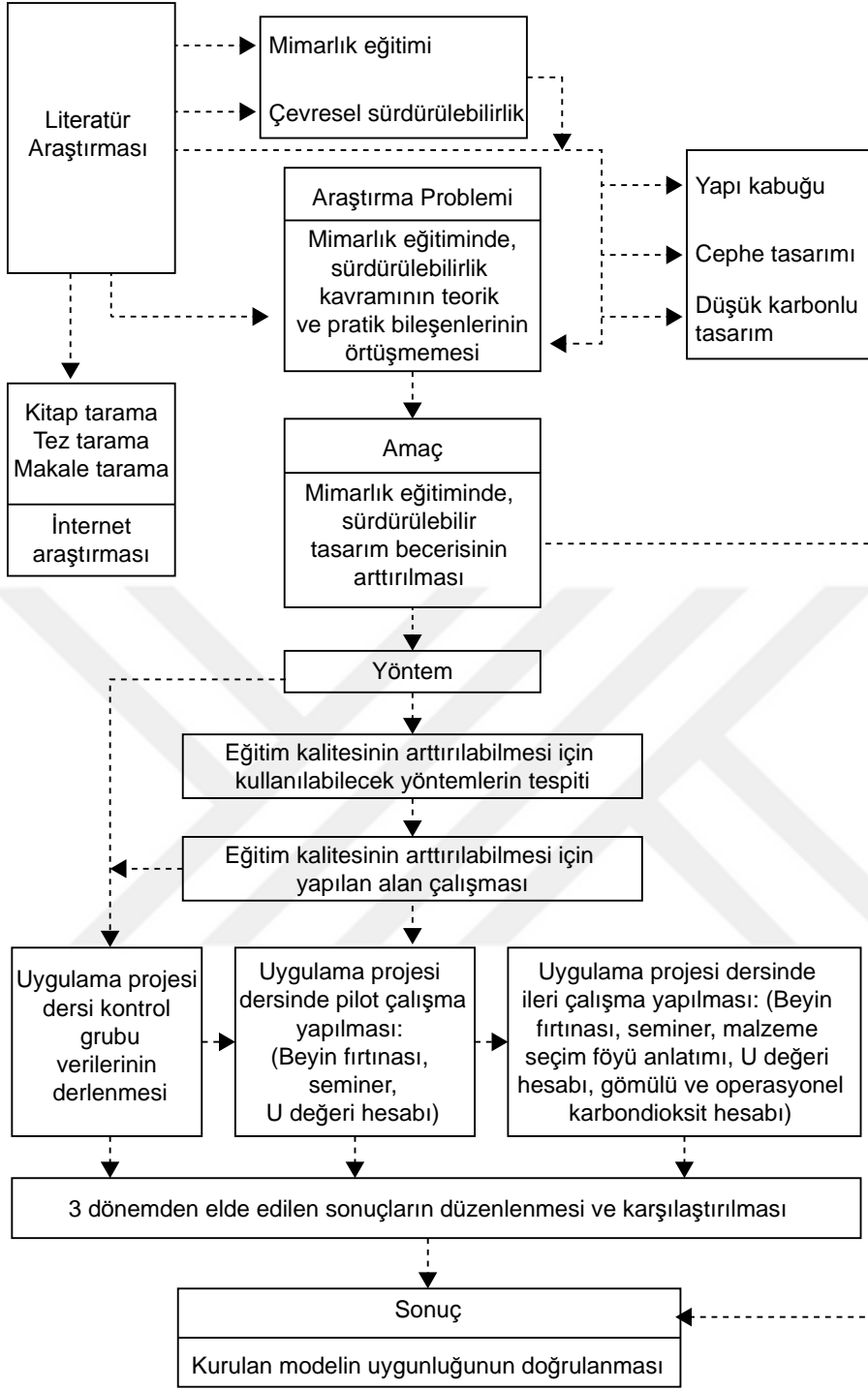
Çalışma kapsamında; uygulama projesi dersi, hem 7. yarıyıl dersi olduğu için bilgi birikiminin oldukça ileri düzeyde olması hem de dersin içeriği ve çıktıları bakımından birçok yapısal bilginin bütünlenmesinin yapıldığı yer olmasından dolayı yukarıda sıralanan derslerden öğrencilerin edindiği bilgilerin ölçülebileceği bir entegrasyon dersi olarak düşünülmüştür. Bu nedenle çalışmanın esas kapsamı uygulama projesi dersi olarak belirlenmiştir.

1.3 Yöntem

Bu çalışmada kullanılacak yöntemler; literatür tarama, uygulama projesi dersi kapsamında hazırlanmış üç farklı dönemde yapılacak olan çalışmalar, verilerin analizi ve cephelerin sürdürülebilirliğinin gözden geçirilmesidir. Şekil 1.1’de çalışmanın kurgusu bir akış diyagramı şeklinde görülmektedir.

Literatür taraması; araştırma konularının listelenmesi; internet taraması; mimarlık eğitimi, mimarlık eğitiminde detay tasarımı ve detay tasarımı ile ilgili tez taraması; kongre, sempozyum ve dergilerde yayınlanan bildirilerin ve makalelerin taraması; sürdürülebilirlik, dış kabuk sistemleri ve düşük karbonlu detay tasarımına ilişkin kitap ve tez taraması; çalışılan alanların değerlendirilmesi ve konuların belirlenmesi şeklinde yapılmıştır.

Cephe detaylarında hesaplama, karşılaştırma, değerlendirme ve öneri yapılacak İTÜ Mimarlık Fakültesi’nde eğitim öğretimine devam eden öğrencilerin uygulama projeleri için 3 farklı dönemde, aynı alanda, benzer konularda meydana getirilen projeler yer almaktadır. Öğrenci projelerinin seçiminde herhangi bir kriter gözetilmeksizin 7.yarıyıla kadar zorunlu derslerini tamamlamış ve farklı seçmeli dersleri de tamamlamış olan bütün öğrencilerin projeleri çalışmaya katılmıştır. Çalışmaya katılacak tüm öğrencilerin uygulama projesi dersinden geçer not almış olmaları gerekmektedir.



Şekil 1.1 : Çalışmanın kurgusu.

Çalışmada üç farklı dönemdeki uygulama projesi stüdyosu ele alınmıştır. Birinci gruptaki öğrencilere hiçbir algı yönetimi ve bilinçlendirme yapılmamıştır. İkinci gruptaki öğrencilerle; sürdürülebilirlik ve sürdürülebilirliğin alt başlıklarında oluşan beyin fırtınası oturumu yapılmış, ardından öğrencilere sürdürülebilirlik ve düşük karbonlu tasarıma ilişkin bir seminer verilmiş ve öğrencilerden ürettikleri projelerin dış duvarlarına ilişkin U değeri hesaplaması yapmaları istenmiştir. Üçüncü gruptaki

öğrencilere ikinci grupta yapılan uygulamalara ek olarak cephe tasarımına, gömülü ve operasyonel karbondioksit hesaplamalarına ve malzeme kriterlerine ilişkin föy sunulmuştur.

Öğrenci projelerinin analizinde; dönem sonunda teslim edilen projelerin cephelerinin incelenmesi için sistem kesitlerinde kullanılan bileşen ve malzemeler listelenmiştir. Tüm projelerde kullanılan malzemelerin yoğunluk ve karbondioksit emisyon verileri kaynaklardan toparlanmış; belirlenen cephelerin U değeri hesaplamaları yapılmış ve 50 yıllık operasyonel karbondioksit salınımları hesaplanmıştır. Böylece tüm projelerin 50 yıllık sürdürülebilirlik karşılaştırması için gereken veriler ortaya çıkmıştır.

1.4 Hipotez

Mimarlık eğitim sürecinde; teori, tasarım ve uygulama derslerinde ele alınan sürdürülebilirliğe ilişkin öğretilerin, bir entegrasyon dersi olarak düşünülen uygulama projesi dersinde öğrenciler tarafından yeteri kadar kayda geçirilmediği öngörülmektedir. Sürdürülebilirliğe ilişkin bilgi ve beceriler fakülteden mezun olmadan önce aktive edilirse, ileri zamanlarda yapısal faaliyetlerin merkezinde bulunacak mimarların üreteceği yapı detayları sayesinde; düşük karbonlu tasarımda ve sürdürülebilir bina yapımında ilerleme olacaktır.

2. MİMARLIK EĞİTİMİ

Mimarlık, ilk insandan günümüze kadar devam eden süreçte, barınma ihtiyaçlarına cevap veren tasarım ve uygulama evrelerinin tümünü kapsayan bir alandır. Tasarım ve uygulama mimarlığın iki ana alt başlığını oluşturmaktadır. Mimar, tüm bu tasarım, uygulama ve üretim süreçlerinin merkezinde bulunarak aynı zamanda bir koordinatör rolü de üstlenmektedir. Wakita'ya (1999) göre mimar; tüm müzik aletlerini çalabilen, besteyi yapabilen ve orkestrayı yöneten bir orkestra şefidir. Günümüzde teknolojinin ilerlemesiyle gelinen noktada mimarlık mesleği, giderek daha karmaşık bir hal almış olup, birçok farklı disiplinle bir arada çalışılması kaçınılmaz olmuştur.

Kullanıcıların binalar ile ilgili artan beklentileri yalnızca fiziksel detaylarda değil, aynı zamanda tasarım ve inşaat sürecinde de açıkça görülmektedir. Büyük bir projeyi koordine eden mimar, uzman cephe tasarımcıları, klima uzmanı, bina fizik uzmanları ve enerji uzmanlarından destek almak zorundadır. Bu süreçte temel fonksiyonların koordinasyonunun sağlanmasında mimar koordinatör ve iletişimci olarak çalışır ve yeterli teknik bilgi birikimi ile donatılmış olarak, inşaat projelerinin ekonomik ve ticari kriterlere uygun olmasını sağlar (Wartzeck ve diğ., 2015).

Özellikle uygulama evresindeki teknik imkanların artması, tasarım evresinin karmaşıklaşmasına ve beraberinde mimarın birçok soruna çözüm bulma arayışına girmesine sebep olmuştur. Mimarlık bu haliyle kendi alt disiplinlerini doğurmuştur. Günümüzde bu alt disiplinlere yönelik lisansüstü ve hatta lisans düzeyinde programlar vardır. University of Houston ve British Columbia Institute of Technology bünyesindeki Construction Management lisans programları, Edinburgh Napier University'de Architectural Technology & Building Performance (MSc) yüksek lisans programları mimarlığın kendi bünyesinden türeyen alt disiplinlere ilişkin eğitim programlarına örnek olarak verilebilir ve bu örnekleri çoğaltmak mümkündür. Bu lisans ve yüksek lisans programlarının genel amacı modern inşaat sektöründeki talepleri karşılamaya yönelik, temel yapıım yöntemleri, strüktür, bina

performansı, enerji yönetimi, planlama gibi proje performansını ve kalitesini arttırmaktır. Siza'ya (1997) göre mimar tek bir konuda uzman olarak görülemez ve görevi; sayısız çelişki, şüphe ve alternatifin ilişkisini sağlayabilmektir. Günümüzde mimar işverenle, mühendisle, malzemeye, doğayla ve daha birçok sayılabilir somut ve soyut öğeyle sınırsız bir ilişki içerisinde. Yürekli'nin 2003'te atıfta bulunduğu gibi, Cook'a göre, mimarlığın ölçülebilir ve ölçülemez olan özelliklerinin sentezi mimarlığın en keyifli yönü olmakla birlikte bir yandan da en rahatsız edici tarafıdır. Mimarlık eğitimiyle ilgili olarak tasarım eğitimine yönelik yapılmış olan bir çok çalışma mevcuttur (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1 : Tasarım eğitimine yönelik çalışılmış olan tezlerin listesi.

TEZ ADI	YAZAR	OKUL	YILI	TÜRÜ
Mimari tasarıma yaklaşım ve dil kullanımı konularına mimarlık eğitiminin etkisi	Ceren Çelik	İstanbul Teknik Üniversitesi	2015	Yüksek Lisans Tezi
Güncel mimari tasarım eğitimi yaklaşımlarına bir bakış	Mutlu Oral	Anadolu Üniversitesi	2015	Yüksek Lisans Tezi
Mimarlık eğitiminde bir stüdyo yöntemi: Tasarla-yap stüdyosu	Ayşe Şahin	İstanbul Teknik Üniversitesi	2013	Yüksek Lisans Tezi
Mimarlık eğitiminde tasarım sürecinin geliştirilmesi yönünde bir yöntem arayışı	Elvan Elif Özdemir	Gazi Üniversitesi	2013	Doktora Tezi
Mimarlık eğitiminin mimari tasarıma giriş stüdyoları aracılığıyla incelenmesi: Kocaeli Üniversitesi deneyimi	Emre Demirtaş	Kocaeli Üniversitesi	2013	Yüksek Lisans Tezi
Mimarlık eğitiminde eleştirel düşünme becerisinin rolü: Birinci yıl tasarım eğitimi	Bengi Yurtsever	İstanbul Teknik Üniversitesi	2011	Yüksek Lisans Tezi
Mimari tasarım eğitiminde erken tasarım evresinde bilginin dönüşümünün irdelenmesi ve bir model önerisi	Çiğdem Canbay Türkyılmaz	Yıldız Teknik Üniversitesi	2010	Doktora Tezi
Yaratıcı edim yoluyla kişisel bilgi inşasının devamlılığı: Bir dönüşüm ortamı olarak mimarlık birinci sınıf eğitimini yeniden ele almak	Ece Kumkale	Orta Doğu Teknik Üniversitesi	2010	Doktora Tezi
Mimarlık eğitiminde yaratıcılık; Temel tasarım-mimari ilişkisinin irdelenmesi	Özgür Hasançebi	Karadeniz Teknik Üniversitesi	2004	Yüksek Lisans Tezi
Mimari tasarım eğitimine yönelik bir irdeme: Dokuz Eylül Üniversitesi örneği	Gülben Özsoy	Dokuz Eylül Üniversitesi	2003	Yüksek Lisans Tezi
Mimari tasarım eğitiminde oyun	İpek Yürekli	İstanbul Teknik Üniversitesi	2003	Doktora Tezi

Çizelge 2.1 (devam) : Tasarım eğitime yönelik çalışılmış olan tezlerin listesi.

TEZ ADI	YAZAR	OKUL	YILI	TÜRÜ
Mimari tasarım eğitiminde bilgi ve yaratıcılık etkileşimi	Nurbın Paker Kahvecioğlu	İstanbul Teknik Üniversitesi	2003	Doktora Tezi
Mimari tasarım eğitimi tasarım bilgisi bağlamında stüdyo eleştirileri	Belkıs Uluoğlu	İstanbul Teknik Üniversitesi	1990	Doktora Tezi

Mimarlık eğitiminin uygulamaya yönelik bilgi ve beceri kısımlarının güncel durumuna ilişkin yapılmış olan araştırmalar ve çalışmalar tasarım kısımlarına göre daha az sayıdadır. Mimarlık eğitiminin teknik / teknolojik bileşenlerine, İTÜ’de bu konularla ilgili müfredat analizine Bölüm 2.2’de yer verilmiştir.

2.1 Mimarlık Eğitiminin Bileşenleri

Mimarlık eğitimi, mimar adayının profesyonel hayatta kendisinden beklenen bilgi ve becerelerin temellerinin atıldığı dönemdir. Tasarım becerisi ve uygulama pratiklerinin bir araya getirilerek, değişen zamana ayak uydurabilen ve birçok disiplinden süzölmüş bir bilgi hazinesine sahip mimarlar yetiştirmek en temel hedeftir.

İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi tarafından mimarlık eğitiminin misyonu;

Ulusal ve uluslararası düzeyde yarışan, ulusal kimliğini küresel değerlerle bağdaştırabilen, bilgiyi ve teknolojiyi doğru kullanabilen, çevreye, topluma ve etik değerlere saygılı, yaratıcı, girişimci ve lider özelliklere sahip çağdaş mimarlar, şehir ve bölge plancıları, endüstri ürünü tasarımcıları, iç mimarlar, peyzaj mimarları yetiştirmek; kendi alanlarında yapacağı bilimsel araştırmalar, yayınlar ve uygulamalar ile ülkenin kalkınmasına ve toplumun bilinçlenmesine öncü katkılar yapmaktır (Url-1).

Mimari çevrenin ve mimarlık mesleğinin kalitesi, mimarlık eğitiminin kalitesine ve mimarlık uygulamasıyla uyum içerisinde işleyebilmesine bağlıdır (Uluoğlu, 1990). Mimarlık eğitimi, merkezinde bulunan tasarım stüdyosunu destekleyici derslerden oluşan bir strüktüre sahiptir. Tasarım stüdyosu, öğrencinin proje yürütücüsüyle birlikte deneyerek öğrendiği, tasarıma ilişkin problemlerinin yapılabirliğinin belirli bir seviyeye kadar irdelendiği ve temsil araçlarına ilişkin becerilerin geliştirildiği

yerdir. Daha önce bahsedilen, mimarlık mesleğini oluşturan somut veya soyut, ölçülebilir veya tahmin edilemez olan öğeler ve mesleğin ilişkili olduğu sayısız alan ve konu bu dersin kapsamına girer (Yürekli, 2003). Tasarım stüdyosu, her an her çeşit bilginin girdiği ve girdiği şekilde kalmayıp, tasarımı yapacak kişinin önceki deneyimleri, düşünme şekli, olaylara bakışı ile değişen, tartışmalar ve etkileşimlerle zenginleşen bir ortam, büyük bir enerjinin olduğu bir kara deliktir (Yürekli ve Yürekli, 2002). Tasarım stüdyosunda bireyin en önemli kazanımı ard arda gelen tasarım sorunlarına karşı çözüm üretme ve karar almasıdır. Meiss (1995), stüdyodaki ilişkiyi “herşeyi bilen-hiç bilmeyen” ilişkisi gibi değil, bilginin ne olduğunu merak eden deneyimli ve deneyimsiz iki kişiliğin ortaklığı olarak görülmesi fikrini savunur. Bu durumda stüdyoda üretilen fikrinsel kuvvetlerin, değişen ve dönüşen dünyaya, çağın gelişmişliğine ayak uydurması gerekir. Belirli bir tasarım doygunluğuna gelmiş olan projenin, birçok farklı girdilere ihtiyacı vardır. Bu hem tasarımın gelişmesine hem de daha okunabilir olmasına katkı sağlar.

Mimarlık eğitiminin temel karakterini oluşturan bilim dallarını anlamak için Türkiye’de mimarlık eğitimi veren kurumlar incelendiğinde, ana bilim dalları şemasında dört ana başlık vardır:

- Bina
- Yapı
- Mimarlık Tarihi
- Restorasyon

Bu dört ana bilim dalının içerisinde bulunan mimari tasarım stüdyosu ve uygulama projesi dersini çevreleyen ders gruplarını;

- Taşıyıcı sistemler
- Yapı Bilgisi
- Mimarlık Tarihi
- Restorasyon şeklinde sayabiliriz.

Destekleyici olarak tanımlanan dersler mimarlık öğrencisinin tasarım stüdyosunda geliştirdiği mimari projesinin verilerin ve çıktıların koordinasyonuna, aynı zamanda tasarımın kullanıcı gereksinimlerine cevap verebilmesine, yapılabilir olmasına, doğayla barışık olmasına, düşünsel yönünün güçlenmesine ve daha birçok sahasına

katkı sağlar. Karmaşık bir yapıya sahip olan mimarlık pratiğinin eğitim aşamasında birçok farklı disiplinden oluşması kaçınılmazdır.

Tasarım becerisinin öğretilebilir olup olmadığı bir çok çalışmada irdelenmiş ve konu hakkında bir çok farklı görüş ortaya atılmıştır. Ancak mimarlık pratiğinin öğretilebilir, değerlendirilebilir ve geliştirilebilir olan alanlarının varlığı açıktır. Destekleyici olan dersler de bu kapsamda değerlendirilebilir. Yazıcıoğlu (2013) mimarlık teknoloji eğitimi ile ilgili sorunları mimari tasarımın diğer uzmanlık alanları ile yeterli ilişkinin kurulamaması, fiziksel çevre bilgisinin zayıflığı, pratik yaşamdan kopukluk, zanaat ile ilişkinin yetersizliği olarak belirtmiştir. Bu sorunlar mimarlık meslek pratiğinin içerisinde de karşılaşılan sorunlardır ve bu sorunların aşılması için mimarlık eğitiminde teknik-teknolojik öğretinin kalitesinin artırılması gerekmektedir.

2.1.1 Mimarlık eğitiminin tarihçesi

Tarihsel sürecin ilk başlarında mimarlığın kendine ait bir okulu yoktur. Mimarlık pratiği usta – çırak ilişkisiyle başlamış olup, mühendislikle, sanatla ilişkilendirilerek günümüzdeki stüdyo anlayışına gelmiştir. Bugünkü mimarlık eğitiminin izlerini taşıyan ve durum olarak en yakın anlayış Ecolé des Beaux-Arts atölyelerinde görülür. Eğitime başlayan öğrenciler ilk olarak klasik nizamları kullanmayı ve çizim tekniklerini öğrenmektedirler. İlk çalışmaları, klasik yapılardan alınan elemanların ve mekanların, karmaşık olmayan yapıların tasarlanmasında kullanılmasıdır. Bu ekolün yansımaları Amerika’da MIT ve Avrupa’da Viyana Güzel Sanatlar Akademisi’nde görülebilir. Ecolé des Beaux-Arts atölyelerinden çok farklı olan Bauhaus 20. y.y. da mimarlık eğitiminde büyük bir öneme sahiptir. Bauhaus’un mimarlık eğitimine getirdiği en önemli yenilik “workurs” uygulamasıdır. Bu uygulamayla öğrenciler altı aylık temel eğitimi tamamladıktan sonra, üç yıllık kalfalık eğitimine devam ederler. İkinci kademedede, öğrenciler yaparak öğrenme metoduyla ahşap, metal, dokuma, renk, cam, çamur, taş atölyelerinde çalışırlar. Son iki yılda ise öğrenciler bir usta tarafından mimarlık ve inşaat alanında ustalık eğitimi alırlar. Böylece mimarlık eğitimi sadece bir sanat eğitimi olmaktan çıkmış ve artık içerisinde endüstriyel ve teknolojik bilgilerin girdiği bir eğitim halini almıştır. 1950’lerden sonraki gelişmelerin yönünü Uluoğlu (1990) şu dört başlık altında toparlamıştır:

- Matematik ve geometri alanlarında geliştirilen modellerin tasarım sürecine uyarlanması,
- Sistem analizi ve eylemler araştırması alanlarında geliştirilen tekniklerin tasarım sürecine uyarlanması,
- Katılımcı modeller,
- Çoğulcu yaklaşımlar.

Uluoğlu'nun (1990) da belirttiği gibi; 19. Yüzyıla kadar Osmanlı İmparatorluğu'nda merkezi ve askeri bir nitelik taşıyan mimarlık eğitimi Anadolu'da loncalar etrafından örgütlenmiş mimarlığın varlığı ve bunların birer eğitim kurumu niteliği taşımasıyla eğitim formu şekillenmiştir. İTÜ adını alana kadar Hendese-i Mülkiye olarak bilinen eğitim kurumu, Ecolé Polytechnique geleneğinin devamı olarak tanımlanabilir (Uluoğlu, 1990). Türkiye'deki güncel mimarlık eğitim sistemi yakın bir tarihe sahiptir. 1944 yılında çıkan Üniversiteler Kanunu'ndan sonra mimarlık, inşaat mühendisliğinin alt dalı olmaktan çıkmış ve ayrı bir bölüm olarak öğrenci yetiştirmeye başlamıştır. Türkiye'deki mimarlık eğitimi tarihsel olarak Dünya geneline göre geç başlamışsa da, bu alanda hızlıca yol kat edilmiştir. Günümüzdeki mimarlık eğitimi anlayışının ortaya çıkmasında etkili olan Birleşik Krallık'taki Mimarlık Ortaklığı (Architectural Association), ABD'deki Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (Massachusetts Institute of Technology), en eski mimarlık bölümlerinden bazılarıdır. Günümüzde küresel ölçekte mimarlık bölümlerinin sayısı oldukça fazladır. Türkiye'de 104'ü devlet olmak üzere toplam 166 üniversite ve yedi vakıf meslek yüksekokulu bulunmaktadır. 166 üniversitenin 122'sinde mimarlık bölümü vardır (Levi ve diğ. 2015).

2.1.2 İTÜ'de mimarlık eğitiminin güncel durumu

Mimarlık eğitiminin başarısı, fakültenin yetiştirdiği mimarların düşünsel ve yapmaya yönelik kabiliyetlerinin yeterli olması ve bu iki ana dalın birbirini destekler ve besler nitelikte olmasıyla ölçülebilir. Mimarlık işi karakteri gereği birçok farklı alt disiplini içerisinde barındırır.

İTÜ Mimarlık bölümüne ait ders planları incelenerek oluşturulmuş kategori çizelgesine bakıldığında; mimarlık eğitiminin, mimarlık meslek hayatının bir simülasyonu olduğunu söylemek mümkündür (Çizelge 2.2).

İTÜ’de 2005 yılında ana bilim dalları kaldırılmıştır. Ancak bu durumun idari ve eğitim açısından çok da sağlıklı olmadığı görülerek üniversite genelinde bir karar alınarak öğretim üyeleri tarafından çalışma grupları kurulmuştur. 2016 – 2017 eğitim öğretim yılına kadar bu çalışma grupları ile çalışılmıştır.

Çizelge 2.2 : İTÜ mimarlık müfredatındaki derslerin kategorizasyonu.

Havuz Dersleri ve Seçmeli Dersler	Havuz Dersleri	Seçmeli Dersler
	Matematik İngilizce I Bilgisayar ve Bilgi Sistemlerine Giriş İngilizce II İngilizce III Ekonomi Türk Dili I Türk Dili II Atatürk İlke ve İnkılap Tarihi I Atatürk İlke ve İnkılap Tarihi II	1.yy Sınırlı Seçime Bağlı Ders (ITB) 4.yy Seçime Bağlı Ders I (MT) 6.yy Seçime Bağlı Ders (MT) 6.yy Seçime Bağlı Ders (MT) 7.yy Seçime Bağlı Ders I (MT) 7.yy Seçime Bağlı Ders II (MT) 8.yy Serbest Seçmeli Ders (ITB) 8.yy Seçime Bağlı Ders I (MT)
Teknik / Teknolojik	Yapı Elemanları	Taşıyıcı Sistemler
	Yapı Bilgisine Giriş Yapı ve Yapım Yöntemleri Yapı Elemanları Tasarımı Uygulama Projesi Yapı Malzemesi Çevre Kontrolü Stüdyosu	Statik Mukavemet Yapı Statiği Çelik Yapılar Betonarme Yapılar Proje Yönetimi Yapım Sistemleri Yapım Yönetimi ve Ekonomisi
Tasarım	Mimari Proje I & Anlatım Tek. Temel Tasarım ve Plastik Sanat Mimari Proje II & Anlatım Tek. Mimari Proje III Mimari Proje IV Mimari Proje V Mimari Proje VI Mimari Proje VII Bitirme Çalışması	
Mimarlık Tarihi	İlkçağ & Bizans Mimarlık Tarihi Türk Mimarlık Tarihi Avrupa Mimarlık Tarihi Çağdaş Mimarlık Tarihi	
Koruma	Tarihi Çevre Koruma & Restorasyon Rölöve ve Restorasyon Stüdyosu	
Kentsel	Şehircilik ve İmar Hukuku	

İTÜ Mimarlık Fakültesi Çalışma Grupları’ndan da anlaşılacağı üzere teknolojideki gelişmeler ve dünyadaki bir takım küresel durumlar mimarlık eğitimini bire bir etkileyen faktörlerdir (Çizelge 2.3). Mimarlığın alt disiplinleri gün geçtikçe kapsamını arttırmaktadır ve bunun sonucunda 20 – 30 sene öncesine kadar mimari

tasarımda ve uygulamada hiç öngörülmeven ve adı geçmeyen, üç boyutlu tasarım, simülasyon, enerji, sürdürülebilirlik gibi kavramlar güncel durumda mimarlık eğitiminde önemli yer kazanmıştır. Tasarım stüdyosunda üç boyutlu tasarım programları, fiziksel çevre kontrolü stüdyosunda ve bazı seçmeli derslerde bir takım simülasyon programları, proje yönetimi ile ilgili derslerde Microsoft destekli programlama programları kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca, üniversitenin entelektüel ortamından beslenen birey, dış dünyayla etkileşimini kuvvetlendirdiği sürece, daha iyi bir mimarlık öğrencisi olmaktadır.

Günümüzde doğanın yenilenebilir kaynaklarının tükenmesi ve bunun sonucunda ortaya çıkan küresel çaptaki felaketler; bir mimar için göz ardı edilemez sorumlulukları da beraberinde getirmektedir.

Çizelge 2.3 : İTÜ Mimarlık fakültesi çalışma grupları (2017 yılında kaldırılan) (Url-2).

Mimarlık Fakültesi	Mimari Tasarım Teknolojileri ve Bilişim Çalışma Grubu
	Mimari Tasarım ve İnsan Toplum Bilimleri Çalışma Grubu
	Mimari Tasarım ve Morfoloji Çalışma Grubu
	Mimari Tasarım ve Tipoloji Çalışma Grubu
	Mimari Tasarımda ve Yapımda Yönetim Bilimleri Çalışma Grubu
	Mimari ve Kentsel Koruma Çalışma Grubu
	Mimarlık Tarihi Çalışma Grubu
	Mimarlıkta Yapı ve Yapım Teknolojileri Çalışma Grubu
	Yapı Fiziği Çevre Kontrolü Çalışma Grubu
	Yapı Malzemesi Çalışma Grubu
	Yapı ve Deprem Mühendisliği Çalışma Grubu
	Bölge Bilimi ve Planlama Çalışma Grubu
	Kentsel Tasarım ve Planlama Çalışma Grubu
	Şehircilik ve Planlama Çalışma Grubu
	Endüstri Ürünleri Tasarımı Çalışma Grubu
	Peyzaj Mimarlığı ve Kentsel Tasarım Çalışma Grubu
	İç Mimarlık Çalışma Grubu
Mimari Tasarım Kuram Yöntem ve Eleştiri Çalışma Grubu	

Çalışmanın konusu olan İTÜ'deki mimari eğitimde teknik teknolojik konulardan yapı teknolojisiyle ilgilenen Mimarlıkta Yapı ve Yapım Teknolojileri Çalışma Grubu'nun çalışma alanları;

- Yapısal tasarım,
- Yapım teknolojileri,
- Bina ve yapımda sürdürülebilirlik,

- Bina performansı, bütünlüğü ve patolojisi

olarak belirlenmiştir. Bu çalışma grubu tarafından belirlenen hedeflere ilişkin çalışmalar ve etkinlikler düzenlenmekte, projeler geliştirilmekte ve yayınlar yapılmaktadır. Böylece mimari eğitimde teknolojik konulara ilişkin eğitimin kalitesi gün geçtikçe artmaktadır.

2.1.3 Cephe tasarımı ve sürdürülebilirliğe ilişkin güncel eğitim programları

Yapı cepheleri, kullanıcı gereksinimleri, enerji korunumu, kullanıcı güvenliği, sürdürülebilirlik ve gün ışığı kullanımı gibi bakımlardan, gelişen dünyada yapı tasarımı alt disiplinleri arasında oldukça önemli bir konu haline gelmiştir. Teknik gereksinimlerinin yanında, cephe yapının tasarımında ve görünüşünde de birinci derecede önemli rol almaktadır. Bu çok disiplinli çalışma hali cephe tasarımını hem kompleks bir hale getirmiştir hem de sürekli geliştirilebilir bir alan olmasına sebep olmuştur. Dünya genelinde cephe tasarımı ve mühendisliğine ilişkin sektörde bu konu özelinde çalışan firmaların sayısı giderek artmış ve bunun yanında eğitim programlarında da bu konular yer almaya başlamıştır (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.4 : Cephe tasarımı ile ilgili yüksek lisans programlarından örnekler.

Okul	Program
Delft University of Technology	International Facade Master
Hochschule Ostwestfalen-Lippe	International Facade Design and Construction
University of the West of England	Facade Engineering
İstanbul Teknik Üniversitesi	Cephe Tasarımı Teknolojisi ve Tezsiz Y.L.

Gelişen teknolojiler ve yapı sektörünün hızlıca gelişmesi sebebiyle hem dünyadaki kaynakların korunumu ve verimli enerji kullanımı hem de yapım faaliyetleriyle doğaya verilen zararın azaltılması gereklilikleri mimaride sürdürülebilirlikle ilgili bir alan tanımlamasına yol açmıştır. Hükümetler tarafından ve hükümetlerin bir araya gelerek aldıkları kararlarla bu alan desteklenmiş hem de bir takım standart ve yönetmeliklere yönetilmeye başlanmıştır.

Yapım faaliyetlerinin tasarım aşamasından itibaren gözetilmesi gereken, yapımın her sürecini etkileyen sürdürülebilirlik konuları; mimarlığın alt disiplini haline almış ve bu durumdan mimarlıkla ilgili eğitim ve sertifika programları türemiştir (Çizelge 2.5).

Gün geçtikçe sayısı artan sürdürülebilirlik programları yüksek lisans aşamasında daha çok görülmektedir. Bu durumun lisans seviyesindeki eğitimden sonra bir uzmanlaşma olarak ele alınması yerine lisans eğitim sürecinden itibaren daha etkili bir anlayışla pekiştirilmesi gerekmektedir.

Çizelge 2.5 : Sürdürülebilir mimarlık ile ilgili yüksek lisans programlarından örnekler.

Okul	Program
Architectural Association School of Architecture	Sustainable Environmental Design
University of West London	Sustainable Built Environment
Lund University	Energy-efficient and Environmental Building Design - Master's Programme
Northeastern University School of Architecture	Sustainable Building Systems
La Salle Universitat Ramon Llull	Postgrado en Arquitectura Medioambiental y Urbanismo Sostenible

2.2 Mimarlık Eğitiminde Teknik / Teknolojik Konular

Mimarlık eğitiminde teknik / teknolojik konularla ilgilenen çalışma grupları şunlardır:

- Yapı ve deprem mühendisliği,
- Yapı malzemesi,
- Yapı fiziği çevre kontrolü,
- Mimarlıkta yapı ve yapım teknolojileri,
- Mimari tasarımda ve yapımda yönetim bilimleri.

Mimarlık eğitiminde teknik ve teknolojik konuların belirlenmesinden hareketle ders bazında uygulama projesi stüdyosuna direk katkı yapan derslerin katalogları incelenmiştir. Kataloglardan yola çıkarak çalışmanın konusu olan uygulama projesi dersine kadar edinilen bilgi düzeyi ve dersin öğrenme çıktıları üzerinden durum tespiti yapılmıştır.

2.2.1 Taşıyıcı sistem

İTÜ mimarlık fakültesi mimarlık bölümünde strüktürel sistemle ilgili 5 zorunlu ders aşağıda sıralanmıştır.

- Statik,
- Mukavemet,
- Yapı statığı,
- Çelik yapılar,
- Betonarme yapılar.

Statik ve mukavemet derslerinin ortak amacı; matematik, fen ve mühendislik bilgisini uygulamaya dökme, ihtiyaca uygun sistem, eleman veya yöntem tasarlama yeteneklerini kazandırmaktır. Bu iki ders; mimarlık öğrencilerine yönelik yapısal mühendislik problemlerini tanımlama, formüle etme ve çözmek için ön bilgilerin elde edilmesi için gerekli becerileri sağlama ve temel fizik ve mühendislik uygulamaları için gerekli olan teknikleri ve modern mühendislik araçlarını kullanma becerisini kazandırmayı hedeflemektedir.

İTÜ mimarlık eğitiminin ders planına göre ilk dönemde yer alan statik dersi; kuvvet kavramı, bir noktada kesişen kuvvetler paralel kuvvetler, kuvvet çifti ve moment, düzlem kuvvetlerin genel hali, ağırlık merkezi, mesnetler, yükler, sürtünme, kablolar, ve atalet momenti içeriklerine sahiptir. Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler ilgili dersin katalog formunda belirtildiği üzere (İTÜ, 2015);

- Kuvvet kavramını ve kuvvetlerle yapılan işlemlerin hesap yöntemlerini öğrenirler,
- Statik denge kavramını öğrenirler,
- Rijit sistemlerin analiz ve tasarım yöntemleri için gerekli bilgileri edinirler, Çubuk ve çerçeve sistemlerin analizi için gerekli kesit özelliklerini hesaplayabilirler.

İTÜ mimarlık eğitiminin ders planına göre ikinci dönemde yer alan mukavemet dersi; iç kuvvetler, gerilmeler, şekil değiştirmeler, normal kuvvet etkisi, kesme kuvvet etkisi, burulma momenti etkisi, eğilme momenti etkisi, elastik eğri, kesmeli eğilme etkisi, bileşik eğilme, çubukların burkulması içeriğine sahiptir. Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler ilgili dersin katalog formunda belirtildiği üzere (İTÜ, 2015);

- Statik denge kavramını öğrenirler ve rijit sistemlerin analiz ve tasarım yöntemleri için gerekli bilgileri edinirler,
- Kiriş veya çerçeve gibi gerçek yapı elemanları veya makina parçalarının analiz ve tasarımına ilişkin yöntemleri uygulama becerisini edinirler,
- Gerilme ve şekil değiştirme kavramlarını ve yapısal elemanların basitleştirilmiş tasarım ilkelerini öğrenirler,
- İleri yapı tasarımı yöntemlerini öğrenirler ve yapı elemanlarının tasarımını yapabilirler.

İTÜ mimarlık eğitiminin ders planına göre üçüncü dönemde yer alan yapı statik dersi; giriş ve temel kavramlar, izostatik sistemlerin sabit yüklere göre hesabı ve iç kuvvet diyagramları, basit kiriş ve çerçeveler, konsol kiriş ve çerçeveler, çıkmalı kiriş ve çerçeveler, mafsallı sürekli kirişler, üç mafsallı kemer ve çerçeveler, kafes sistemler, hiperstatiklik kavramı, yerdeğiştirme hesapları, kuvvet yöntemi, moment dağıtma (Cross) yöntemi içeriğine sahiptir.Yapı statik dersinde amaç; denge, stabilite, izostatiklik ve hiperstatiklik gibi temel yapı analizi kavramlarının anlaşılması, sistem davranışlarının, sistemin iç kuvvet diyagramlarının incelenerek belirlenmesinin öğrenilmesi, mekaniğin bazı temel ilkelerinin ve bunların yapı analizinde kullanılmalarının anlaşılması, kuvvet ve yerdeğiştirme yöntemlerinin yapıların analizinde kullanılmalarının öğrenilmesidir. Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler ilgili dersin katalog formunda belirtildiği üzere (İTÜ, 2015);

- Temel yapı analizi kavramlarını ve bunları ile yapıları değerlendirmeyi öğrenirler.
- Yapıların iç kuvvet diyagramlarını oluşturmayı ve bir yapının iç kuvvet diyagramını inceleyerek sistemin davranışını belirlemeyi öğrenirler.
- Mekaniğin temel ilkelerini ve bunların yapı mühendisliğindeki yerini öğrenirler.
- Yapı analizinde kuvvet ve yerdeğiştirme yöntemlerini kullanmayı ve bu yöntemler ile elde edilmiş sonuçları değerlendirmeyi öğrenirler.

İTÜ mimarlık eğitiminin ders planına göre üçüncü dönemde yer alan çelik yapılar dersi; çelik yapı tasarımı ve çeliğin malzeme özellikleri, çelik birleşim elemanları, çekme çubukları, basınç çubukları, eğilme çubukları, kafes kirişlerin düzenlenmesi ve boyutlandırılması, çok katlı çelik yapıların düzenlenme esasları ve örnekleri

içeriğine sahiptir.Çelik yapılar dersinde amaç; yapı malzemesi olarak çeliğin davranış özelliklerini ve üstün/zayıf yönlerini öğretmek, çelik birleşim elemanlarını ve birleşim hesaplarını yapma becerisini kazandırmak, çekme ve eğilme elemanlarının hesap ilkelerini öğretmek, basınç elemanlarının tasarımını ve hesap yöntemlerini öğretmek, çelik kafes sistemlerin düzenlenmesi ve hesap yöntemlerini öğretmek ve çok katlı çelik yapıların düzenleme esaslarını öğretmek ve örneklerle pekiştirilmesidir.Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler ilgili dersin katalog formunda belirtildiği üzere (İTÜ, 2015);

- Çelik malzemenin davranış özelliklerini öğrenirler.
- Çelik çubukların birleşim yöntemlerini öğrenerek birleşim elemanlarını hesaplama becerisini kazanırlar.
- Çelik çekme elemanlarının boyutlandırma ve kontrol problemlerini çözebilirler.
- Basınca maruz çelik elemanlarının boyutlandırma ve kontrol problemlerini çözebilirler.
- Eğilmeye maruz çelik elemanların temel hesap yöntemlerini öğrenirler.
- Çelik kafes kirişlerin temel hesaplarını ve birleşim noktalarının tasarımını yapma becerisini kazanırlar.
- Çok katlı çelik yapıların tasarımı konusunda kapsamlı bilgi edinirler.

İTÜ mimarlık eğitiminin ders planına göre üçüncü dönemde yer alan betonarme yapılar dersi; giriş, özellikler, yönetmelikler, taşıma gücü yöntemi, basit eğilme etkisindeki kirişler, boyutsuz katsayıların kullanılması, bileşik eğilme etkisindeki kirişler, çift donatılı kesitler, T kesitli kirişler, kolonlar, karşılıklı etki diyagramları, kirişlerde kesme kuvveti etkisi, kiriş konstrüksiyonun oluşturulması, tek ve çift doğrultuda çalışan betonarme plak döşemeler içeriğine sahiptir. Taşıyıcı sistemlerin tanıtılması, tasarım aşamaları, taşıyıcı sistem uygulama projesi, binalara etkiyen yükler, taşıyıcı sistem düzenleme ilkeleri, betonarme döşeme sistemleri, betonarme yapılarda derzler, yüksek binalar, yatay yüklerin taşınması esasları, betonarme çatılar, prefabrik çatı sistemleri, aşıklar ve plaklar, betonarme çerçeveler, sürekli çerçeveler, konsollar, kemerler, yüzeysel taşıyıcı sistemler, silindirik kabuklar, çift eğrilikli kabuklar, katlanmış plaklar, deprem yönetmeliği esasları da bu dersin içeriğidir. Betonarme yapılar dersinde amaç; betonarmenin malzeme olarak tanıtılması, betonarme taşıyıcı sistemlerin tanıtılması ve oluşturulması kurallarının

anlaşılması, taşıma gücü yönteminin özelliklerinin ve hesap ilkelerinin öğrenilmesi ve ilgili yönetmeliklerin kullanılmasının kavranması, taşıma gücü yöntemine göre betonarme yapı elemanlarının hesaplanmasının öğrenilmesi, betonarme yapıların taşıyıcı sistemi üzerinde çözümlerin geliştirilmesinin öğrenilmesidir. Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler ilgili dersin katalog formunda belirtildiği üzere (İTÜ, 2015);

- Betonarmenin yapı malzemesi olarak mekanik özelliklerini öğrenmiş olacaklardır.
- Betonarme taşıyıcı sistem tasarımını kavramış olacaklardır.
- Betonarme yapıların taşıyıcı sistemi üzerinde çözümlerin geliştirilmesinin öğrenmiş ve gözönüne alınan bir yapı için uygun betonarme taşıyıcı sistemi seçebilme yeteneğini kazanmış olacaklardır.
- Taşıma gücü yönteminin hesap ilkeleri ve betonarme yapı elemanlarını bu yöntemle göre hesaplamayı öğrenmiş ve bu yöntemle göre tasarlanmış yapı elemanlarını değerlendirecek yeteneği kazanmış olacaklardır.
- İlgili yönetmelikleri kullanmayı öğrenmiş olacaklardır.

2.2.2 Fiziksel çevre kontrolü

Binayı oluşturan tüm sistemlerin çevresel koşullara ve kullanıcı gereksinimlerine entegre edilmesinde ve bunların kontrolünün sağlanmasında fiziksel çevre kontrolü yapı tasarımının esas bileşenlerini oluşturmaktadır. Mimarlık eğitiminde fiziksel çevre kontrolü dersinin içeriği oldukça geniştir. Öğrencilerden, hem binayı oluşturan sistemlerin teorik olarak işleyişini anlamaları hem de bunların entegre bir biçimde yapı uygulamasına nasıl katılacağını projelendirme üzerinden öğrendiği bu derste insan ile çevre arasındaki ilişkiyi kurma becerisini kazanmaları beklenmektedir. Fiziksel çevre kontrolünde ele alınan konular ilgili dersin katalog formunda belirtildiği üzere şunlardır (İTÜ, 2015);

- İklim ve iklim elemanları, iklimsel konfor, iklim ve enerji kontrolünde etkili olan yapma çevreye ilişkin tasarım değişkenleri (yer, yön, yapı kabuğu, bina biçimi, bina aralıkları, vb.), yapma çevrenin enerji etkin pasif iklimlendirme sistemi olarak tasarlanması,
- Işığın tanımı ve fotometrik büyüklükler, görsel konfor, ışık kontrolünde etkili olan yapma çevreye ilişkin tasarım değişkenleri (pencereler, hacim boyutları,

iç yüzey yansıtıcılıkları, dış engeller, yapma ışık kaynakları, vb.), doğal aydınlatma sistemi tasarımı, yapma aydınlatma sistemi tasarımı, bütünleşik aydınlatma tasarımı,

- Ses, insan sağlığı ve ses ilişkisi, işitsel konfor, ses kontrolünde etkili olan yapma çevreye ilişkin tasarım değişkenleri (yer, bina aralıkları ve konumları, hacim boyutları ve konumları, hacim formu, yapı kabuğu, engeller, vb.), yapma çevrenin gürültüyü kontrol eden sistem olarak tasarlanması, salonların akustik tasarımı,
- Isıtma, havalandırma sistemleri, iklimlendirme sistemleri ve öğelerinin mimari çözümler ile entegrasyonu,
- Yapıda temizsu sağlama sistemi ve öğeleri, atım donatımı sistemi ve öğelerinin tanıtılması, bu sistemlerle ilgili fonksiyon alanlarının düzenlenmesi,
- Yangın olayı, yangın kontrolünde rol oynayan yapma çevreye ilişkin tasarım değişkenleri (yerleşme sıklığı, hacimlerin organizasyonu, yangın merdivenleri, vb.), yangından korunmada yapma çevrenin pasif ve aktif sistemler olarak tasarlanması.
- Türkiye’de geçerli olan çevresel standartlar ve yönetmeliklerin tanıtılması (yangın yönetmeliği, gürültü yönetmeliği, ısı korunumu yönetmeliği, vb.)

Mimarlık öğrencileri çevre kontrolü stüdyosunu başarıyla tamamladıkları takdirde fiziksel çevre ile insan arasındaki etkileşimi kurabiliyor ve yukarıdaki konu başlıklarının temel ilkelerini kavramış olacaktırlar. Bunun yanı sıra bina ve alt sistemlerini kullanırken kullanıcı güvenliğinin gözetilmesi ve bina servis sistemleriyle entegre edilmesi becerisi kazanılmış olacaktır. Strüktürel, çevresel, güvenlik, yapı kabuğu ve bina servis sistemlerine ilişkin yasal düzenleme ve standartları tasarımda kullanma becerisinin geliştirilmesinde bu dersin öğrenme çıktıları arasındadır.

2.2.3 Yapı malzemesi

Malzeme bilgisi mimarlık eğitiminin teknik ve teknolojik konuları arasındadır. Yapı malzemesi gelişen teknoloji ve sistemlerle sürekli kendisini yenileyen ve mimarlık pratiğinin birebir etkileşimde olduğu bir uzmanlık alanıdır. Öğrenciler yapı malzemesi dersinde malzemelerin sınıflandırılmasına ve özelliklerine ilişkin bilgileri

kazanırlar. Yapı – malzeme ve tasarım arasındaki ilişkinin kurulması yapı malzemesi dersinin hedefidir. Ayrıca yapı malzemesi dersinde yer alan konular ilgili dersin katalog formunda belirtildiği üzere şunlardır (İTÜ, 2015);

- Yapı malzemelerinin temel özellikleri,
- Bağlayıcı malzemeler, agregalar, beton, yapı taşları, seramik, cam, ahşap, plastik, metal, alçı, asbestli çimento, bitüm, kerpiç, boyalar ve koruyucular,
- İşlevsel yapı malzemeleri, ısı tutucu, ses tutucu-yutucu malzeme,
- Su ve buhar yalıtım malzemeleri,
- Duvar çekirdeği ile iç ve dış kaplamalar,
- Döşeme ve altlık malzemeleri, tavan kaplamaları,
- Çatı örtü malzemeleri,
- Malzeme Laboratuvarında mekanik ve fiziksel malzeme deneyleri, öğrencilerin deney ve analiz çalışmaları, malzeme arşivinde malzeme türlerini tanıma çalışmaları ve değerlendirmeler.

Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler; yapı malzemeleri ve uygulamaları, sürdürülebilirlik, çevresel sistemler ve bina kabuğu sistemlerine ilişkin bilgi ve beceriyi sahip olabileceklerdir.

2.2.4 Yapı elemanları

Yapı elemanlarına ilişkin İTÜ’de sırasıyla üçzorunlu ders mevcuttur:

- Yapı bilgisine giriş,
- Yapı yapım yöntemleri,
- Yapı elemanları tasarımı.

Yapı bilgisine giriş dersinin konuları ilgili dersin katalog formunda belirtildiği üzere (İTÜ, 2015);

- Yapı, mimarlık teknolojisi ve yapı teknolojisi kavramları,
- Sistemler yaklaşımı ile yapı ve yapım yöntemlerinin tanıtılması,
- Kullanıcı-çevre-yapı sistemi etkileşimi ve bu bağlamda çevresel etmenler ve yapıdan beklenen performans özelliklerinin tanıtılması,
- Yapı alt-sistemlerinin tanıtılması,

- Yapı elemanlarının (duvar, döşeme, çatı, merdiven, iç bölme) birer sistem olarak ele alınarak, yapılarının ve yapım yöntemlerinin örnekler ile ortaya koyulmasıdır.

Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler ilgili dersin katalog formunda belirtildiği üzere (İTÜ, 2015);

- Teknik dokümantasyon: Teknik olarak net çizimler üretebilme, şartname yazabilme, malzeme, sistem ve bileşenlerin bir araya gelişlerini resimleyen ve tanımlayan modeller hazırlayabilme,
- Araştırma becerileri: Mimarlık ile ilgili ders programı ile ilgili bilgiyi, toplama, değerlendirme, kaydetme, uygulama ve karşılaştırmalı olarak geliştirme,
- Mevcut örneklerin kullanılması: Mevcut örneklerde var olan temel ilkeleri inceleme, kavrama ve bu ilkelerin mimari ve kentsel tasarım projeleri ile ilişkilendirilmesi konusunda seçimler yapabilme,
- Sürdürülebilirlik: Doğal ve yapma kaynaklar, kullanıcılar için sağlıklı çevre oluşturma ve bina yapımı ve kullanımının gelecek nesillere karbon-doğal tasarım, biyolojik-iklimsel tasarım ve enerji korunumu gibi konularda az etki bırakması için tasarımları optimizasyon, korunum ve yeniden kullanıma uygun şekilde ele alma,
- Taşıyıcı sistemler: Yerçekimi ve yanal yükler ile çağdaş taşıyıcı sistemlerin geliştirilmesi, kapsamı ve uygun bir şekilde uygulanabilmesi ile ilgili temel ilkeleri anlama,
- Yapı kabuğu sistemleri: Temel performans, estetik, nem transferi, uzun dönem dayanım ve enerji-malzeme kaynaklarına bağlı olarak yapı kabuğu sistemleri ve ilgili bir araya gelişlerin, uygun bir şekilde uygulanması için gerekli temel ilkeleri anlama,
- Yapı servis sistemleri: Tesisat, elektrik, düşey dolaşım, güvenlik ve yangın korunumu sistemleri gibi yapı servis sistemleri ile ilgili temel ilkeleri, uygun uygulamaları ve bunların performansını anlama

becerilerini kazanmış olurlar ve yapı ve yapım yöntemleri dersine kaydolmaya hak kazanırlar. Yapı bilgisine giriş dersinden başarıyla geçemeyen öğrenciler dersi tekrarlamak zorundadırlar, yapı ve yapım yöntemleri dersine kaydolamazlar.

Yapı ve yapım yöntemleri dersinde amaç ilgili dersin katalog formunda belirtildiği üzere; öğrencilerin:

- Yapı elemanları ve bileşenlerinin analizini yaparak sistem ilkelerini anlaması,
- Yapı eleman ve bileşenlerinin yapım süreçlerine yönelik bilgi edinmesi,
- Yapı eleman ve bileşenlerinin yapı sistemi içinde bütünleşik tasarımına yönelik tasarımı için temel oluşturması becerilerini kazanmalarıdır.

Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler ilgili dersin katalog formunda belirtildiği üzere (İTÜ, 2015);

- Teknik dokümantasyon: Teknik olarak net çizimler üretebilme, şartname yazabilme, malzeme, sistem ve bileşenlerin bir araya gelişlerini resimleyen ve tanımlayan modeller hazırlayabilme,
- Araştırma becerileri: Ders programı ile ilgili bilgiyi toplama, değerlendirme, kaydetme, uygulama ve karşılaştırmalı olarak geliştirme,
- Yapı kabuğu sistemleri: Temel performans, estetik, nem transferi, uzun dönem dayanım ve enerji-malzeme kaynaklarına bağlı olarak yapı kabuğu sistemleri ve ilgili bir araya gelişlerin, uygun bir şekilde uygulanması için gerekli temel ilkeleri anlama,
- Yapı malzemeleri ve bir araya gelişler: Yapı malzemeleri, ürünleri, bileşenleri ve bir araya gelişlerin, içsel karakteristik özellikleri ve çevresel etki ve yeniden kullanım göz önünde bulundurularak performansları hakkındaki temel ilkeleri anlama.

becerilerini kazanmış olurlar ve yapı elemanları tasarımı dersine kaydolmaya hak kazanırlar. Yapı ve yapım yöntemleri dersinden başarıyla geçemeyen öğrenciler dersi tekrarlamak zorundadırlar, yapı elemanları tasarımı dersine kaydolamazlar.

Yapı elemanları tasarımı dersi, yapı elemanı sistemlerinin analizi, tasarımı ve bütünlemesini içerir. İncelenen yapı elemanı sistemleri şunlardır: dış duvar sistemleri (atmosfer ve toprakla ilişkili duvarlar), pencere ve kapı sistemleri, döşeme sistemleri (zemine oturan, normal ve altı açık döşemeler, asma tavanlar, yükseltilmiş döşemeler), düşey sirkülasyon sistemleri (rampa ve merdiven), çatı sistemleri (düz ve eğimli çatılar), iç bölme sistemleri (sabit ve hareketli iç duvarlar). Yapısal tasarım ile ilgili gereksinimler, ölçütler, olanaklar çerçevesinde yapı elemanı sistemlerinin tasarımı ve yapı elemanları sistemlerinin, bütüncül bakış açısı doğrultusunda

birbirleri ile bütünlenmesi dersin hedefleridir. Ders uygulamalı olarak stüdyo çalışması halinde devam eder ve öğrenciler, verilen ölçüt ve sınırlara göre her bir yapı elemanı ve bileşeninin analizi, tasarımı ve bütünlenmesini gerçekleştirirler. Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler ilgili dersin katalog formunda belirtildiği üzere (İTÜ, 2015);

- Tasarım düşüncesi becerisi: Net ve kesin sorular sorma, bilgiyi özet fikirlerle yorumlayabilme, farklı bakış açılarını göz önünde bulundurabilme, iyi gerekçelendirilmiş sonuçlara ulaşabilme ve ilgili ölçütler ve standartlara göre farklı alternatifleri deneyebilme,
- Teknik dokümantasyon: Teknik olarak net çizimler üretebilme, şartname yazabilme, malzeme, sistem ve bileşenlerin bir araya gelişlerini resimleyen ve tanımlayan modeller hazırlayabilme,
- Yapı kabuğu sistemleri: Temel performans, estetik, nem transferi, uzun dönem dayanım ve enerji-malzeme kaynaklarına bağlı olarak yapı kabuğu sistemleri ve ilgili bir araya gelişlerin, uygun bir şekilde uygulanması için gerekli temel ilkeleri anlama,
- Yapı malzemeleri ve bir araya gelişler: Yapı malzemeleri, ürünleri, bileşenleri ve bir araya gelişlerin, içsel karakteristik özellikleri ve çevresel etki ve yeniden kullanım göz önünde bulundurularak performansları hakkındaki temel ilkeleri anlama becerelerini kazanmış olurlar.

2.3 Mimarlık Eğitiminde Teknik / Teknolojik Konuların Entegrasyonu ve Uygulama Projesi

Mimarlık; ölçülebilir mühendislik disiplinleriyle, soyut yaklaşımlı tasarım becerilerinin ortak olarak kullanıldığı bir pratiktir. Hem tasarım hem de teknoloji mimarlığı oluşturan ana unsurlardır. Bu bağlamda mimarlık disiplinini zihinsel olarak başlayan sürecin; maddi çevreyle çeşitlendirilmesi olarak ele almak mümkündür (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Zihinselden maddi çevreye doğru giden çeşitlilik içinde mimarlık disiplininin yeri (Yazıcıoğlu, 2013).

Türkiye’de mimarlık eğitiminde teknolojik konuları oluşturan bileşenler genel olarak yapı bilgisi alanında ele alınmaktadır. Mimarlıkta teknolojinin tanımı Yazıcıoğlu’na (2013) göre:

- Ne ile yapacağız?
- Nasıl yapacağız?
- Ne şekilde yapacağız?
- Ne büyüklükte yapacağız?

sorularının cevaplarının arandığı, bu soruların olası cevapları arasından ilgili kararların verildiği ve bu kararların bir tasarım çalışmasıyla mimarlık pratiğinin bütünü ile bütünlenmesi etkinliği olarak yapılabilir.

İTÜ mimarlık bölümündeki teknik ve teknolojik konuların ele alındığı bir önceki bölümde anlatılan derslerden ve bu tanımlama üzerinden hareketle mimarlık eğitiminde teknolojik konularla ilgili teorik ve pratik bilgi birikimi ile deneyimin bütünlenmesi gerekliliği söz konusudur. Teknik ve teknolojik konuların yapı tasarımı üzerinden ele alınması ve öğrencilerin farklı ölçeklerde ne ile, nasıl, ne şekilde ve ne büyüklükte sorularına cevaplar verebilmesi eğitim sürecinde birikerek geliştirilmektedir.

Çalışmada bu sorulara bütün bir yapı tasarımı üzerinden cevaplar veren ve bu cevapları bütünleyen; başka bir deyişle teknik ve teknolojik konuların entegrasyonunu sağlayan ders olarak “Uygulama Projesi Stüdyosu” ele alınacaktır. Hem İTÜ mimarlık eğitiminde 7. yarıyla kadar edinilen bilgi birikimi hem de içeriği düşünüldüğünde, bu ders; mimar adaylarının mimarlık pratiğinin tasarımsal ve mühendislik alanlarına ortak hakimiyetini gerektiren hem de çapraz düşünmeyle bunları entegre edeceği yerdir. Uygulama projesi kapsamında yapı, yapım, çevre kontrolü sistemleri ve proje yönetimi, tasarımın yapılabilirliğinin geçerli yapı mevzuatına göre oluşturulması (deprem yönetmeliği, ısı korunumu yönetmeliği, gürültü kontrol yönetmeliği v.b.), yapı alt sistemleriyle ilgili statik, sıhhi tesisat, mekanik ve elektrik donatımı sistemlerinin mimari proje ile bütünleştirilmesi, her bir tasarım aşamasının (ön proje, kesin proje ve uygulama projesinin) gerektirdiği farklı anlatım tekniklerinin Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından proje düzenleme

esaslarına uygun olarak hazırlanması öngörülür. Uygulama projesi dersini başarıyla tamamlayan öğrenciler ilgili dersin katalog formunda belirtildiği üzere (İTÜ, 2015);

- Sürdürülebilir tasarım ilkelerini anlama,
- Taşıyıcı sistemleri ve uygulama ilkelerini anlama,
- Çevresel sistemlerin temel ilkelerini, doğru uygulama ve performansını anlama,
- Bina kabuğu malzeme ve bileşenlerinin temel ilkelerini, doğru uygulama ve performansını anlama,
- Bina servis sistemlerinin temel ilkelerini, doğru uygulama ve performansını anlama,
- Bina sistemlerinin entegrasyonu,
- Yapı malzemesi, ürün ve bileşenlerinin temel ilkelerini, doğru uygulama ve performansını anlama,
- Teknik dokümantasyon,
- Geniş kapsamlı tasarım yapma becerilerini kazanırlar.

Bu durumda teorik ve pratik arasındaki bağ kurulmaya başlanmış olur ve profesyonel mimarlık yaşantısında karşılaşılabilecek olan yapı yapma becerisinin bir simülasyonu gerçekleştirilmiş olur.

İTÜ mimarlık eğitiminde teknik / teknolojik konular kapsamında incelenen derslerle ilgili varılan genel sonuçlar şunlardır:

- Yapı bileşeni, elemanı, detayı, malzemesi ve bunların ekolojik performanslarına ilişkin olarak öğrencilere ayrı ayrı bilgi aktarımında bulunulmuştur.
- Bir önceki maddede ayrı ayrı bilgi aktarımı yapılan konuların bütünlenmesi için çeşitli entegrasyon dersleri bulunmaktadır.
- Yapma çevrenin konfor koşullarının iyileştirilebilmesi için mimarda bulunması gereken teorik bilgi öğrencilere aktarılmaktadır.
- Yapı bileşeni, elemanı, detayı ve malzemesinin sürdürülebilirliği ile ilgili ayrı ayrı bilgiler aktarılmasına rağmen bütün olarak binanın sürdürülebilirliği çalışılmamaktadır.

- Mimarlık meslek pratiğinin ele aldığı teknik ve teknolojik konuların mimarlık eğitim planı içerisindeki dağılımı 7 yarıyıl boyunca homojen olarak programlaştırılmıştır.
- Genel kabul gören yaklaşım olarak mimari proje dersinin diğer derslerle desteklenen ve bütünleştirilen bir stüdyo olduğu yaklaşımının teknik teknolojik konularda bu şekilde bir bütünleme içerdiği gözlemlenmemektedir.
- Bir çok farklı derste alınan teknik - teknolojik bilgilerin yapısal bütünlükte ele alındığı tek yer olarak uygulama projesi stüdyosu görülmüştür.
- Eğitim programında aynı dönem içerisinde yer alan mimari proje ve uygulama projesi derslerinin, kapsamaları ve içerikleri bakımından öğrenciler için yoğun bir iş yükü oluşturduğu görülmüştür.

3. YAPI KABUĞU BİLEŞENİ OLARAK CEPHELER

Bir sistem olarak ele alınabilecek olan bina bir çok karmaşık alt bileşenden oluşmaktadır. Bu haliyle de genel kabul gören tek bir tanımı bulunmamaktadır. Altun (2010) binayı; “birbirleriyle etkileşim halinde olan parçaların bir amaca yönelik olarak belirli bir düzende oluşturdukları bütün” olarak tanımlamıştır . Bina ile ilgili olarak bir çok tanıma ulaşmak mümkündür. Bina tanımlamalarından birkaçı şu şekildedir:

- Ana hedeflerinden biri içerisindekilere ve de kullanıcılara barınak sağlamak olan, kalıcı olarak kalmak için tasarlanan, kısmen veya tamamen kapalı olan yapı işlerine bina denir (ISO 6707-1, 2004).
- Bina, kısmen veya tamamen kapalı bir boşluğu örten, bir planlama süreci sonucunda malzemelerin bir araya gelmesiyle biçimlenen bir barınaktır (ASTM E631, 2006).
- Bina, sürekli kullanıma uygun olarak, konaklama, ekonomi, sanayi veya depolama amaçları doğrultusunda kesintisiz kullanıma uygun olarak, malzemelerin bir araya gelmesiyle şekillendirilmiş güvenli ve sağlam yapıya denir (Stein, 1993).
- Konaklama, ticaret ve benzeri fonksiyonlar gibi kalıcı fonksiyonlar için yapılmış, hareketli yapılardan farklı olarak tasarlanmış neredeyse kapalı olan yapıya bina denir (Harris, 2000).

Tanımlamalarda geçen ortak vurgu binanın küçük parçaların birleşiminden meydana gelmiş olması ve parça-bütün ilişkisinin doğru kurgulanması gereğidir. Bu durumda binayı oluşturan üç ana alt sistem Türkeri’ye göre (2010);

- Taşıyıcı sistem: Binaya genel şeklini veren ve tüm yükleri karşılayarak bu şeklin korunmasını sağlayan bileşenlerin oluşturduğu sistemdir.
- Servis sistemleri: Binanın konfor koşullarının artırılması için eklenen ısıtma, soğutma, havalandırma, sıhhi tesisat, yangın gibi alt sistemlerdir.

- Yapı elemanları sistemi: Yapı içerisinde belirli bir takım malzeme ve bileşenlerin oluşturduğu işlevsel yapı parçaları olan yapı elemanlarının bir araya gelerek oluşturdukları sistemdir.

Çalışmanın konusu olan dış kabuk, yapı elemanları sisteminin alt bileşenidir. Yapı elemanına ilişkin tanımlamalar şu şekildedir:

- TDK'nun açıklamasına göre; bir yapının içinde yer alan duvar, çatı, doğrama vb. ögelerden her birianlamına gelmektedir (Url-3).
- Yapı elemanı, bileşenlerin bir araya getirilmesi ile oluşturulan belirli bir temel işlevi üstlenen yapı parçası olarak tanımlanabilir (Altun, 2012).
- Binanın başlıca işlevsel parçası (ISO 6707, 2004) olarak tanımlanan yapı elemanı bina türüne aldırmaksızın her defasında aynı işlevleri yerine getiren bina parçasıdır (Stein, 1993).
- Kullanıcı gereksinimlerinin gerçekleştirilebilmesi için ihtiyaç duyulan temel işlevleri yerine getiren yapı elemanları iki ya da üç boyutu belli bileşenlerin bir araya gelmesiyle (Foster, 1996) dış duvar, çatı, döşeme, iç duvar, merdiven ve rampadan oluşan düşey sirkülasyon, pencere ve kapı sistemlerini oluşturur.
- Yapı elemanları, çeşitli yöntemlerle bir araya getirilen çeşitli yapı malzemeleri ve/veya bileşenlerinin oluşturduğu, bir mekanı tanımlayan ve en azından bir işlevi olan büyük yapı parçalarıdır (Türkçü, 2004).

Tanımlarda bir yapı parçası, bina parçası olarak geçen ve işlevsel olarak olarak nitelendirilen yapı elemanlarına dair farklı sınıflandırmalar bulunmaktadır. İTÜ mimarlık bölümünde yapı bilgisine giriş dersinde yapı elemanları sınıflandırması şu şekilde yapılmaktadır (Altun, 2010):

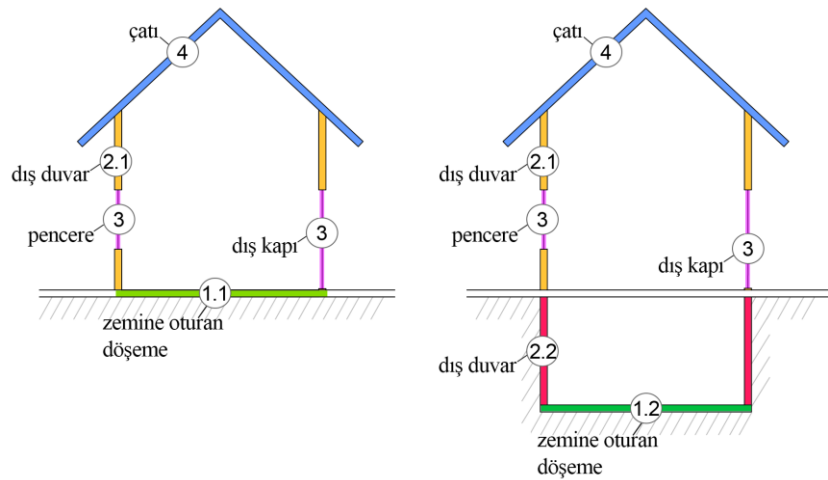
1. Duvar
2. Döşeme
3. Çatı
4. Merdiven
5. İç bölme
6. Pencere ve kapılar

Çalışma kapsamında ele alınan yapı kabuğu tasarımıyla ilişkili olan yapı elemanlarının detaylı içeriklerine 3.1. bölümünde yer verilmiştir.

Yukarıda verilen bina, sistemler yaklaşımı ve yapı elemanı tanımlamalarında da görüldüğü gibi makrodan mikroya ya da mikrodan makroya çalışan bir yapı sistemi zinciri ve bunlarla oluşturulan bir mekan söz konusudur. Yapma çevre ile doğal çevre arasındaki en önemli yapı bileşeni diyebileceğimiz yapı kabuğu tasarımı mimarlığın bir çok alt disiplini ilgilendiren bir konudur. Yapı kabuğu hem iç mekanın konfor koşullarını etkileyen, hem yapının tasarımında önemli bir rol oynayan hem de çevresel bağlamda etkin rol oynayan bir yapı bileşenidir. Erkmen'e (2012) göre yapı kabuğu; bina içini, bina dışı çevreden ayıran, yatay, düşey ve eğimli tüm yapı bileşenlerinin oluşturduğu yapı ögesi olup, minimum düzeyde yapma enerji kullanımıyla enerji korunumu ve ısısal konforun sağlanmasında tasarımcının kontrolünde olan en önemli değişkendir.

3.1 Yapı Kabuğu Bileşenleri

Yapı kabuğu, bir yapıda iç ortam ile dış ortamı birbirinden ayıran, iç ortamda kullanıcıların gereksinim duyduğu konfor şartlarının yaratılması, sürdürülmesi ve çevresel etmenlerin kontrolü için uygulanan yapı elemanlarıdır (Gür, 2007). Yapı kabuğu bünyesinde bir takım yapı elemanları barındırmaktadır. Bu yapı elemanları sistem içerisinde doğru birleşim ve detay çözümleriyle yapı kabuğunu oluştururlar. Böylece kullanıcıların dışarıdaki olumsuz koşullardan korunması, olumlu koşulların filtre edilerek içeriye alınmasıyla gereksinmelere cevap veren bir bina oluşur.



Şekil 3.1 : Yapı kabuğunu oluşturan bileşenler ve yapıdaki konumları.

Yapı kabuğunu oluşturan yapı elemanları Şekil 3.1’de gösterildiği şekliyle; zemine oturan döşeme (1.1 ve 1.2), dış duvar (2.1 ve 2.2), dış pencere ve kapılar (3) ve çatıdır (4). Bu yapı elemanlarının ayrıntılı olarak tanımlamalarına, işlevlerine ve bu yapı elemanlarından beklenen performanslara aşağıdaki bölümlerde yer verilmiştir.

3.1.1 Zemine oturan döşeme

Döşemeler, yapıların yatay taşıyıcı elemanlarından birisi olup, katları birbirinden ayıran ve üzerlerinde yürünebilen yapı elemanlarıdır (Toydemir ve diğ., 2000). Döşeme sistemi; kendi içinde taşıyıcı sistemi, alt ve üst kısmında da kaplaması bulunan bir sistemdir. Her yapı elemanında olduğu gibi döşemelerin de bir takım işlevleri yerine getirmesi beklenmektedir. Statik, fiziksel (ısı, su, buhar, ses, ışık), kimyasal, mekanik etmen ve gereksinimler döşemeden beklenen işlevlerdendir. Döşeme sınıflandırmasında binadaki yerine göre döşemelerin çatı katından bodrum katına doğru inildiğinde sırasıyla olabilecek döşemeler şunlardır: üstü açık döşeme, ara kat döşemesi, altı açık döşeme, altı ve üstü açık döşeme, zemine oturan üstü açık döşeme, zemine oturan üstü kapalı döşeme (Toydemir ve diğ., 2000). Sıralanan bu döşemelerden zemine oturan üstü kapalı döşemelerde şekilde 1.1 koduyla gösterildiği gibi eğer yapının bodrum katı yoksa, subasman seviyesindeki döşeme (Şekil 3.2) yapı kabuğu ile doğrudan ilişkilidir (Şekil 3.1). Bu döşemede su ve ısı yalıtımı önemlidir, ses ve yangın ile ilgili önemli bir sorun ortaya çıkmaz (Eser, 1969).



Şekil 3.2 : Zemine oturan üstü kapalı döşeme örneği (Url-4).

3.1.2 Dış duvar

Duvarlar bazen yük taşıyıcı bazen de hacim ve yüzeyleri birbirinden ayıran yapı elemanlarıdır. Duvarlar yüklendikleri işlevlerin çeşitli olmasından dolayı görece karmaşık yapı elemanlarıdır ve duvarlarla ilgili bir çok sınıflandırma yapmak mümkündür. Binan (1975), duvarları yapıldıkları malzeme ve hizmet edecekleri gayeye göre iki gruba ayırırken, Eser'e (1969) göre hem ayrılacak hacimlerin cinsine göre hem de yük taşıyıp taşıyamalarına göre duvarları sınıflandırmak mümkündür. Daha kapsamlı haliyle duvarlar;

- Statik durumlarına,
- Binadaki yerlerine,
- Üretim yöntemine,
- Yüklendiği işlevin önceliğine,
- Kesit sistemine göre sınıflandırılabilir (Toydemir ve diğ., 2000).

Taşıyıcı sistem modeline göre duvarlar; örgü, iskelet, panel ve dökme olmak üzere dört kısımda incelenir. Örgü duvarlar sistemin tuğla, taş vb. yapı malzemeleriyle örülerek oluşturulduğu duvarlardır. Bu sistemde duvarın taşıyıcılığı betonarme, çelik yada başka bir iskeletle sağlanabileceği gibi (Şekil 3.3), duvarın kendisi de yığma sistem olarak taşıyıcı olabilir (Şekil 3.4).



Şekil 3.3 : Örgü sistem dış duvar örneği- 1 (Url-5).

İskelet sistemde dış duvarı oluşturan bir iskelet sistemi mevcuttur (Şekil 3.5). Bu iskelet sistem ahşap, çelik veya hafif çelik malzemelerden olabilir. İskelet sistemde duvarı taşıyan elemanlar iskelet sistemi oluşturan elemanlardır ve diğer dolgu ve

kaplama malzemelerini bu sistem taşır. Panel duvarlar genellikle ön üretimli dış duvar elemanlarından oluşan ve yerinde bir araya getirilerek dış duvarı oluşturan sistemlerdir (Şekil 3.6). Bu sistemler kendi içerisinde ikincil taşıyıcı sistemini barındırabilir.



Şekil 3.4 : Örgü sistem dış duvar örneği- 2 (Url-6).



Şekil 3.5 : İskelet sistem dış duvar örneği (Url-7).

Dökme dış duvarlar, yerinde dökme malzemelerle üretilen duvar sistemleridir (Şekil 3.7).

Binadaki yerlerine göre iç duvar ve dış duvar olarak ikiye ayrılırlar. Çalışmada ele alınan yapı kabuğu dış duvarları kapsamaktadır. Dış duvarlar, binanın kabuğunu oluşturan düşey ayırıcı elemanlardır (Toydemir ve diğ., 2000). Dış duvarlar genel olarak dış kaplama, çekirdek, iç kaplama ve yalıtım olmak üzere dört katmandan

oluşmaktadır. Bu katmanlar yapı elemanının tasarımında gereken parametrelere göre farklı şekilde konumlanabilirler (Şekil 3.8). Şekil 3.8’de verilen; birinci modelde görüldüğü gibi içten dışa doğru sırasıyla iç kaplama, çekirdek, yalıtım ve dış kaplama, ikinci modelde görüldüğü gibi içten dışa doğru sırasıyla iç kaplama, yalıtım, çekirdek ve dış kaplama, üçüncü modelde görüldüğü gibi içten dışa doğru sırasıyla iç kaplama, çekirdek, yalıtım, çekirdek ve dış kaplama şeklinde olabilir.

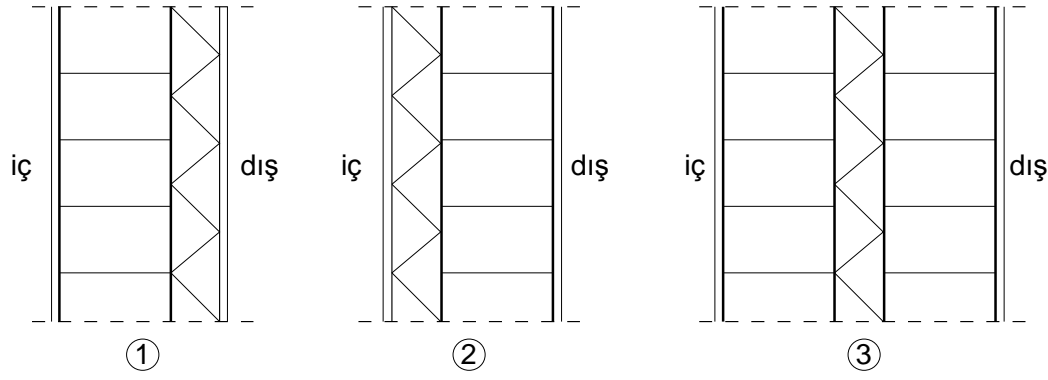
Dış duvar tasarımını etkileyen etmenler ve gereksinimler oldukça fazladır, bunlar; statik etmenler, fiziksel (ısı, su, buhar, ses, ışık), kimyasal, mekanik, biyolojik, kullanıcı gereksinimleri, görsel konfor, mimari konsept kaygısıdır. Bu gereksinimler ve etmenler ilerleyen bölümde yapı kabuğundan beklenen performanslar bölümünde ayrıntılı olarak açıklanacaktır.



Şekil 3.6 : Panel sistem dış duvar örneği (Url-8).



Şekil 3.7 : Dökme sistem dış duvar örneği (Url-9).



Şekil 3.8 : Dış duvar sistemi jenerik katmanlaşma modelleri.

3.1.3 Dış pencere ve kapılar

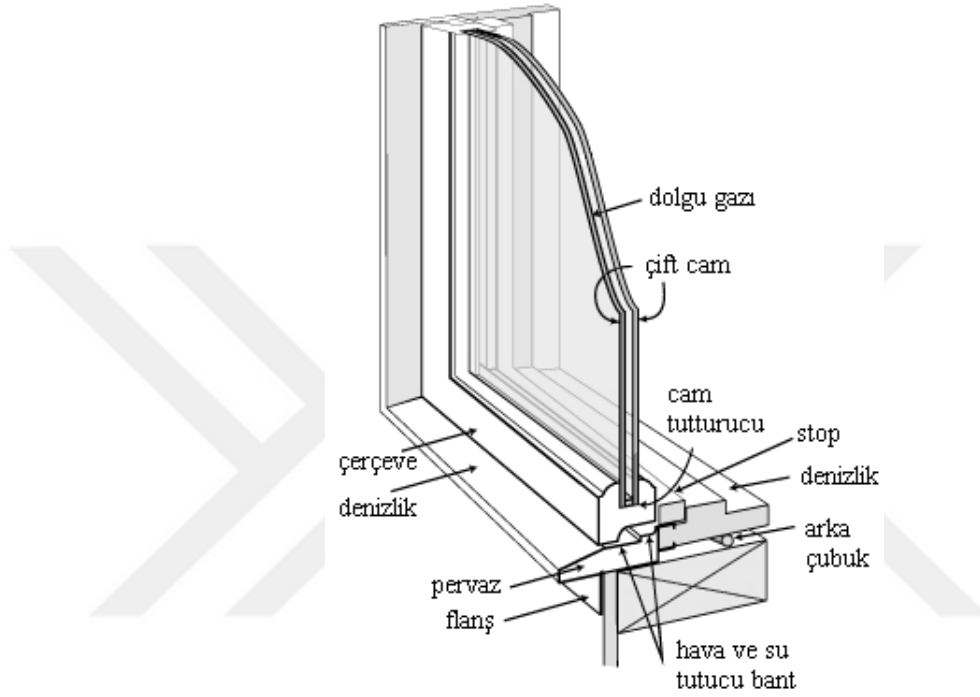
İnsan, havaya, ışığa, çevresini ve doğayı görmeye, iç ve dış bağlantıları kurmaya gereksinim duyar. Pencere, insanın çevre ile bağlantı kurma ihtiyacını karşılamaya yönelik yapı duvarlarında açılan boşluklardır (Karakurt, 2008). Yapı dış kabuğunun bir bileşeni olan pencere sisteminin alt bileşenlerini ise sistemin taşıyıcılığını sağlayan doğrama (çerçeve) sistemleri, saydam malzemeden olan cam sistemleri ile ara dolgu malzemeleri ve güneş kontrol araçları oluşturmaktadır (Şekil 3.9).

Çerçeve sistemi pencere bileşeninin konstrüksiyonunu oluştururken; malzeme seçimine göre pencere bileşeninin doğrama kalınlığı, ağırlığı ve sağlamlığı gibi fiziksel özelliklerini belirlemektedir. Saydam bileşenleri taşımakla görevli çerçeveler diğer yapı bileşenleri ile de birincil ilişki içerisinde. Taşıyıcılık açısından cam sistemi ile yapıyı birleştiren ara elemanlardan olduğu için önemlidir. Duvar elemanı ile çerçeve, kasa ile kanat birleşim yerleri ve çerçeve ile cam sistemi arasındaki bağlantı detayları; pencere sisteminin performanslarını yerine getirebilmesi için hava ve su sızdırmaz bir şekilde elastik dolgu malzemeleri ve contalarla desteklenmesi gerekir (Yurttakal, 2007).

Çerçeveler alüminyum, ahşap, vinil ve kompozit birçok farklı çeşit malzemeden üretilmektedirler. Hazır çerçeve sistemlerinin yanı sıra özel pencere sistemleri de tasarlanmaktadır. Özel pencere sistemlerinin elemanları fabrikada üretilir ve yerinde montajı tamamlanır. Bu tip pencere sistemlerine sahip cephelere giydirme cephe denmektedir (Yurttakal, 2007).

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte yapılarda kullanılan cam sistemleri giderek gelişmiştir. Pencere sistemlerinde ilk zamanlarda tek cam kullanılırken, günümüzde çok katmanlı cam sistemleri mevcuttur. Cam tabakaları, cam tutucular ve ara dolgu

gazları cam sistemlerini oluşturur (Yurttakal, 2007). Camlar, geçirgenlik, yansıtıcılık, emicilik ve farklı dalga boylarında ışımaya gibi özelliklerine göre pek çok farklı tipte sınıflandırılabilir. Çekme metodu, döküm ve haddeleme metodu, flotglas metodu gibi farklı üretim yöntemleri mevcuttur. Konutlarda yaygın olarak kullanılan cam tipleri berrak camlardır. Temperli, lamine cam tipleri berrak camlardır. Bunun yanı sıra; renkli camlar, yansıtıcı camlar, low-e kaplamalı camlar diğer cam tipleridir.



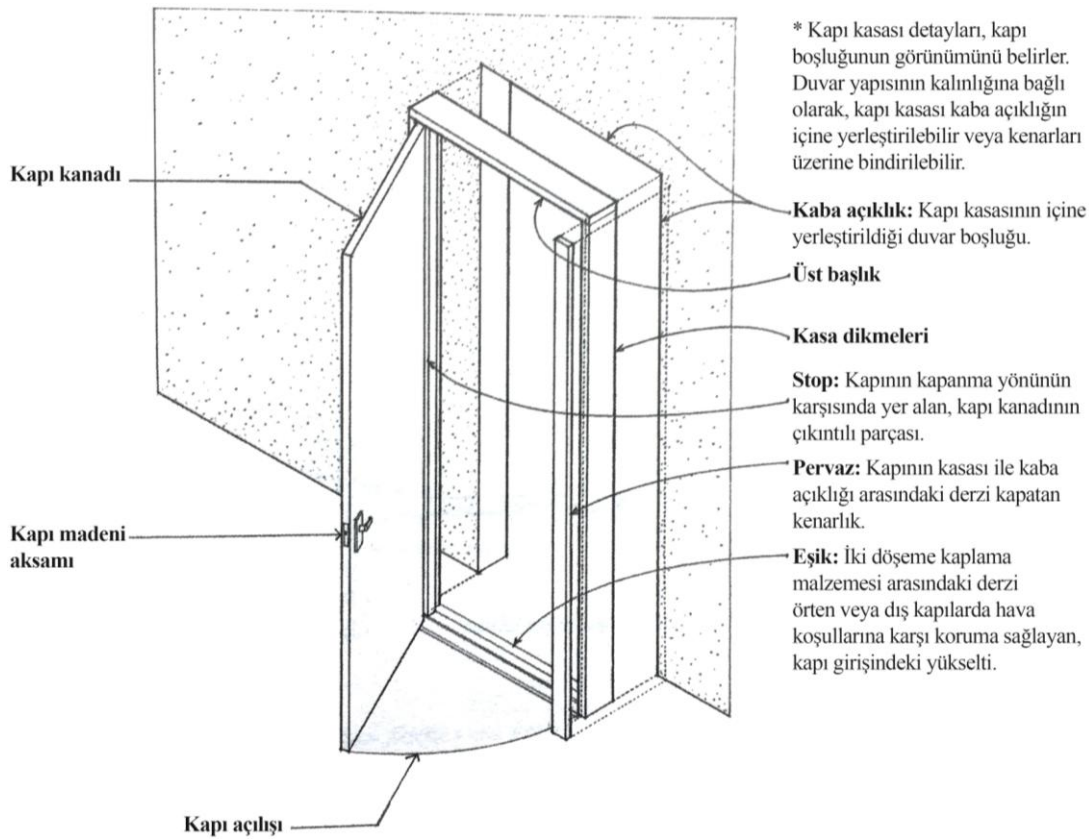
Şekil 3.9 : Pencere sistemi alt bileşenleri (Yurttakal, 2007).

Camlar arasındaki boşluğun ısı iletkenliğini düşürmek için ara dolgu malzemeleri kullanılmaktadır. Yaygın olarak kuru hava dolgu malzemesi olarak kullanılırken, Argon (Ar), Karbondioksit (CO_2), Xenon (Xe), Krypton (Kr), Sülfürhexaflorür (SF_6) gazları da kullanılmaktadır (Yurttakal, 2007). Bu gazların %5 hava + %95 argon, %5 hava + %95 kripton, %12 hava + %22 argon +%66 kripton gibi karışımlar olarak kullanımı da mevcuttur (Karakurt, 2008).

Pencere sistemini oluşturan diğer bir alt bileşen de güneş kontrol araçlarıdır. Güneş kontrol araçları pencere sisteminden beklenen ısı kontrol, güneş kontrolü gibi iç mekan konfor koşulları ile doğrudan ilişkilidir. Güneş kontrol araçlarının iki ana görevi güneş ışınımından kaynaklanan ısı yüklerini en aza indirmek ve ortamda kamaşmaya engel olmaktır. Güneş kontrol elemanları, pencere sistemi içinde bulunduğu konuma göre 3 grupta sınıflandırılırlar. Bunlar;

1. Dış güneş kontrol elemanları
2. Çift cam tabakası arasında güneş kontrol elemanları
3. İç güneş kontrol elemanlarıdır (Yurttakal, 2007).

Yapıda yer alacak pencere tipinin birçok faktör değerlendirilerek seçilmesi gerekmektedir. Bu faktörler incelendiğinde bir pencere sisteminin; ısı kontrol, güneş kontrolü ,gün ışığı geçirgenliği, hava sızdırmazlık, ses kontrolü, su ve nem kontrolü, yoğunlaşma direnci, görsel ilişki ve mahremiyet, doğal havalandırma, güvenlik, estetik, taşıyıcılık, kullanım ömrü, bakım – onarım, sürdürülebilirlik, ekonomiklik gibi performans gereksinimlerine cevap vermesi beklenmektedir (Karakurt, 2008).



Şekil 3.10 : Kapı sistemi alt bileşenleri (Ching, 2008).

Hasol (2005), kapıyı; bir yere girip çıkarken geçilen ve açılıp kapanma düzeni olan duvar ya da bölme boşlukları olarak tanımlamıştır. Yapının içinde ve dışında bir çok mahalde kapı bulunur. Bu kapılar giriş kapısı, oda kapısı, servis kapısı veya balkon kapıları olabilir. Ching (2008), kapılar ve kapı boşlukları olarak başladığı tanımlamasında; yapının dışarısından içerisine erişimi sağlar veya iç mekanlar arasındaki geçişi sağlar demiştir. Yapı kabuğunu ilgilendiren ve cephenin bir parçası

olarak yer alan kapılar ilk tanımlamadaki giriş kapısı ve ikinci tanımlamadaki dışarıdan içeriye geçişi sağlayan kapılardır.

Kapı boşlukları kullanıma uygun ölçülerde, içerisinden geçecek insan, eşya ve teçhizatın boyutları düşünerek tasarlanmalıdır. Bir yandan da bir geçiş aracı olarak kullanıldığı için kapıların mekânsal yönlendirmeyi işleve ve kullanıma uygun bir şekilde yapabilmeleri sağlanmalıdır (Ching, 2008). Kapıyı oluşturan kapı kasasına ait jenerik bileşenler (Şekil 3.10)'da gösterilmiştir.

Dış kapıların detay tasarımında dikkat edilmesi gereken performanslar, kapının hava geçirimsiz olması ve ait olduğu cephedeki ısıl gereklilikleri sağlayabilmesidir. Aynı zamanda görsel olarak cephenin bütününe uyum sağlaması ve güvenlik gereksinimlerini de sağlayabilmesi kapı tasarımında önemli parametrelerdir. Bunun yanı sıra, yönetmelik kapılar için yangına dayanıklılık, acil çıkış ve güvenlik camlarına ilişkin bir takım koşullar içerebilir (Ching, 2008).

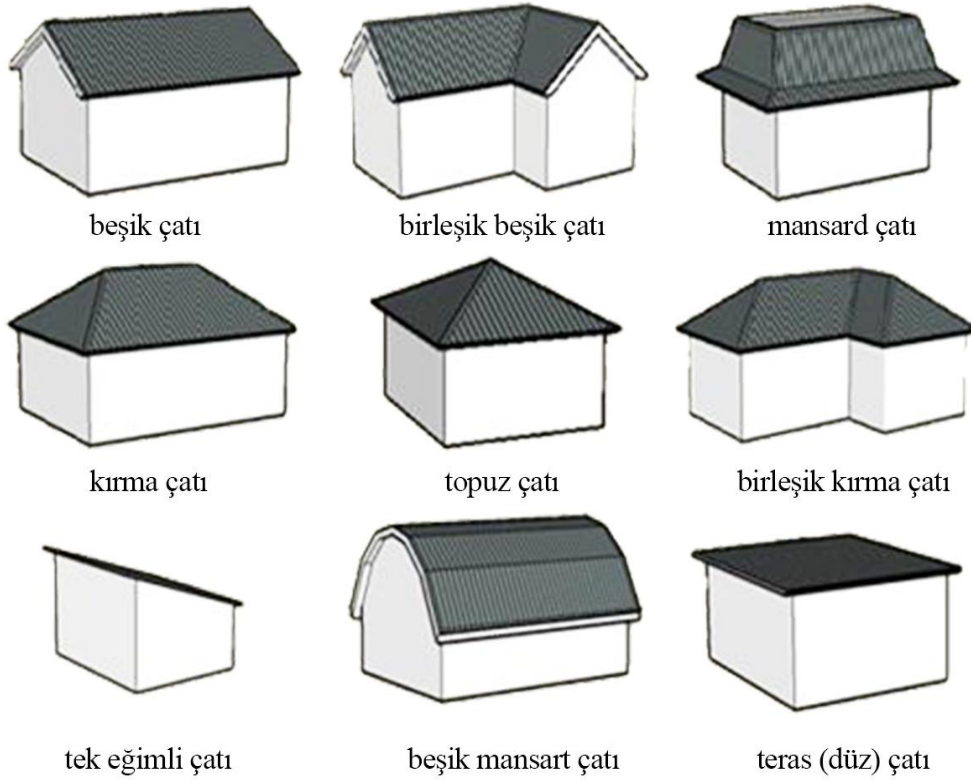
3.1.4 Çatı

Çatı, yapıyı en duyarlı bölgede serbest atmosferle ayıran ve sınırlayan bir yapı elemanıdır (Toydemir ve diğ., 2000). Toydemir'e göre çatı tasarım parametreleri taşıyıcılık, yalıtım ve mimari konsept olarak üç ana başlığa ayrılır. Çatı, yapı dış kabuğunun bir parçasıdır ve bir dizi fonksiyonları yerine getirir. Öncelikle çatı, altında bulunan açık veya kapalı alanı hava koşullarından korur. Bu fonksiyonlardan en önemli olanları, yağmur suyunun etkin bir biçimde uzaklaştırılması, güneş ve rüzgardan korunma sağlanması ve mahremiyeti sağlamasıdır (Brotrück, 2007). Çatının kendini ve üzerine binen yükleri taşıması gerekmektedir.

Çatılar, kullanım şekline göre, yağmur suyunun uzaklaştırılma şekline göre, eğime göre, kaplama malzemesine göre, biçime göre, çatı arası havasının varlığına göre, taşıyıcılık niteliğine göre sınıflandırılabilirler. Kullanım şekline göre çatılar; üzerinde gezilen ya da gezilmeye elverişli olan çatılar ve üzerinde gezilemeyen ya da gezilmeye elverişli olmayan çatılar olmak üzere ikiye ayrılır. Yağmur suyunun uzaklaştırılmasına göre çatılar; dışa akışlı ve içe akışlı çatılar olarak ikiye ayrılır.

Eğime göre çatılar; az eğimli, çok eğimli ve değişken eğimli çatılar olmak üzere üçe ayrılır. Kaplama malzemesine göre çatılar malzemenin türüne göre birçok alt başlığa ayrılır, bunlar; kiremit, asbest çimento, metal, bitüm, polimer, cam, doğal taş, bitkisel ve toprak kaplamalı çatılar olabilir. Biçime göre çatılar; tek yüzeyli, beşik örtülü,

kırma, mansard, kubbe, külah, şed, düz ya da eğimli çatılar olarak sınıflandırılır (Şekil 3.11). Çatı arası havasının varlığına göre çatılar, çatı havası olan ve olmayan çatılar olarak ikiye ayrılır. Taşıyıcılık niteliğine göre çatılar; oturtma çatılar, asma çatılar ve karma çatılar olarak üçe ayrılır. Yapılarda yer alacak çatıların bir takım performans gereksinimlerine cevap vermesi beklenmektedir. Bunlar; taşıyıcılık, dayanım, ısı, su ve nem, akustik, ışık ve radyasyon, yangın, mimari konsept, kullanım ömrü, bakım – onarım, sürdürülebilirlik, ekonomiklik ile ilgili performanslardır.



Şekil 3.11 : Biçimine göre çatı çeşitleri (Url-10).

3.2 Cepheler

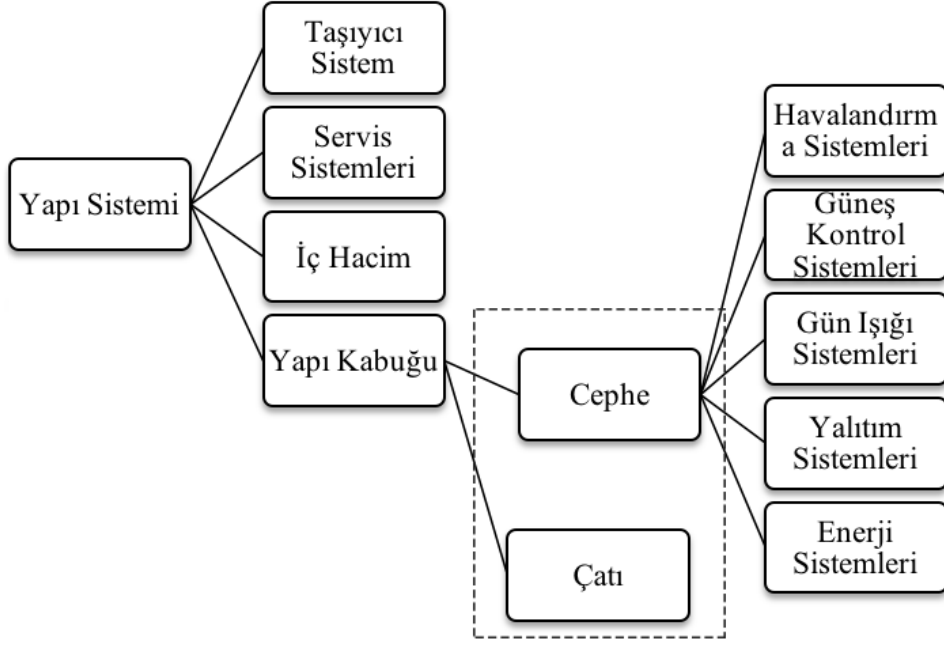
Yapı ve yapı kabuğuna ilişkin tanımlamalardan yapının bir sistem olduğu ve bu sistemin bir takım alt sistemlerden meydana geldiği anlaşılmaktadır. Yapı kabuğunu oluşturan alt bileşenlerden özelleşmiş olan kapı, pencere ve dış duvarın bir araya gelerek oluşturduğu cephe sistemlerinin tanımlamaları ve sınıflandırılması ve de cephe sistemlerinin yapı sistemi kurgusu içerisinde nasıl bir yer aldığı bu bölümde anlatılacaktır. Yapıyı oluşturan sistemlerden biri olan yapı elemanları sisteminin tasarlanmasında kullanılan bir yöntem olarak performans yöntemi ile cephenin performansı da bu bölümde ele alınmıştır.

3.2.1 Cephenin tanımı ve gelişimi

Cephe, sözlükte bir binanın yüzlerinden her biri olarak tanımlanmıştır (Hasol, 2005). Oxford çevrimiçi sözlüğünde; “bir binanın sokağa veya açık alana bakan ana yüzü” olarak tanımlanmıştır (Url-11). Aksamija’ya (2013) göre cephe, enerji bütçesine ve herhangi bir binanın konfor parametrelerine en önemli katkıda bulunan unsurlardan biridir ve enerji ve diğer kaynaklar tükenmeye devam edildiğinde, iç ortamdan memnuniyetimizi sürdürmemiz için bu kaynakları daha az tüketen teknoloji ve stratejilerle cephe tasarımı yapmak günümüzde başlıca hedeflerdendir. Yapı kabuğu – cephe binanın sadece yüzeyi olmamakla beraber çok sayıda fonksiyonu yerine getiren ve işlevsel, yapısal, üslup, ekolojik ve sosyolojik kriterlere bağlı olarak gelişen bir parçasıdır (Wartzeck ve diğ., 2015). Yapı elemanları sisteminde cephe, yapı kabuğu bileşeninin düşey yüzeyini oluşturmaktadır. Cephe sistemi görsel olarak hem bina tasarım kriterlerinde önemli rol oynar, hem kullanıcıyla kurduğu ilişki bakımından bir takım gereksinimleri yerine getirir, hem statik açıdan bina taşıyıcı sisteminin bir parçası olabilir, hem enerji kullanımı açısından verimlilikte önemli bir yüzdeye sahiptir hem de yapının iç ve dış çevresini etkiler (Metin, 2010). Oluşturulan yapma çevrede kullanıcı gereksinimlerinin yerine getirilmesi ve bir takım çevresel performansları sağlaması bakımından yapı elemanları sisteminde önemli bir noktada durmaktadır. Bu sebeple cephe tasarım kriterlerinin iyi belirlenmesi ve binayla bütünlemesi yapı tasarımında önemli yer almaktadır. Yapı cephesi binanın temel bir parçasıdır ve hem binanın genel görünümünde hem de kullanıcılar için konfor koşullarının sağlanmasında önemli bir yere sahiptir. Cepheden beklenen ısı transferi, hava ve nem hareketleri, gürültü ve kirliliği bloke etmesi, güneş ışığını nüfuz etmesi gibi performansların hepsi birbirlerine sıkı sıkıya bağlıdır ve tüm bu performansların ve kullanıcı ihtiyaçlarının kombinasyonunun kurgulanmasındaki en önemli nokta enerji tüketimidir (Zemella ve Faraguna, 2014).

Yapı kabuğu iç ve dış ortam arasında dengeleyici bir unsurdur. Schittich’e göre cephe yapı alt sistemlerinden yapı kabuğu alt sisteminin çatı ile birlikte iki bileşeninden birisidir. Şekilde Schittich’in yaptığı sınıflandırma gösterilmektedir (Şekil 3.12). Çatı ve cephe yapı kabuğunu oluşturarak iç mekan ile dış mekan arasındaki dengeyi kurarak; kullanıcı ihtiyaçlarını sağlarlar ve çevresel etmenleri kontrol altında tutarlar. Cephenin yapı sistemi içerisindeki yeri farklı kaynaklarda farklı şekilde tariflenmektedir.

Cephe ile ilgili tanımlamalarda ve anlatımlarda görüldüğü gibi cephe, hem kullanıcı ihtiyaçları ile doğrudan bağlantılıdır hem de yapının enerji verimliliğinde önemli bir değişkendir. Şekilde görüldüğü gibi cephe sistemlerinin iyi çalışması binanın havalandırma, güneş kontrolü, gün ışığı, yalıtım ve enerji sistemlerinin birlikte çalışarak en verimli sonuca ulaşmasına bağlıdır.

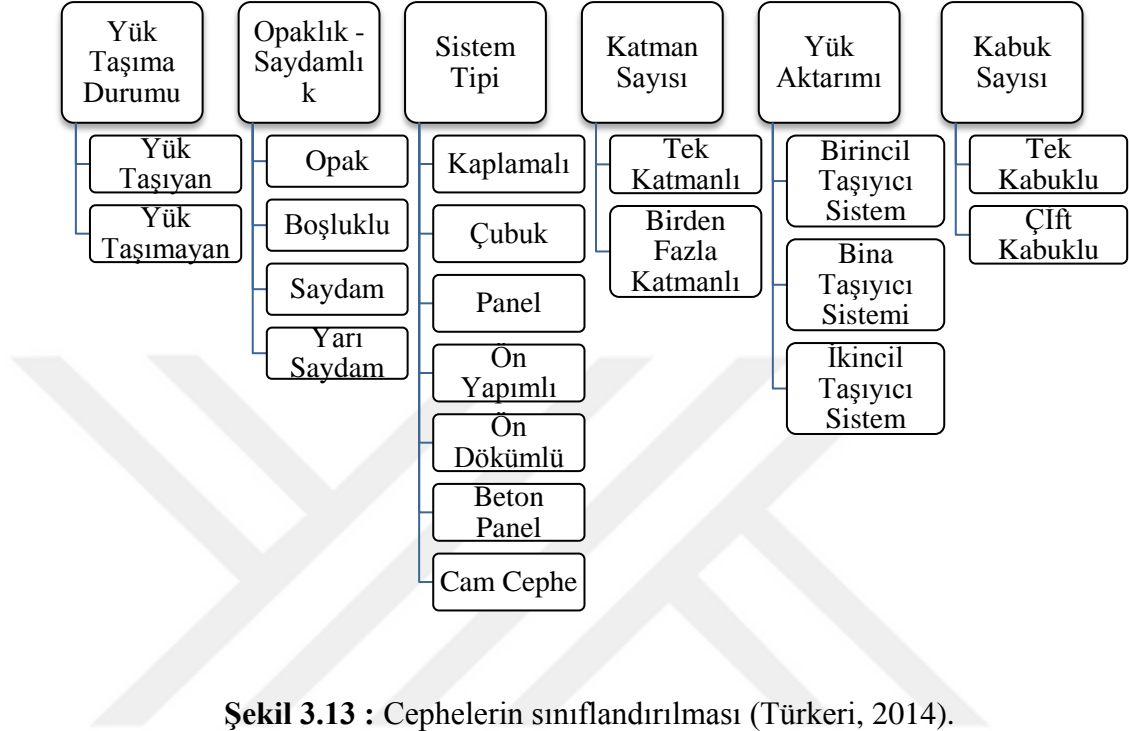


Şekil 3.12 : Yapı sisteminin farklı düzeydeki açılımları (Schittich, 2001).

Cephe yukarıda örnekleriyle gösterildiği gibi farklı şekilde tanımlanan ve sınıflandırılan bir elemandır. Bina alt bileşenlerini yapı elemanları, servis ve taşıyıcı sistemler olarak ele alan yaklaşımda bir takım yapı elemanlarının bir araya getirerek oluşturduğu özelleşmiş bir yapı elemanı olarak ele alınan ve bina alt sistemlerinden yapı kabuğu sisteminin iki parçasından biri olarak da ele alınan cephe sistemlerini anlatan birçok sınıflandırma mevcuttur. Binanın en karakteristik bileşeni diyebileceğimiz cephenin formu, malzemesi, yapısal ve sistemsel özellikleri cephelerin sınıflandırılmasında etken faktörlerdendir. Bu bağlamda cephelerin tanımlanması ve bina içerisindeki ele alınış biçimi değişkenlik gösterse de cephelerin sınıflandırılmasından ve cepheye dair tariflerden de anlaşıldığı gibi cephe karmaşık bir sistemdir ve tek bir düzlemde ele alınması mümkün değildir (Şekil 3.13).

Cephelerin sınıflandırılması ve yapıdaki sistemlerle ilişkisine bakıldığında cephe tasarımı ve gelişiminin doğrudan yapı malzemesi ve teknolojisi ile ilişkili olduğu

söylenbilir. Sürdürülebilir cephe tasarımı da hem cephede kullanılan malzemelerle hem de cephenin iç – dış ortam dengesini kurarken enerji kullanımı ile doğrudan bağlantılıdır. Sürdürülebilir cephe tasarımına ilişkin parametreler bölüm 4.4’te anlatılmıştır.



Şekil 3.13 : Cephelerin sınıflandırılması (Türkeri, 2014).

3.2.2 Performans ve cephe

Yapıyı insan vücuduna benzetmek mümkündür. İnsan vücudunu oluşturan bütün alt sistemler hem kendi içerisinde hayatiyetini sürdürür hem de diğer sistemlerle koordine bir şekilde çalışarak insan vücudunun sağlıklı bir biçimde ömrünü sürdürmesini sağlar. Örneğin; solunum sistemimizde meydana gelen bir aksama dolaşım sistemimizi de etkileyerek sağlığın bozulmasına tesir eder.

Bu benzetimden yola çıkarak yapıyı oluşturan en küçük detaydan daha üst sistemlere doğru ele aldığımızda herhangi bir noktada oluşacak aksaklık yapının bütününe etki eden hatalar doğurabilir. Bu nedenle yapıyı oluşturan sistemlerden birisi olan yapı elemanları sistemleri ve detay tasarımı ilk aşamdan itibaren bütüncül bir yaklaşımla ele alınmalıdır. Yapı elemanı ve detay tasarım yöntemleri kaynaklarda farklı yöntemlerle ele alınmıştır. Uzmanların yapı elemanı ve detay çözümünde benimsediği genel yaklaşım kurgulanan sistemin işlevselliği ve bütün içerisindeki uyumluluğudur. Bu bölümde hem performans kavramından bahsedilecek

hem de yapı kabuğu ve cephe tasarımı performans yaklaşımıyla ele alınarak, cepheden beklenen performanslar anlatılacaktır.

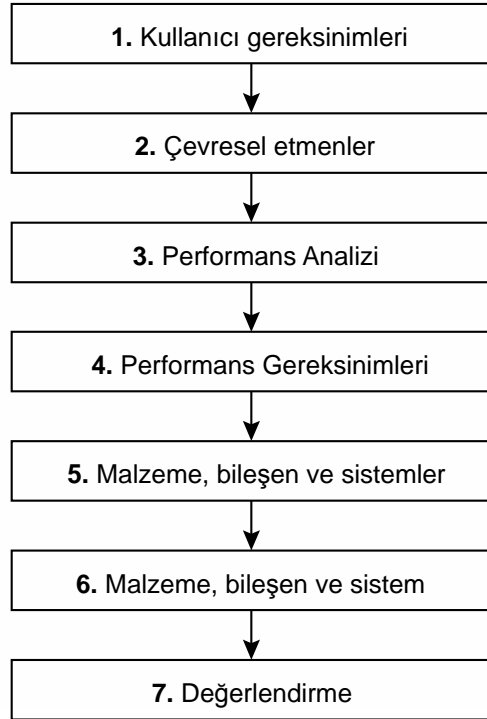
3.2.2.1 Performans yaklaşımı

Performans kavramı sözlükte bir makinenin, ürünün veya aracın yetenekleri olarak açıklanmaktadır (Url-12). Performans yaklaşımı sonuçtan ziyade vasıtaları belirlemeye yönelik bir düşünme ve çalışma pratiğidir. Bu bağlamda binalarda performans yaklaşımı binanın nasıl inşa edileceği ile ilgilenmez, binayı oluşturan parçaların işleyişi için titiz bir analiz sürecini tarifler (CIB Report, 1975). Performans yaklaşımı ile herhangi bir ürün veya sistemden beklenenler sıralanır.

Performans yaklaşımı ilk ortaya atıldığı yıllardan bu zamana kadar gelişme göstermiştir. Bina bileşenlerinin her birinin sağladığı katkıyı ve bu bileşenlerin ortak çalışmasını göz önünde bulundurarak tasarıma sunduğu verilerle zemin hazırlar. Performans yaklaşımı mimarlık faaliyetlerinin birçok aşamasında biçim, düzen, mekan, maliyet gibi dikkate alınması gereken süreçlerde kullanılır (CIB Report, 1975). Yapı elemanı tasarımında malzemelerin yada bileşenlerin birbirinden bağımsız olarak performanslarını değerlendirmek mümkün değildir. Performans yaklaşımı da zaten halihazırda bir nesnenin nasıl olacağı ile ilgilenmekten ziyade, bütün içerisinde işlevini nasıl yerine getireceği ile ilgilidir (Sirmen, 1997). Yapı elemanı ve detay tanımlamaları arasındaki ilişkiden yola çıkarak yapının her parçası ayrı bir sistemi oluşturmakta ve bu sistemlerin birbiriyle sorunsuz çalışması gerekmektedir. Bu sebeple bu sistemler birbirleriyle entegre edilmelidir. Bu sistemin ara parçalarının birbirleriyle ilişkisi önemlidir. Yapı elemanı tasarımı bu noktada tasarımcının çözmesi gereken birçok problemi içerisinde barındırır. Bu problemleri çözmeye yönelik farklı yollar denenmiş ve zamanla mimari detayların karmaşıklaşmasıyla daha tanımlı yaklaşımlar ortaya çıkmıştır.

Yapı elemanı tasarımında performans yöntemi, kavramsal tasarıma uygun, kullanıcı gereksinmelerine cevap veren ve çevresel etmenlerle uyum sağlayan performans kriterlerini belirleyip, uygulama sürecinde performans sınır değerlerine göre uygulama yapmayı ve performans değerlendirmesini içeren bir sistemdir. Aksu'ya (2010) göre binalar tasarlanırken bir sistem meydana getirilir ve genellikle başarısızlıklar bu bütünlemedeki sistemler arasındaki ilişkilerde gömülü olan başarısızlıklardan ortaya çıkar. Performansın haritalandırılması, kesişimlerin

performans kriterlerini ve binadaki sistem entegrasyonunu ifade eden bir matrisin değerlendirmesini belirleyen bir süreçtir ve bu haritayla binadaki başarısızlıkların hangi noktadan kaynakladığını tespit etmeyi mümkün kılar (Aksu, 2010). Performans yöntemi ile detay ya da yapı elemanı tasarımı 7 aşamada ele alınmıştır. Her aşamada tasarım için girdi oluşur. Türkeri'nin (2009) uyguladığı performans yöntemi akış şeması Şekil 3.14'te gösterilmiştir. Yapı elemanları tasarımında performans sisteminin kullanılması doğru sonuçlara kontrollü olarak varmayı amaçlar.



Şekil 3.14 : Yapı elemanı tasarımında performans akış şeması (Kaya, 2010).

Yapı elemanı tasarım metotlarından birisi olan performans yaklaşımı ile tasarımda kullanıcı gereksinimleri ve çevresel etmenler tanımlanarak; malzeme, bileşen ve sistemler kontrollü bir şekilde ortaya konulan ihtiyaç ve sınırlamalara göre belirlenmiş olur. Burada vurgulanmak istenen durum; bir yapı elemanından beklenen birden çok özelliğin tasarım aşamasında birbirleriyle uyum içerisinde işleyişini sağlamaktır. Performans yönteminin amacı bölümün başından belirtildiği gibi doğru vasıtalarla sonuca ulaşılmasını ve sistemde yer alabilecek hataları kontrol olarak en aza indirmektir.

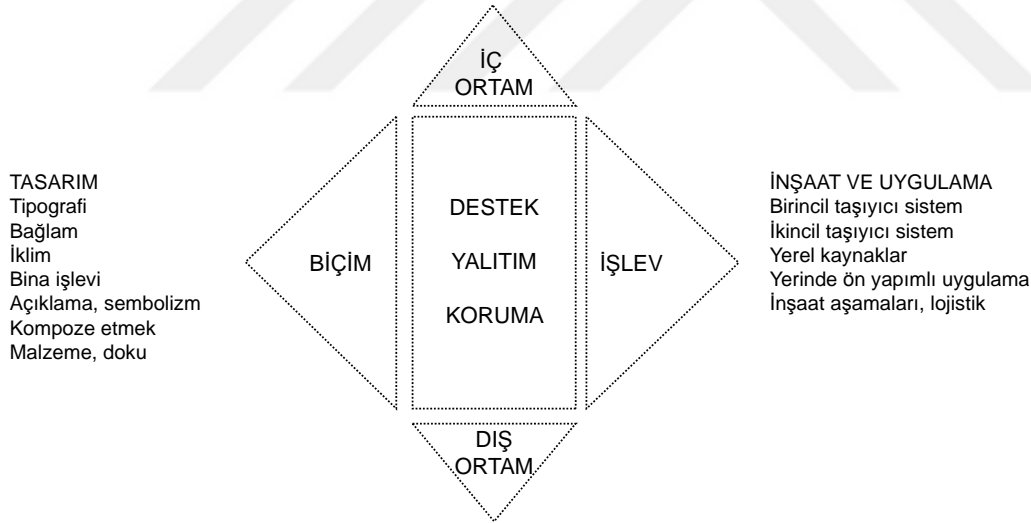
Çalışmanın konusu olan cephe sistemlerine ilişkin kullanıcı gereksinimleri ve çevresel etmenler doğrultusunda geliştirilen performans gereksinimlerine ve bunların

anlatımlarına alt başlıkta yer verilmiştir.

3.2.2.2 Cepheden beklenen performanslar

İç ve dış mekan arasında bir bariyer görevi olan cepheden beklenen bir takım performanslar vardır. Performans yaklaşımına göre konfor koşulları ve çevresel etmenler arasında optimum seviyeleri yakalamak ve bunları yaparken de parametreleri bu performanslar üzerinden kurgulamak cephe tasarımında izlenmesi mümkün yollardan bir tanesidir. Şekilde cephenin iç ve dış arasında bir ara yüz oluşturması, kendi işlevsel ve biçimsel özelliklerini oluştururken karşılaması gereken performans gereksinimlerini her iki ortam içinde nasıl kategorize edilebileceği gösterilmiştir (Şekil 3.15).

IŞIK / KONFOR Günüşiği etki alanı / düzeyi Dışarıyı görmek Özel ve kamusal arasında sınır Kamaşma kontrolü, aydınlatma kontrolü	ISIL KONFOR Oda iklimi / sıcaklığı Sıcaklık sabitliği Isıtma ve soğutma Hava geçirimsizlik Kışın sıcaklığın düşmesine karşı koruma İç mekanın havalandırılması, havanın yenilenmesi	AKUSTİK KONFOR Ses yalıtımı	SERVİS SİSTEMLERİ Bireysel ve merkezi kontrol Kullanım rahatlığı
		GÜVENLİK VE KORUMA Yangın korunumu Çökme korunumu	Yapı bileşenlerinin enerji depolama, ısıtma ve soğutma amacıyla aktivasyonu



ISIL GEREKSİNİMLER İklim koşulları Sıcaklık ve Güneş ışığına karşı koruma Parlamaya karşı koruma Yağmura ve neme karşı koruma	AKUSTİK GEREKSİNİMLER Ses yutuculuk	GÜVENLİK VE KORUMA Yangın korunumu Dayanım Radyasyon, zararlı maddeler İhlal, vandalizm Ses yalıtımı	SERVİS SİSTEMLERİ Fotovoltaik paneller, toplayıcılar Jeotermal sondalar, ısı geri kazanımı Güneş enerjisi toplayıcıları
---	--	--	--

Şekil 3.15 : İç ve dış arasında arayüz olarak cephenin fonksiyonel gereksinimleri ve tasarım yönleri arasındaki etkileşim (Wartzeck ve diğ., 2015).

Cephe ile ilgili performans analizi yapılması esnasında dikkate alınması gereken performans gereksinimleri taşıyıcılık, ısı, gün ışığı ve aydınlatma, su ve nem, akustik, yangın, havalandırma, hava geçirgenliği, toz ve uçan nesnelere, kirlenme ve bakım, güvenlik, sürdürülebilirlik, performansların entegrasyonu ve sürekliliği ile ilgili performanslardır. Cepheden beklenen kullanıcı gereksinimlerinin yerine getirilmesi ve çevresel etmenleri kontrol etmesi ile ilgili olan bu performanslar aşağıdaki kısımda açıklanmıştır.

- **Taşıyıcılık ile ilgili performans**

Bir nesnenin var olabilmesi için en önemli gereksinim bulunduğu ortamdaki yüklere dayanımıdır. Binalar yerkürede buldukları için tüm elemanları yerküredeki yüklere karşı dayanıklı olmak zorundadır. Bu yükler 3 başlık altında incelenebilir; kalıcı, hareketli ve yatay yükler. Kalıcı yükler yapı elemanlarının öz yükleridir, örneğin; döşeme ağırlığı, kolon ağırlığı vb. Hareketli yükler, yapı elemanına zaman zaman etkiyen ve yer değiştiren statik yüklerdir, örneğin; eşya, insan ve kar yükü gibi. Yatay yükler, yapıya yatay olarak etkidiği varsayılan statik veya dinamik yüklerdir. Deprem yükü, rüzgar yükü, toprak itkisi ve sıvı yükü yatay yüklerdir (TS 498, 1987).

Statik olarak yığma ya da iskelet sistem olarak tasarlanabilen dış duvarlarda eğer yığma bina ise tüm sabit ve hareketli yükleri temele kadar aktarmak duvarın işlevidir. İskelet sistemde ise taşıyıcılık haricindeki diğer gereksinimler devreye girer. Cepheleer konstrüktif açıdan eğer binanın taşıyıcı sistemine bir katkıda bulunmuyor ve taşıyıcı sistemden de kendisine herhangi bir yük aktarımı bulunmuyorsa yük taşımayan cepheleer olarak sınıflandırılır. Bu halde cephenin kendi taşıyıcı sistemi ile kendi kalıcı yüklerini taşıması ve hareketli yüklere karşı dayanımı sağlaması gerekmektedir.

Rüzgar yükleri cephe tasarımında dikkate alınması gereken önemli unsurlardandır. Standartta rüzgar yükünün her yönde en büyük derecede tesir eder şekilde hesaplanması istenmektedir. Standartta rüzgar yükü hesabının yapının geometrisine bağlı olduğu; ayrıca basınç, emme ve sürtünme etkilerinin de birleştirilerek hesaba katılması gerektiği belirtilmektedir (TS 498, 1987). Rüzgar yükü hesabı yapının geometrisine bağlıdır (Şekil-1). Basınç, emme ve sürtünme etkileri birleştirilerek hesaba alınır. Rüzgar genel olarak sanıldığı gibi cepheye sadece doğrudan basınç yapmaz. Orta kısımlarda basınç yaparken üst ve yan kısımlara doğru emme basıncı

da oluşturur(Gür, 2007). Cephelerin tasarımında standartlarda belirtilen hesaplamalar her zaman yeterli olmayabilir, bunun yanında rüzgar tünel testleri yapılarak geri dönüşü olmayan deformasyonlar engellenmelidir.

- **Isıl performans**

Isı dengeye ulaşana kadar daha sıcak olan elemanlardan daha soğuk olan elemanlara doğru ilerler. Isı akışı bu anlamda kondüksiyon, konveksiyon ve radyasyon yoluyla yayılabilir. Dış mekan ile iç mekanın sıcaklıkları farklı olduğunda bina ile dış çevre arasında bir ısı transferi gerçekleşmektedir. Dış mekanla iç mekanı ayıran cepheden beklenen fiziksel işlevlerin başında ısı ile ilgili etmenler ve gereksinimler vardır. Çünkü bu ısı akışı bina kabuğunu oluşturan zemin, çatı ve cepheden gerçekleşir. Dış hava sıcaklığı iç sıcaklıktan düşük olduğunda ısı kaybı, tersi durumda ise ısı kazanımı gerçekleşir. Bu ısı kayıpları ve kazançlarının miktarları, enerji açısından verimlilikleri bina cephesinin özellikleriyle doğrudan bağlantılıdır (Zemella ve Faraguna, 2014). Yapı cephesinin ısı transferine ilişkin özelliği U değeri olarak bilinen bir parametre ile hesaplanır. Yapı cephesi ısıtma ve iklimlendirme işlevi açısından;

- Güneş ışınımına karşı; yutuculuk, geçirgenlik ve yansıtıcılık gibi optik özelliklere,
- Toplam ısı iletkenlik katsayısı (U), saydamlık oranı, genlik küçültme faktörü, zaman gecikmesi, sönüm oranı gibi termofiziksel özelliklere sahiptir (Erkmen, 2012).

Isı iletkenliği ne kadar düşük olursa, iç ve dış ortamlar arasında akan ısı miktarı o kadar az olur. U-değeri çoğunlukla opak cephe elemanları içindeki yalıtım miktarı, pencere ve görsel öğelerin türü, miktarı, farklı elemanların ara yüzü ve termal köprülerin varlığı ile şekillenir. Termal köprüler, farklı cephe unsurları, pencere çerçeveleri, lokal penetrasyonlar, cephenin termal hattının sürekliliğinin kesildiği tüm koşullar arasındaki ara yüzlerden kaynaklanmaktadır. Uygun bir tasarım termal köprülerin oluşumunu azaltarak ve yeterli termal kopmalar sağlayarak etkisini sınırlandırabilir (Zemella ve Faraguna, 2014). Bazı durumlarda ve iklim koşullarında, iyi idare edildiği sürece termal kazançların konfor ve enerji tüketimi açısından yararlı olabileceğini biliyoruz. Örneğin, güneşe bakan bir duvar, gerektiğinde emer ve ısı açığa çıkacak şekilde tasarlanabilir. Güneş radyasyonu

sırlanmış elementlere çarptığında enerjisinin bir kısmı cepheye girer ve bu durum iç hava sıcaklığında bir artışa neden olur. Isı kazancı bazı durumlarda ısıtmada tüketilen enerjiyi azaltmak için faydalı olabilir. Güneş kazanımlarını kontrol etmenin yollarından birisi kullanılan sırlı malzemelerin (camların) performanslarını ifade eden bir takım parametleri kontrol altında tutmak diğer bir yolu ise güneş kontrol elemanı kullanmaktır. Her ikisinin de kontrollü bir biçimde tasarlanması en iyi sonuçları verecektir.

- **Gün ışığı - aydınlatma ile ilgili performans**

Cepheden beklenen performanslardan birisi de iç ortamdaki kullanıcı konfor koşullarını sağlayan bir aydınlık düzeyi yaratması ve bu ihtiyaç için uygun değerler sağlamaya yardımcı olmasıdır. Her mekanın kullanım amacına göre gerektirdiği aydınlık seviyeleri, düzeyleri, kamaşma değerleri farklı olmakla birlikte bu değerler standartlarda sınırlandırılmıştır. İnsanlar doğal olarak aydınlatılmış alanlarda, parlaklık düzeylerinin ağırlıklı olarak suni ışıklara dayandığı binalarda olduğundan çok daha rahat hissederler (Zemella ve Faraguna, 2014). Görsel konfor açısından gün ışığının kullanımı önemlidir ve aynı zamanda yapay ışığa duyulan ihtiyacı azaltır ve böylece gün ışığı düzeyine bağlı olarak yapay aydınlatma için harcanan elektrik enerjisinden tasarruf edilebilir (Gür, 2007). Gün ışığı miktarının fazlalığını kontrol etmek için kullanılan sistemler aşağıda verilmiştir (Schittich, 2001):

- Perdeler,
- Yatay lameller,
- Düşey lameller,
- Jaluziler,
- Yarı saydam camlar,
- Elektrokromik camlar.

İç mekanda kontrollü bir şekilde gün ışığı sağlamak kolay bir mesele değildir; gün ışığının miktarından daha çok kalitesi yani nasıl bir yolla sağlandığı daha önemlidir ve aynı zamanda fazla miktarda gün ışığı kullanıcıyı rahatsız eder (Zemella ve Faraguna, 2014). Gün ışığından faydalanmak ve aynı zamanda da güneş kontrolünü sağlamada cephe önemli bir rol oynamaktadır. Hem cephenin tipolojisi, cephede kullanılan cam cinsleri ve bu bu saydam kısımların oranı, güneş kontrol elemanlarının türü ve cephedeki konumlanışları gibi bir çok parametre gün ışığından

faýdalanma – güneş kontrolü sağlama optimizasyonunda etkindir. Schittich'e (2001) göre, ikisi arasındaki optimum denge bir takım sistemleri kullanarak sağlanabilir:

- Seçici kaplamaların uygulandığı camlar,
- Gün ışığını iç mekanın derinliğine doğru yönlendiren reflektörler,
- Yüksek yansıtıcılı kaplamaların uygulandığı mikro-ızgara sistemler,
- Prizma sistemleri,
- Işığı dağıtan/ yayan camlar,
- Cam lamelli sistemler,
- Holografik kırıcı sistemler.

İçte ve dışta kullanılan güneş kontrolü sistemlerinin cephede kullanılma olasılıkları şekilde gösterilmiştir (Şekil 3.16).

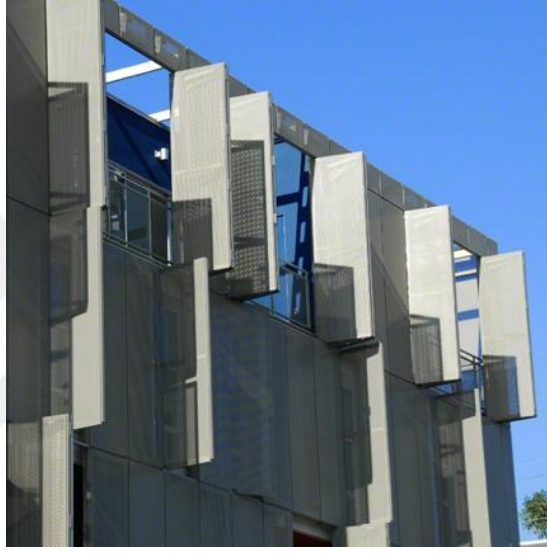
√ eleman belirtilen fonksiyon için ideal o eleman belirtilen fonksiyon az uygun - eleman belirtilen fonksiyon için uygun değil			
Sistem	Tanım	Dış duvara göre pozisyon	
		İçte	Dışta
Sabit sistemler			
Opak sistemler	Saçak, ışıklık, lameller	o	√
	Izgara sistemler	o	√
Saydam / yarı saydam sistemler	Yansıtıcılı cam	o	√
	Işık emici cam	-	√
	Işık kırıcı cam	√	√
	Prizmatik sistemler	√	o
	Holografik optik elemanlar	√	√
Hareketli sistemler			
Opak sistemler	Kepenik	o	√
	Menteşeli kepenik	o	√
	Sürme kepenik	o	√
	Katlanır kepenik	o	√
	Perde	o	-
	Lameller (ahşap metal, plastik)	o	√
Saydam / yarı saydam sistemler	Cam lameller	√	√
	Prizma sistemler	√	o
	Holografik optik elemanlar	√	√

Şekil 3.16 : Cephede kullanılma olasılığı gösteren güneş/ ışık kontrol sistemleri (Schittich, 2001).

Şekillerde görüldüğü gibi güneş kontrol elemanları hem yapının tasarımına etki eden hem de kullanıcıların konforunu sağlayan önemli elemanlardır (Şekil 3.17, Şekil 3.18, Şekil 3.19). Gün ışığından faydalanmak enerji korunumu açısından kritik bir konudur. Cephe sisteminden gün ışığı alımını ve aynı zamanda güneş kaynaklı ısıtma – soğutma yüklerini optimize etmesi beklenir.

- **Su ve nem ile ilgili performans**

Cephe sistemi iç ortamla dış ortam arasında bir bariyer görevi üstlenmektedir. Diğer performans gereksinimlerinde olduğu gibi iç ortam kalitesi ve kullanıcı konforu bakımından cephede oluşacak su ve nemin kontrol edilmesi gerekir. Aynı zamanda yapının ve cephenin strüktürel elemanlarının da su ve nemden korunması gerekmektedir. Havanın tutabileceği buhar miktarı, hava sıcaklığına bağlıdır; sıcak hava, soğuk havaya göre daha fazla buharı tutabilir. Bağıl nem, havanın belirli bir sıcaklıkta tutabileceği maksimum buhar miktarının bir yüzdesi olarak havadaki buhar miktarını ölçer (Aksamija,2013).Ortam sıcaklığına bağlı olarak, iç mekanda bağıl nem oranı için konfor aralığı %30 ile %70 arasındadır (Schittich, 2001).



Şekil 3.17 : Hareketli perfore metal güneş kontrol elemanı örneği; Lofts At Cherokee Studios, West Hollywood, California (Url-13).



Şekil 3.18 : Sabit alüminyum lamel güneş kontrol elemanı örneği; St Catherine's Health Centre, Birkenhead, Merseyside (Url-14).

Buharla ilgili önemli bir nokta, dış cephe boyunca nasıl hareket ettiğidir. Buhar havada taşınır, ancak difüzyon denilen bir işlemle daha yüksek yoğunluktan daha düşük yoğunluklu havaya geçer. Sorun, buhar taşıyan hava havadan daha soğuk bir malzeme ile karşılaştığında ortaya çıkar. Buhar duvarda yoğunlaşırsa, ortaya çıkan su malzemeleri doyurabilir. Bu su, binanın ve kullanıcıların sağlığına ciddi bir etkisi olabilecek küflenmeyi teşvik eden bir ortam yaratabilir (Aksamija, 2013). Ayrıca yapı elemanı bünyesindeki su; ısı yalıtım malzemesinin yalıtım değerini düşürür ve metal malzemelerin korozyona uğramasına neden olur (Gür, 2007).



Şekil 3.19 : İçten uygulanan güneş kontrol elemanı örneği; Abu Dhabi Hotel, Abu Dhabi, United Arab Emirates (Url-15).

Sürdürülebilir cepheler, yoğunlaşan buhardan meydana gelen suyun dışarıya boşaltılabileceği şekilde tasarlanmalıdır. Buhar bariyerleri, bina muhafazası boyunca nem ve buhar difüzyonu hareketini azaltır. Buhar bariyerleri üç sınıfa ayrılır:

- Sınıf I (buhar geçirimsiz): 0.1 perm veya daha az geçirgenliğe sahip malzemeler (sac polietilen veya delinmemiş alüminyum folyo gibi)
- Sınıf II (buhar yarı geçirimsiz): 0.1 ila 1.0 arasında geçirgenliğe sahip malzemeler (kraft yüzlü cam elyaf yalıtımı gibi)
- Sınıf III (buharlı yarı geçirgen): 1.0-10 perma arası geçirgenliğe sahip malzemeler (lateks veya emaye boya gibi) (Aksamija, 2013).

Hava bariyerlerinin duvar montajı içindeki yerleşimleri iklim türüne bağlıdır. Örneğin, soğuk iklimlerde, buhar bariyeri genellikle yalıtımın iç (sıcak) yüzeyine yerleştirilir. Sıcak veya ılık iklimlerde, özellikle nemli alt bölgelerde buhar bariyeri

genellikle yalıtım katmanının dış tarafındadır. Karışık iklimlerde, buhar bariyerlerinin yerleştirilmesi için hazır bir cevap yoktur. Duvar montajı içerisinde asla iki buhar bariyeri olmamalıdır; böyle bir durumda suyun boşalmasına veya buharlaşmasına engel olunmuş olur (Aksamija, 2013).

- **Akustik ile ilgili performans**

Ses yalıtımı açısından cephe, dış ve iç gürültüyü konforlu bir seviyeye indirmek için kullanılmalıdır (Schittich, 2001). Bu dengenin kalitesi istenmeyen sesleri azaltmak ve arzulanen sesleri geliştirmek olarak ifade edilebilir. Trafik, fabrika ve havayolu uçuşları gürültüleri kullanıcılar için rahatsız edici olabilir ancak dış ortamdaki tamamen arınmayan, konuşma için yeterli sakinlikteki ses düzeyi kullanıcıların kendilerini yönlendirmeleri ya da günün hangi saatinde olduklarını anlamaları için istenen bir arka plan sesi olabilir (Aksamija, 2013). Her mekânın işlevi ile ilgili olarak akustik kalitesini belirlemede kullanılan bir takım ölçme ve değerlendirme metodları mevcuttur. Bu değerlendirmeler neticesinde ortaya çıkacak olan değerler yapı tasarımı safhasında ele alınarak standartlarda istenen değerlerle örtüşmesi beklenir. İç mekânda akustik konforu sağlamak için görev alan tek sistem cephe sistemi değildir ancak dış duvarla birlikte cephe sistemlerinin rolü büyüktür. Aksamija'ya (2013) göre cephe sisteminin akustik performansını artırmaya yönelik uyulabilecek genel prensipler :

- Malzemelerin kütlesini arttırmak. Genel olarak, bir malzeme ne kadar büyükse, o kadar yüksek ses iletimi kaybı olacaktır.
- Malzemelerin rezonans frekansını baskın ses dalgalarıyla eşleştirmek. Ses dalgalarının frekansı malzemelerin rezonans frekansıyla eşleştiğinde, enerji absorbe olur ve daha yüksek ses iletimi kaybına neden olur.
- Hava alanlarının genişliğini arttırmak.
- Akustik kopmalar sağlamak. Termal köprüler gibi, hava alanlarında köprü oluşturan katı malzemeler ses dalgalarının bir duvar içinden geçmesine yardımcı olur. Akustik kopmalar ses aktarımını engelleyecektir.
- Opak duvardaki hava boşluklarını istenen termal ve akustik performans derecelerine sahip yalıtım malzemeleri ile doldurmak.
- Farklı materyallerin katmanlarını kullanmak. Bu, duvarda süreksizlikler yaratarak ses dalgalarının bir malzemedeki diğerine geçmesini zorlaştırır.

- Son olarak duvar montajında hava sızdırmazlığını sızdırmaz hale getirmek.

Bu prensipler opak duvarlar ile daha çok ilgilidir. Bunların yanı sıra Aksamija (2013) cam cephelerde akustik performansı arttırmaya yönelik başka stratejilerin izlenebileceğini belirtmektedir, bunlar:

- Daha kalın cam, ses dalgalarının geçmesi gereken kitleyi artıracaktır.
- Lamine cam, tek camlı pencerelerin akustik performansını artıracaktır.
- Standart hava ile doldurulmuş yalıtım camı üniteleri, tek camlı pencerelerin çoğundan daha iyi performans gösterebilir.
- 1 inç kalınlığında, hava ile doldurulmuş yalıtım ünitesinde bir veya her iki tabaka için lamine cam kullanılması akustik performansı daha da artıracaktır.
- Üçlü camlı yalıtım üniteleri, orta hafiflikte cam veya laminat bir membran ile akustik performansı daha da geliştirecektir.
- Yalıtım ünitesi cam tabakaları arasında "yumuşak" bir ayırma ile oluşturulduğunda, akustik performans geliştirilecektir.
- Dış izolasyon biriminden önemli bir hava alanı ile ayrılmış ikincil bir iç tabaka cam eklenmesi, daha iyi akustik performansa neden olacaktır.

Tahminler kabul edilebilir bir akustik konforun sağlanamayacağını gösteriyorsa, akustik panjurlar ve beyaz gürültü jeneratörleri gibi zayıflatıcı unsurlar tasarıma dahil edilebilir (De Salis ve diğ., 2002).

- **Yangın ile ilgili performans**

Yangın, hem insani kayıplar bakımından hem de yapısal olarak geri getirilemez sonuçlara sebep olabilir ve bunun için yapının içerisinde ve cephesinde oluşabilecek yangınlara yönelik yönetmeliklerle cephe tasarımına sınırlamalar getirilmiştir. Bina cephelerinde kullanılan malzeme çeşitlerinin artması yangınların da sayısını arttırmıştır (Kılıç, 2012). Özellikle cephelerde kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin yangın dayanımının yüksek olmasına ilişkin çalışmalar son yıllarda artmıştır. Cephede oluşan yangınların yayılım hızı cephe detaylarına, kullanılan malzemeye ve cephenin geometrisine göre değişiklik gösterir. Dış cephede oluşan yangınlar yangına dayanıklı malzeme kullanılmasıyla, iç hacimde çıkan yangınların dış cepheye sirayet etmemesi iki katın arasında yangına dayanıklı cephe elemanı doldurulmasıyla önlenir (Kılıç, 2012). Son yıllarda sıklıkla kullanılan giydirme cephe sistemlerinde katlar arasında yangın geçişinin önlenmesi için Şekil 3.20'de

görüldüğü gibi cephe ile kat döşemesi arasında yangına dayanıklı malzeme ile dolgu yapılması gerekmektedir.



Şekil 3.20 : Giydirme cephe sistemlerinde yangının katlar arasındaki geçişinin önlenmesi (Url-16).

Yüksek katlı yapılarda cephe yağmurlama sistemi son yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca cephede kullanılan ısı yalıtım malzemesinin mineral yün gibi yanıcı olmayan malzemelerden olması ve cephe detaylarında plastik elemanlardan kaçınılması onun yerine alüminyum cinsi malzemeler kullanılması alınabilecek önlemler arasındadır.

- **Havalandırma ile ilgili performans**

Binalardaki doğal hava değişimi açısından dış ortamla iç ortam arasında bir filtre gibi çalışan cephe sistemi önemli bir rol oynamaktadır. Sağlıklı iç ortamlar yeterli hava değişim seviyelerine dayanır, örneğin ofis alanları için, kişi başına 8 l/s'lik temiz hava sağlanması gerekir. Hem içerideki karbondioksit miktarını azaltmak hem de kullanıcılara oksijen sağlamak için havalandırma kaçınılmaz bir gereksinimdir (Zemella ve Faraguna, 2014).

Havalandırma doğal veya bina yönetim sistemiyle mekanik olmak üzere iki yolla yapılabilir. Her iki havalandırma biçiminin de avantaj ve dezavantajları vardır. Doğal havalandırma, pencereler, damlama delikleri vb. açıklıklar vasıtasıyla gerçekleşir (Zemella ve Faraguna, 2014). Doğal havalandırma esnasında dış ortam soğuk ise iç ortamda ısı kaybına neden olmayacak şekilde havalandırma yapmak önemli bir konudur (Schittich, 2001). Doğal havalandırma kullanıcıyla dış ortam arasında birebir bir ilişki kurulmasında verir ve algısal açıdan daha olumludur ancak mekanik

havalandırma kadar kontrol edilebilir değildir. Mekanik havalandırma enerji olarak fazladan bir yük getirecektir ancak bunun yanında kontrollü bir havalandırma ve gerekirse kirli havayı geri kazandırmayı sağlayacaktır (Zemella ve Faraguna, 2014).

- **Hava geçirgenliği, toz ve uçan nesnelere ile ilgili performans**

Havalandırma ve hava sızıntısının farkları iyi anlaşılmalıdır. İç ortam kalitesi bakımından cephenin havalandırma sistemine katkıda bulunması beklenmektedir ve bu durum kontrol edilebilir sistemlerle oluşturulur. Ancak hava sızıntısı cephenin detay tasarımında sürekliliğin kesildiği noktalarda veya kalitesiz bir takım yapı malzemeleri sebebiyle oluşan kaçaklardır. Aynı şekilde bu hava sızıntısına sebep olan sistemdeki kaçaklardan dışarıdan içeriye rüzgar ile birlikte toz veya bir takım istenmeyen maddeler geçebilir (Altun, 2010). Bu durumun engellenmesi sistemin tasarımından itibaren mümkündür ve uygulama aşamasında da yüksek kaliteli bir imalat ile çözülebilir.

- **Kirlenme ve bakım ile ilgili performans**

Cephe sisteminin bileşenlerinin temizlenebilir olması hem kullanıcı sağlığı bakımından hem de estetik açıdan önemlidir. Kir tutmayan malzemeler ve kolay temizlenebilen yüzeyler kullanım rahatlığı sağlar. Ayrıca cephelerin periyodik bakımının yapılabilmesi için henüz tasarım aşamasındayken birtakım önlemler alınabilir. Cepheye düzgün bakım yapılabilmesi cephenin uzun ömürlü olmasına da katkıda bulunur. Temizlik periyodu bakımından en uzun aralıkla temizlik gerektiren malzemeler doğal taş ve işlenmemiş doğal ahşaplar, daha sonra kaplamalı metal cephelerdir. En sık temizlik gerektiren malzemeler cephe camları, pencereler ve dış kapılardır. Erişilebilirlik, cephelerin temizlenmesi ve bakımı için çok önemlidir. Geniş cam yüzeylere sahip yüksek binaların bakımı için gölgeleme çıkıntıları, ızgaralar kaldırma platformları veya kafesler gereklidir. Beklenen kirliliği değerlendirirken, yerel koşulların hesaba katılması gerekir. Örneğin, emisyonları yüksek endüstriyel bir alanda veya yoğun yollarda beklenen temizleme aralıkları, sakin bir yerleşim bölgesindeki temizlik aralıklarından önemli ölçüde kısadır (Wartzeck ve diğ., 2015).

- **Güvenlik ile ilgili performans**

Cepheler bina ömrü boyunca kullanıcının güvenliğini tehlikeye düşürmeyecek şekilde tasarlanmalıdır. Bunu sağlamak için cephe tasarımında yerel

yönetmeliklerdeki boyutsal sınırlamalara uyulmalıdır. Bunun yanı sıra cephenin güvenli kullanımı açısından cepheyi oluşturan kısımların eğer varsa açılabilir kısımları güvenlik şartlarına uygun tasarlanmalıdır. Bina kullanım ömrü boyunca dayanımını kaybetmeyecek malzemeler kullanılmalı ve uygulama esnasında gerekli kontroller yapılmalıdır.

- **Sürdürülebilirlik ile ilgili performans**

İnşaat endüstrisi toprak ve maddi kaynakların kullanımı, enerjinin korunması ve emisyonların azaltılmasıyla sürdürülebilir yapı yapmaya destek olabilir. İnşaat endüstrisi, inşaat faaliyetleri, alt yapı faaliyetleri dahil olmak üzere dünya genelinde hammadde tüketiminin %50'sini oluşturmaktadır, ayrıca Orta Avrupa'da, üretilen enerjinin yaklaşık %50'si binalarımızın işletimi için kullanılmaktadır (Wartzeck ve diğ., 2015). Gezegenin enerji kaynaklarının sınırlı olduğu göz önüne alındığında, sürdürülebilir yapı yapmaya yönelik malzemelerin çıkarılmasından binanın inşasına, yıkımına ve geri dönüştürülmesine kadar ekolojik adımlar atılması önemlidir. Bu sebeple yapının tasarımı ve inşasında yapı bileşenlerinin çevresel sürdürülebilirliğe katkısı ayrı ayrı düşünülmelidir. Bu noktada yapıyı oluşturan başlıca kısımların toplam enerji ve kaynak tüketimine olan etkisine bakıldığında; cephe sisteminin sürdürülebilirlik kriterlerine göre tasarlanmasının, yapının sürdürülebilir olmasına önemli bir katkı sağladığı görülmektedir (Çizelge 3.1).

Bu noktada cephenin sürdürülebilir olmasına ilişkin iki yoldan ilerlenebilir. Bunlardan ilki cephenin oluşumu sırasında kullanılan malzemelerin gömülü karbon değerleri, ikincisi ise cephenin kullanımı sırasında enerji verimliliğine sağladığı katkı. Gömülü ve operasyonel karbondioksit değerleri yapının yerine, hammadde kaynaklarına yakın olma durumuna, taşıma ve kullanım sırasında kullanılan enerjinin hangi şekilde üretildiğine vb. sürdürülebilirlik kriterlerine göre değişiklik gösterecektir. Isıl performans açısından optimize edilmiş bir cephe kullanım esnasında ısıtma ve soğutma yükü için tüketilen için enerjiyi azaltarak çevreye ve doğal kaynaklara daha az zarar verecektir.

Çizelge 3.1 : Binanın çeşitli yerlerinde kullanılan başlıca enerji harcayan sistem çeşitleri (Wartzeck ve diğ., 2015).

Strüktürel kabuk	%55
Cephe	%25
Ara elemanlar	%20

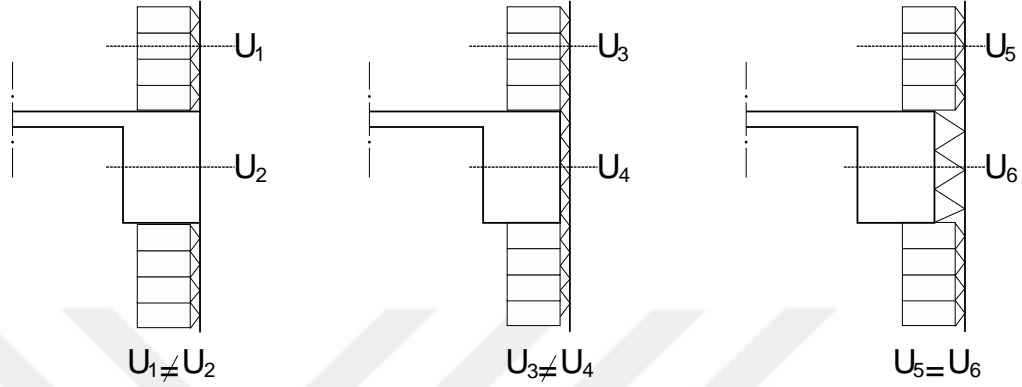
Bir malzemedeki üretim, nakliye, depolama, yerleştirme ve elden çıkarma; "gri" veya "gömülü enerji" olarak da ifade edilen enerjiyi tanımlayan, kullanılan materyallerin birincil enerji içeriği önemli bir husustur. Birincil enerji içeriği yüksek malzemeler; metal, cam veya plastik gibi çok miktarda enerji tüketen malzemelerdir. Düşük birincil enerji içeriğine sahip malzemeler; kil, jips ve kereste gibi yenilenebilir hammaddeleri içerir. Bununla birlikte, üretim sürecinde düşük seviyede somutlaşmış enerjiye sahip malzemeler, işleme veya taşıma gereksinimleri nedeniyle halen önemli ölçüde artmış bir birincil enerji içeriğine sahip olabilirler. Farklı malzemelerin cephelerini kıyaslarken somutlaşmış birincil enerjinin miktarı önemli ölçüde değişebilir. Bir tuğla cephede yaklaşık 400 KWh / m² , ahşap cephede sadece yaklaşık 80 KWh / m² birincil enerji içeriği bulunur. Bu rakamları farklı bir bağlamda değerlendirirsek; tek ailelik bir ev inşa etmek için kullanılan tuğlalar için üretilen enerji, o binada normal koşullar altında 15 yıllık bir süre boyunca kullanılan enerjiye kabaca eşittir. Bununla birlikte iki ya da üç kat daha uzun hizmet ömrünü göz önüne alırsak; ahşap cephe tuğla cepheye göre daha fazla enerji harcatarak daha elverişsiz bir alternatifte dönüşebilir(Wartzeck ve diğ., 2015).Sürdürülebilir cephe tasarımına ilişkin parametreler 4. bölümde daha ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

- **Entegrasyon ve performansların sürekliliği**

Bina ömrü boyunca cepheden beklenen performanslara ilişkin tasarımların birbirleriyle uyum içerisinde çalışması ve kendilerini sürdürmesi önemlidir. Tasarım aşamasında kullanılan malzemelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri göz önüne alınmalıdır. Öte yandan kullanılan malzeme ve detayların boyutsal uyumuna dikkat edilmelidir. Zaman içerisinde cephede bir takım deformasyonlar meydana gelecektir. Bunlar ısı kaynaklı, elastik deformasyon kaynaklı, yüklerin oturmasıyla ilgili ve rüzgar ile ilişkili olabilir(Gür, 2007). Bu deformasyonlara karşı cephe bileşenlerinin bir arada hareket etmesi tasarım sürecinde öngörülmelidir. Bu performansları yerine getiren malzeme, bileşen ve detay çözümleri entegre bir biçimde çalışmadığı takdirde cephenin kullanım ömrü dolmadan bir takım aksamalar yaşanır ve bu da cephenin öngörülen kullanım ömrünün kısılmasına sebep olur. Böylece hem kullanıcı konfor koşulları sağlanamaz hem de ekonomik olarak olumsuz sonuçlar ortaya çıkar.

Öte yandan performansların kendi içerisindeki sürekliliği de yapı elemanı tasarımında beklenen performanslardan birisidir. Şekil 3.21'deki cephe örneğinde de

görüldüğü gibi bütün bir cephe sistemi boyunca cepheden beklenen performansların kesintiye uğramaması, kesit değiştiğinde aynı konfor koşullarını sağlıyor olması beklenir. Şekilde jenerik bir dış duvar katmanlaşmasında sistem boyunca cephenin U değerinin sabit kalması istenilen durumdur. Bu duruma cephenin opak olmayan kısımlarında devam etmesi en ideal durumdur ancak bu her zaman sağlanamayabilir.



Şekil 3.21 : Jenerik dış duvar kesiti üzerinden ısı iletkenlik değerinin sürekliliği.

Cepheden beklenen diğer performanslarda da örneğin rüzgar dayanımı, termal köprüler, yangın güvenliği vb. gibi konularda da performansın sürekliliği sağlanmalıdır. Sistemde aksama olması halinde herhangi bir noktasal çözümün yaratılmış olması beklenen sonuçları vermeyecektir.

Cepheler, yapı kabuğu içerisinde özelleşmiş olan sistemlerdir. Bu sistemler binadaki neredeyse tüm alt sistemlerle fiziksel ve işlevsel bir kurgu içerisinde. Bu haliyle cephe tasarımı, yapı tasarımı içerisinde başlı başına bir konu olarak yer alır. Hem kavramsal tasarım, hem detay tasarımı, hem malzeme bilgisi, hem de enerji kullanımı cephe tasarımının alt başlıklarındadır. Cephe tasarımı ve uygulaması teknolojik gelişmelerle hızlı bir biçimde gelişmektedir. Bu durum yapının içi ve dışı arasında hem kullanıcıyla hem atmosferle bire bir ilişki örgüsü içeren cephe tasarımını karmaşıklştırmaktadır. Tıpkı yapı ve yapım faaliyetlerinin bütünü de olduğu gibi, cephe tasarımı ve uygulamasından da hem enerji korunumunu sağlaması hem de içerdiği malzemelerin çevresel dereceleri göze alınarak sürdürülebilir olması beklenmektedir.

Çalışmanın konusu olan mimari eğitiminde sürdürülebilir cephe tasarımının iyileştirilmesi ile ilgili cephe tanımı, tasarımı ve performanslarının anlatıldığı bu bölümden sonra, sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir cephe tasarımı konuları 4. Bölümde ele alınacaktır.



4. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE CEPHE TASARIMI

Bu bölümde sürdürülebilirlik kavramı, binalardaki sürdürülebilirlik kavramı ve bina sertifikasyonları, dış duvarın sürdürülebilirliği ile düşük karbonlu cephe tasarımı ve enerji verimliliği ele alınacaktır.

4.1 Sürdürülebilirlik Kavramı ve Tarihçesi

İnsanlar ilk zamanlardan bugüne kadar doğadan elde ettiği kaynakları kullanarak, kendilerine bir yapma çevre kurgulamışlardır ve kurguladıkları bu yapma çevrede yaşamlarını devam ettirmişlerdir. Dünyadaki bir takım olaylar; endüstri devrimi, makineleşmeye geçilmesi v.b. gibi durumlar insanın doğal kaynakları kullanma hızını giderek arttırmıştır. Doğal kaynakların sınırsız gibi düşünülerek tüketilmesi başlıca sorunlardan bir tanesi olmakla birlikte diğer bir sorun ise; bu kaynakların bir kısmının yenilenebilir olmamasıdır. Bu durumda doğanın kendini sürdürmesi olanaksızlaşmaya başlar. Tarım arazilerinin azalması, doğal kaynak sularının azalması ve kirlenmesi gibi durumlarla birlikte iklim de değişiklik gösteren hayati öğelerdendir. Doğal yaşamın tehdit altına girmeye başlamasıyla sürdürülebilirlik kavramı önem kazanmış ve günümüzde insanlara bir sorumluluk alanı tanımlamıştır. İnsan cinsinin bugünkü tüketim hızı devam ederse, ancak 3 tane dünyanın sürdürülebilir bir ortam sağlayabileceği iddia edilmektedir (Edwards, 2001). Bu nedenle de dünyadaki en kaynak yoğun ürünlerden biri olan binaların tasarımından sorumlu olan mimarların yeni işverenin doğa olduğu iddia edilmektedir (Yürekli, 2003). “Sürdürmek” kelimesi Türk Dil Kurumu’nun Türkçe Sözlüğü’nde “Bir durumun, bir şeyin sürmesini, olmasını sağlamak” olarak tanımlanmıştır (Url-17).

“Sürdürülebilir” kelimesi Oxford İngilizce Sözlüğü’nde;

- Belirli bir oranda veya seviyede tutulabilir.
- Doğal kaynakların tükenmesini önleyerek bir ekolojik dengenin korunması.

olarak tanımlanmıştır (Url-18).

Diğer bir İngilizce sözlük Cambridge Sözlüğü'nde "sürdürülebilir" sıfat olarak şu şekilde geçmektedir (Url-19):

- Bir süre boyunca devam edebilen.
- Çevreye az ya da hiç zarar vermez ve bu nedenle uzun süre devam edebilir.

Merriam-Webster Sözlüğü'nde "sürdürülebilir" kelimesi;

- Sürdürülebilme kabiliyeti,
- Kaynağın tüketilmediği veya kalıcı olarak hasar görmediği bir kaynak toplama veya kullanma biçimi,
- Sürdürülebilir yöntemlerin kullanılmasını içeren bir yaşam tarzı ile ilgili olma durumu olarak tanımlanmıştır (Url-20).

Sözlük tanımlamalarına bakıldığında sürdürülür olma durumu genel olarak çevresel sürdürülebilirlik ve doğal kaynaklar üzerinden tanımlanmıştır. Bu durumda sürdürülür olmanın hedefleri yapma çevreyi oluşturken kullanılan doğal kaynakların dengeli kullanımı ve ortaya çıkan zararların aza indirgenmesi olarak tanımlanabilir. Bu tanımlamalardan da anlaşılabilir gibi sürdürülebilir mimari doğal kaynaklara daha az zarar vererek daha uzun ömürlü yaşanılabilir mekanlar yaratmayı amaçlamaktadır.

Sürdürülebilirliği ele alırken yapma çevre ve doğal kaynak ikileminde değerlendirme yapılabilir. Sürdürülebilirlik, günümüz ve gelecek nesiller için ekosistem bileşenlerinin işlevleriyle birlikte devam ettirilmesi durumudur (ISO 15392, 2008). Bu tanımlamanın yer aldığı standartta sürdürülebilirlik bir yapı terimi olarak incelenmiştir ve sürdürülebilirlik stratejileri şu şekilde belirlenmiştir:

- Sürdürülebilirlik, sürdürülebilir kalkınmanın hedefidir ve sürdürülebilir kalkınma düşüncesi uygulandığında sonuç gösterebilir.
- Binaların yapımı söz konusu olduğunda sürdürülebilirlik, gelecek nesiller için ekosistem bileşenlerinin ve işlevlerinin devam ettirilmesi durumunda yapı işlerinde kullanılan servislerin, ürünlerin ve eylemlerin katkısı incelenmektedir.

- Sürdürülebilirliğin küresel anlamda bir mücadelesi yapılırken bina yapımındaki sürdürülebilirlik stratejileri yereldir ve bölgelerin içeriğine ve diğer bölgelerle ilişkisine göre değişiklikler gösterir.
- Ekosistem bileşenleri insanları ve insanların fiziksel çevrelerini içerdiği gibi hayvanları ve bitkileri de içerir. İnsani gereksinmelerini oluşturan ve insanların yer aldıkları toplumların devamı için gerekli olan çevresel, ekonomik, toplumsal ve kültürel koşullar birbirleriyle denge oluşturmalarıdır (ISO 15392, 2008).

Standartta belirlenen strateji ve tanımlamalar doğrultusunda sürdürülebilirliğin ekonomik, toplumsal ve çevresel olarak devam ettirilmesi durumunda hedefe ulaşabileceği anlaşılmaktadır. Bu durumda mimari tasarımda çevresel sürdürülebilirliğin gözetilmesi gerekmektedir ve buna yönelik çalışmaların artırılması doğal kaynakların korunması ve çevresel zararın aza indirilmesi açısından kaçınılmazdır.

Sürdürülebilirlik kavramının günümüzdeki halini almasında küresel olarak yapılan ortak çalışmalar ve konferanslar önemli bir gelişim sürecini tariflemektedir. Bunlardan ilki 1972 yılında gerçekleştirilen Stockholm Konferansı'dır. Birleşmiş Milletler'in düzenlediği uluslararası çevre konularındaki ilk büyük konferans ve uluslararası çevre politikalarının gelişiminde bir dönüm noktası olan konferansın sonucunda İnsan Çevresi isimli ortak bir bildiri yayınlanmıştır ve 109 adet öneri içeren bildiri hazırlanmıştır. Bu konferansta sürdürülebilirlik kavramına direkt olarak değinilmemiştir ancak uluslararası platformda doğal çevrenin korunması, sosyal eşitlik ve ekonomik dağılıma değinilmiştir. Stockholm Konferansı bundan sonraki süreçte yapılacak olan çalışmalara bir temel oluşturmuştur.

Stockholm Konferansı'ndan sonra sanayileşmenin hızlanmasıyla dünya genelinde enerji arayışı bir kriz haline gelmiştir ve Stockholm Konferansı'ndaki bir çok maddeye sadık kalınmamıştır. 1987 yılında Montreal Protokolü gerçekleştirilmiştir. Bu protokole başta klorflorkarbon (CFC) gazı olmak üzere ozon tabakasında tahribata yol açan zararlı bir çok gazın kullanılmasının önlenmesinin gerektiği vurgulanmıştır. Türkiye; protokole 19 Aralık 1991 tarihinde taraf olmuştur ve tüm değişikliklerini kabul etmiştir.

“Sürdürülebilir kalkınma” kavramı ise ilk kez, 1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu’na hazırlanan Brundtland Raporu’nda "Bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşakların gereksinimlerini karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılayan kalkınma" olarak tanımlanmıştır. Bu raporla gereksinme kavramının dünyadaki fakirliği ortadan kaldırmak olduğu ve gelecek nesillerin ihtiyacının karşılanmasında teknolojinin ve sosyal örgütlerin çevre üzerindeki etkilerinin kısıtlanması gerektiği vurgulanmıştır.

Stockholm Konferansı’nın gözden geçirilmesi için ve gelinen noktayı değerlendirmek için 1992 yılında –Stockholm Konferansı’ndan 20 yıl sonra- Birleşmiş Milletler Rio Zirvesi’nde bir araya gelmişlerdir. Rio Zirvesi’nin sonunda katılımcı ülkeler 21. Yüzyıl’a yönelik “Gündem 21” başlıklı eylem planı ortaya koymuşlardır. Gündem 21, kalkınma ve çevre arasında denge kurulmasını hedefleyen “sürdürülebilir gelişme” kavramının yaşama geçirilmesine yönelik, küresel uzlaşmanın ve politik taahhütlerin en üst düzeydeki ifadesi olan bir eylem planıdır. 1992 Rio Yeryüzü Zirvesi’nde “sürdürülebilir kalkınma”, tüm insanlığın 21. yüzyıldaki ortak hedefi olarak benimsenmiş ve bu doğrultuda, 21. yüzyılda çevre ve kalkınma sorunlarıyla başa çıkılmasına ve sürdürülebilir kalkınma hedefine ulaşılmasına yönelik ilkeleri ve eylem alanlarını ortaya koyan “Gündem 21” başlıklı Eylem Planı, Zirve’nin temel çıktısı olarak, BM üyesi ülkelere kabul edilmiştir (Url-21).

Kyoto Protokolü, küresel ısınmayı ve iklim değişikliğini ele alır ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi içinde 1997’de imzalanmıştır. Bu tarihten itibaren 8 yıl yürürlüğe girememiştir. İmzalandığı tarihte sözleşmeyi onaylayan ülkelerin 1990 yılındaki atmosfere saldıkları toplam karbon miktarının yeryüzündeki toplam emisyonunun %55’iolması gerektiği için; 2005’te Rusya’nın katılımıyla bu değer sağlanarak sözleşme yürürlüğe girebilmiştir. Protokolü imzalayan ülkeler, karbondioksit ve sera etkisine neden olan gazların salınımını azaltmaya veya bunu sağlayamadıkları takdirde karbon ticareti yoluyla haklarını arttırmaya söz vermişlerdir. Protokolde sözü geçen sera gazları şunlardır: karbondioksit (CO₂), metan(CH₄), nitroz oksit(N₂O), hidrofluorokarbonlar (HFCs), perfluorokarbonlar (PFCs), kükürt heksaflorür (SF₆)(Kyoto Protokolü, 1997).

Johannesburg zirvesi (26 Ağustos – 4 Eylül 2002), katılımcılar arasında Türkiye’nin ilk defa yer aldığı zirvedir. Bu zirvede daha önce belirlenen küresel ölçekteki

önlemler lokalize edilerek, yerel yönetimlerin yaptırımları güncellenmiştir. Zirve sonucunda iki önemli temel belge ortaya çıkmıştır. Uygulama Planı ve Siyasi Bildiri bu iki belgedir. Uygulama Planı yenilenebilir enerji, kimyasallar, doğal kaynaklar ve iklim gibi konuları ele almıştır ve 4 Eylül 2002’de kabul edilmiştir (Ağca, 2002). Ağca (2002), Uygulama Planı’nda ülkemiz için önem taşıyan konuların doğal kaynakların korunmasında ekosistem yaklaşımı ve yenilenebilir enerji kaynakları olduğunu belirtmiştir. Türkiye’de yapılacak çalışmalar için zirve yol gösterici olmuştur.

Bu tarihten sonra, 1992 yılında yapılan Birleşmiş Milletler (BM) Çevre ve Kalkınma Konferansı’nın (UNCED) 20. yıldönümü ve 2002’de Johannesburg’da yapılan Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi’nin (WSSD) 10. yıldönümünde yine Brezilya’nın Rio de Janeiro kentinde Rio+20 Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı yapılmıştır. Bu konferansta, sürdürülebilir kalkınma ve yoksulluğun azaltılması çerçevesinde yeşil ekonomi ve sürdürülebilir kalkınmanın kuramsal çerçevesi tartışılmıştır. Daha önce yayınlanan bildirimler bir kez daha onaylanmış ve sonuçta İstedığımız Gelecek (Future We Want) adlı sonuç bildirgesi yayınlanmıştır (Url-22). T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü; iyi arazi yönetiminin ekonomik ve sosyal yönünün, özellikle ekonomik büyümeye sürdürülebilir tarım ve gıda güvenliğine, yoksulluğun ortadan kaldırılmasına, kadınların güçlendirilmesine ve iklim değişimine sağladığı katkının farkına varıldığı bildirgede, arazi bozulmasını tersine çevirmek için acil bir eyleme ihtiyaç olduğu vurgulandığını belirtmektedir (Url-22).

4.2 Bir Endüstri Ürünü Olarak Bina

Bina tanımlamaları bir önceki bölümde geniş bir biçimde ele alınmıştır. Burada tekrar değinilmesi gereken nokta binanın tüm alt sistemleriyle birlikte mikrodan makroya çift taraflı entegre bir biçimde çalışan bir sistem arz etmesidir. Bu sistem tıpkı endüstriyel bir ürün gibi oluşumu sırasında bir takım girdilere ve çıktılara sahiptir (Şekil 4.1).

GİRDİLER		ÇIKTILAR
Yapı malzemeleri	BİNA	Kullanılmış malzemeler
Enerji		Yan ürünlerin yanması
Su		Atık su kanalizasyonu

Tüketim ürünleri		Geri dönüşümlü malzemeler
Güneş ışınları		Isı israfı
Rüzgar		Kirli hava
Yağmur		Yer altı suyu

Şekil 4.1 : Binanın yaşam döngüsü boyunca kaynak akışı(Kim ve Rigdon, 1998).

Yapının yaşam dönemi dört aşamada değerlendirilmektedir:

1. Yapının tasarım ve inşa sürecini kapsayan üretim aşaması.
2. Yapının işletim ve bakımını kapsayan kullanım aşaması.
3. Yapının üretim sürecine paralellik gösteren yenileme, iyileştirme ve geri kazanım aşaması .
4. Malzemelerin ve bileşenlerin yeniden kullanımını veya atılmasını kapsayan yapının yıkım aşaması (Williamson ve diğ., 2003).

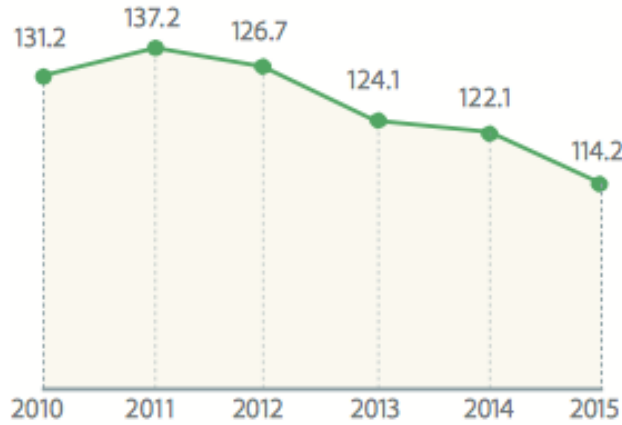
Bu dört aşamada da enerji tüketimi ve buna bağlı olarak da atık üretimi söz konusudur. Bu bağlamda yapıyı tıpkı bir endüstri ürününe benzetmek yanlış olmayacaktır. Ölçek farklılıkları üretimde kullanılan enerjinin ve üretim sırasında çevreye verilen zararın farkını arttırıp, azaltmaktadır. Yapı endüstrisi de dünyada doğal kaynakları en çok kullanan ve en çok atık oluşumunu yaparak çevreye en çok zarar veren alandır. Bu sebeple yapının yaşam dönemindeki her süreçte çevresel hesaplamalar malzeme ve enerji bazında yapılarak bir takım standart ve yönetmeliklerle kontrol altına alınmaya çalışılmıştır. Bu konuyla ilgili sertifika sistemleri geniş bir alan oluşturmuştur.

Günümüzde endüstriyel üretim firmaları ürettikleri ürünlerin çevresel etkilerini belirtmek ve bunların zaman içerisinde güncellemelerini yapmakla yükümlüdürler. Örneğin bir akıllı telefon üreticisi ya da otomotiv sektöründeki firmalar üretimlerinin yenilikçi yaklaşımlarla yapıldıklarını vurgularken, karbon ayak izini azaltmaya, çalışan ormanları korumaya ve sürdürülebilirliklerini sağlamaya, güneş enerjisi kullanımının arttırılmasına yönelik çalışmalarını ileri aşamaya taşıma çabalarını aktarmaktadırlar.

Apple firması Çevresel Sorumluluk 2016 İlerleme Raporu'nda karbon emisyonlarının azaltılmasının gezegene birden fazla şekilde yardımcı olacağı belirtilerek tesislerdeki enerji, karbon, atık ve su verilerini, ürün ömrü karbon ayak izini ve paketlenme ürünlerindeki kağıt ayak izini azaltmaya yönelik hesaplamalarını

ve sonuçlarını beyan etmektedir. Şekilde görüldüğü gibi ürün başına düşen karbon emisyonlarını 2010 yılından 2015 yılına kadar giderek düşürdüklerini beyan etmektedirler (Şekil 4.2) (Environmental Responsibility Report, 2016).

Aynı şekilde otomotiv sektöründe de karbon emisyon test sonuçlarının önemini 2015 yılında yaşanan Volkswagen markası ile ilgili skandal olarak nitelendirilen süreçten anlayabiliriz. Bu süreçte Kaliforniya Hava Kaynakları Kurumu ve Çevre Koruma Birliği'nin ortak yürüttüğü soruşturmanın test sonuçlarına göre araçların hem laboratuvar ortamında hem de seyir halindeki emisyon oranlarının Volkswagen tarafından deklare edilen oranlardan yüksek olması sebebiyle –hileli test yazılımı kullanmak suretiyle- ABD ve Kanada Hükümetleri Volkswagen Grup'u çevre kirliliğine sebep olan araç üretmekten, hileli ve yanıltıcı yöntemlere başvurmaktan, son kullanıcı ve hükümetleri kandırıcı eylemlerden suçlu bularak araç başına 37.500 Amerikan Doları ödemek suretiyle maddi ceza yaptırımını uyguladı (BBC, 2015).



Şekil 4.2 : Ürün başına düşen karbon emisyonu (Environmental Responsibility Report, 2016).

Endüstriyel üretimin farklı ölçeklerinde bu yaklaşım ve bilinç söz konusuysen; dünya kaynaklarının ve enerji tüketiminin büyük bir yüzdesini oluşturan, çalışmanın konusu olan yapım faaliyetlerinde ve alt başlıklarında bu yaklaşımın benimsenmesi ve buna ilişkin çalışmaların yapılması kaçınılmazdır. Bu sebeplerle tüm devletler kendi sertifika sistemlerini geliştirmek ve bu sistemlerin pazarda uygulanabilir olmasını sağlamak amaçlı çalışmalar yürütmektedir. Yapı bazındaki sürdürülebilirlik ve enerji verimliliğine ilişkin değerlendirme sistemleri alt başlıkta açıklanmaktadır.

4.3 Sürdürülebilirlik ve Bina Sertifikasyonları

Sürdürülebilirliğin ekonomik, çevresel ve toplumsal kollarının birlikte çalışmasının kaçınılmaz olduğu yapılan tüm uluslararası çalışmalarda ortaya konulmuştur. Yapı sektörü ve mimarlık pratiği bu her üç alanı da içerisinde barındırarak ürün veren disiplinlerdir. Bu durumda ortaya çıkan ürün ister bir yapı malzemesi olsun ister yapının kendisi olsun her ölçekte sürdürülür olmasının sağlanması ve sürdürülür olup olmadığının kontrolü bir takım alt başlıklar doğurmaktadır. Bu değerlendirme kriterleri de çevresel sürdürülebilirliğin temelini oluşturan dünyadaki doğal kaynaklar ve enerji kullanımı ile doğrudan ilgilidir.

Özellikle 1990'lı yıllarda binaların 'yeşilliğini' ölçmeye yönelik geliştirilen bir dizi yöntem yapı malzemelerinin gömülü ve operasyonel çevresel etkilerini hesaba katarak çok detaylı ve yüksek düzeyli bir değerlendirme yapmayı sağlar (Cole, 1998). Bu değerlendirme sistemlerinin arasında BREEAM, BEPAC, LEED ve GBA gibi çevresel değerlendirme yöntemleri vardır.

Bina çevresel değerlendirme yöntemi; belli bir ölçüt setine göre bir binanın çevresel performansının değerlendirilmesidir. Tipik olarak üç ana bileşenden oluşur:

- Mantıksal bir çerçevede düzenlenen, çevresel performans kriteri seti – **kurgu**,
- Belirli bir performans seviyesine ulaşarak elde edilebilen her performans sorunu için puanlama olanağı sağlayan bir dizi olası puan veya kredinin atanması – **puanlama**,
- Bir bina veya tesisin çevresel performansının toplam puanını gösteren bir araç – **çıktı**.

1990 yılında ortaya çıkan BREEAM değerlendirme sistemini diğer programlar takip eder. Genel olarak aynı amaca ve araştırmaya yönelik olan bu programlar zaman içerisinde araştırmanın ve ölçülendirilmenin derinleştirilmesiyle farklı şekiller almıştır (Cole, 2003). Bu programların şekillenmesinde en önemli etkenlerden birisi de piyasa şartlarına uygunluğu, uygulanabilirliği ve sonuçlarının derecelendirilmiş olmasıdır. Ülkeler yıllar içerisinde kendi lokal ihtiyaç ve şartlarına göre kendi yeşil bina değerlendirme sistemlerini geliştirmişlerdir. Dünya genelinde kullanılan ülkelere göre yeşil bina değerlendirme sistemleri çizelge 4.1'de verilmiştir (Kobaş, 2011).

Çizelge 4.1: Farklı ülkelerde kullanılan yeşil bina değerlendirme sistemleri.

Ülke	Kullanılan Değerlendirme Sistemleri
Almanya	DGNB, CEPHEUS
Amerika Birleşik Devletleri	LEED, Living Building Challenge, Green Globes Build it Green, NAHB NGBS, IGCC
Avustralya	Nabers, Green Star
Birleşik Arap Emirlikleri	Estidama
Birleşik Krallık	BREEAM
Brezilya	AQUA, LEED Brasil
Çin Halk Cumhuriyeti	GBAS
Filipinler	BERDE
Fransa	HQE
Güney Afrika	Green Star SA
Hindistan	GRIHA
Hollanda	BREEAM Netherlands
Hong Kong	HKBEAM
İspanya	VERDE
İsviçre	Minergie
İtalya	Protocollo Itaca
Japonya	CASBEE
Kanada	LEED Canada, Green Globes
Malezya	GBI Malaysia
Meksika	LEED Mexico
Pakistan	IAPGSA
Portekiz	Lider A
Singapur	Green Mark
Yeni Zelanda	Green Star NZ

Yeşil bina değerlendirme sistemlerinin ilki olan BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology / Bina Araştırma Kuruluşu Çevresel Değerlendirme Metodolojisi), İngiltere'nin koşullarına göre geliştirilmiş olduğu için başka ülkelerde uygulanmasında zorluklar meydana gelmiştir. Bu sebeple BREEAM'in başka ülkelere göre versiyonları giderek artmıştır. BREEAM master plan projeleri, altyapı ve üstyapı (binalar) için sürdürülebilirlik değerlendirme yöntemidir. BREEAM değerlendirme sisteminde bina türleri ve alt başlıkları tabloda verilmiştir.

BREEAM bina değerlendirmelerini 10 alt kategoride yapar, bunlar: işletme, sağlık ve refah, enerji, ulaşım, su, malzeme, atık, arazi kullanımı ve ekoloji, kirlilik, inovasyon başlıklarıdır. İnovasyon kategorisi getirilen yenilik ve örnek performansları göstermek için her değerlendirme kategorisinde verilen kredilerdir. Bu başlıkların tüm yapılar için ortak değerlendirme sistemine etkilerinin oranları izelge 4.2’de verilmiştir (Breeam, 2016).

BREEAM derecelendirmeleri, kategorilerin belirli bir yüzdesi elde edilerek belirlenir. Nitelik kazanmak için binaların en azından% 30'luk bir puan almaları gerekir (Breeam, 2016). Bu değerlendirme sonucunda alınan dereceler; %30’un altı; geçersiz, %30 - %45 arası; geçer, %45 - %55 arası; iyi, %55 - %70 arası; çok iyi, %70’in üzeri; mükemmel, %85’in üzeri; üstün şeklindedir.

Çizelge 4.2: Ortak proje türleri için BREEAM bölüm ağırlıklandırmaları (Breeam, 2016).

Çevresel kategori	Ağırlık	evresel kategori	Ağırlık
İşletme	12.00%	Malzeme	12.50%
Sağlık ve Refah	14.00%	Atık	7.50%
Afet	1.00%	Arazi kullanımı ve ekoloji	10.00%
Enerji	19.00%	Kirlilik	6.50%
Ulaşım	8.00%	Toplam	100.00%
Su	6.00%	İnovasyon (ek olarak)	10.00%

BREEAM her yıl güncellenmesine rağmen İngiltere haricindeki Amerika Birleşik Devletleri başta olmak üzere bazı başka ülkelerde yaygın kullanılan bir sertifika sistemi değildir (Fowler ve Rauch, 2006).

Amerika Birleşik Devletleri başta olmak üzere başka bir çok ülkede de kullanılan LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) sertifika sistemi Amerikan Yeşil Binalar Konseyi tarafından ilk defa 1998’de inşaat sektörünün sürdürülebilirlik konusunda kendisini geliştirmesi amacıyla ortaya çıkmıştır ve amacı kullanılan malzeme ve yöntem bakımından günümüz inşaat sektörüne daha sürdürülebilir prensipler kazandırmak, böylece de binaların doğaya daha az zarar vermesini sağlamaktır (Somalı ve Ilıcalı, 2009). Uluslararası derecelendirme sistemleri içerisinde dünyada en yaygın kullanılan LEED, bina ve kent ölçeğinde çevresel sürdürülebilir tasarım, inşaat ve işletme kriterlerini ortaya koymaktadır. LEED sertifika sistemi de BREEAM gibi kategorilere ayrılmıştır. İçerisinde bölgesel

gelişim kategorisinin de verildiği çizelge 4.3'ten anlaşılacağı gibi bir çok bina tipolojisini LEED sistemiyle değerlendirmek mümkündür (Url-23).

Çizelge 4.3: LEED değerlendirme sistemi alt başlıkları (Url-23).

Yeni Binaların Tasarımı ve Yapımı	Yeni yapılar Bina çekirdeği ve kabuğu Veri merkezleri Hastane ve sağlık yapıları
Yeni Binaların Tasarımı ve Yapımı	Otel ve konaklama yapıları Ticari satış yapıları Okullar Depo ve dağıtım merkezleri Konutlar
Mevcut Binaları İşletme ve Bakımı	Mevcut yapılar Veri merkezleri Otel ve konaklama yapıları Ticari satış yapıları Okullar Depo ve dağıtım merkezleri
İç Mekan Tasarımı ve Yapımı	Ticari iç mekanlar Otel ve konaklama mekanları Satış mekanları
Bölgesel Gelişim	Plan Yapılı çevre

LEED, sürdürülebilir binayı aşağıdaki değerlendirme başlıklarında inceler:

1. Sürdürülebilir araziler,
2. Suyun etkin kullanımı,
3. Enerji ve atmosfer,
4. Malzeme ve kaynaklar,
5. İç mekan çevre kalitesi,
6. Lokasyon ve bağlantılar,
7. Farkındalık ve eğitim,
8. Tasarımda yenilik,
9. Yerel öncelik .

LEED, sistem olarak BREEAM ile ortak değerlendirme kriterlerine sahiptir. Çizelge 4.5'te verilen ağırlıklı kategoriler incelendiğinde BREEAM'ın LEED'e göre daha çevresel konulara hassasiyet gösterdiğini, LEED'in ise kullanıcı gereksinimlerine ağırlık verdiğini görebiliriz.

LEED sertifika dereceleri:

- 40–49 puan arası: Sertifikalandırılmış,
- 50-59 puan arası: Gümüş,
- 60-79 puan arası: Altın,
- 80 puan ve üzeri : Platin şeklindedir.

Çizelge 4.4: LEED kategori puan ve ağırlık yüzdeleri (Url-23).

Kategori	Yeni Yapılar		Mevcut Yapılar	
	Puan	Yüzde	Puan	Yüzde
Sürdürülebilir Arazi	26	23,64%	26	23,42%
Su Kullanımı	10	9,09%	14	12,61%
Enerji ve Atmosfer	35	31,82%	36	32,43%
Malzeme ve Kaynaklar	14	12,73%	10	9,01%
İç Ortam Kalitesi	15	13,64%	15	13,51%
Tasarımda Yenilik	6	5,45%	6	5,41%
Yerel Öncelik	4	3,64%	4	3,60%
Toplam	110		111	

LEED performans kredi sistemi, potansiyel çevresel etkilere ve her bir kredinin insani faydalarına dayalı puan tahsis etmeyi amaçlar. Çizelge 4.4'te görülen bu krediler Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı'nın Kimyasal ve Diğer Çevresel Etkileri Azaltma ve Değerlendirme Araçları (TRACI) ve Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST) tarafından geliştirilen çevresel etki ağırlıklandırma şemasının çevresel etki kategorileri kullanılarak oranlandırılmıştır (Url-23).

Görüldüğü gibi yeşil bina değerlendirme sistemleri bir paket halinde kriterleri ve sonuçları bir süreç haline getiren, çevre dostu yenilikleri destekleyen ve yaygın kullanılabilirliğinin artması için kendisini yenileyen sistemlerdir. Tüm çevre dostu sistemlerin hem doğal kaynakların daha az kullanılması hem de kullanılan enerji sisteminin sonucunda doğaya daha az zarar verilmesine yönelik olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5: LEED ve BREEAM'in kıyaslaması (Somalı ve Ilıcalı, 2009).

	LEED	BREEAM
Genel		
Enerji tasarrufu	✓	✓
Bina kullanım kılavuzu hazırlanması		✓

Çizelge 4.5 (devam) : LEED ve BREEAM'in kıyaslaması (Somalı ve Ilıcalı, 2009).

	LEED	BREEAM
Arazinin tekrar kullanımı veya rehabilite edilmiş arazi	✓	✓
İşletmede atıkların geri dönüşümüne yönelik alanlar ayrılması	✓	✓
Yeşil alan maksimizasyonu	✓	
Isı adalarının azaltılması	✓	
Elektro-mekanik Sistemler		
Sistematik devreye alma (Commissioning)	✓	✓
Minimum aydınlatma seviyeleri		✓
Aydınlatma konfor öğeleri	✓	✓
Taze hava seviyeleri	✓	✓
Termal konfor öğeleri	✓	✓
Enerji tüketiminin gözlenmesi	✓	✓
Işık kirliliğinin azaltılması	✓	✓
Saha dışı yenilenebilir enerji kullanımının teşvik edilmesi	✓	
Yenilenebilir enerjilerin saha içinde kullanılması	✓	✓
Su tasarrufu		
Su tasarrufu sağlayan vitrifiye kullanımı	✓	✓
Sızıntı sensörleri		✓
Su tasarruflu peyzaj kullanımı	✓	
Su tüketiminin gözlenmesi	✓	✓
Çevre Kirliliği		
CO ₂ salınımının azaltılması hesaplamaları		✓
İnşaat sırasındaki kirliliğin önlenmesi	✓	✓
Arazinin ekolojik değerinin hesaplanması		✓
Isı taşıyıcı akışkanların ozon tabakasına etkisinin azaltılması	✓	✓
NO _x emisyonlarının azaltılması		✓
Yalıtım malzemelerin küresel ısınmaya etkilerinin azaltılması		✓
Sel riskinin azaltılması	✓	✓
Malzeme		
Sürdürülebilir malzeme seçimi	✓	✓
Geri dönüştürülen malzeme seçimi	✓	✓
Bina iskeletinin ve kabuğunun tekrar kullanımı	✓	✓
Yöresel malzeme temini	✓	
İnsan Sağlığı ve Refahı		
Akustik performans		✓
Düşük uçucu organik bileşenli malzeme kullanımı	✓	
Gün ışığı uygulamaları ve kamaşmayı önleyici uygulamalar	✓	✓
Yüksek frekanslı aydınlatma		✓
İç mekanda hava kirliliğinin önlenmesi	✓	✓

Çalışmada kullanılan cephe performansını ölçme ve sürdürülebilirliğin artmasına ilişkin çalışmada da yeşil bina değerlendirme sistemlerinde kullanılan enerji ve malzemeye yönelik kriterler yapı elemanı bazında ele alınmıştır. Bu kapsamda Uygulama Projesi Stüdyosunda yaptığımız çalışmada kullanılan cepheye yönelik sürdürülebilirlik ölçme kriterleri 5. bölümde ele alınmıştır.

4.4 Sürdürülebilir Cephe Tasarımı

Binalar hem çok enerji tüketirler, hem de bu enerjiyi sağlamak için fosil yakıtların yakılmasından dolayı önemli derecede CO₂ emisyonuna neden olurlar. Filippin (2000); yapılan araştırmaların, dünyanın CO₂ emisyonlarının üçte birinden daha fazlasının, binaların enerji talebini karşılamak için fosil yakıtların yanmasından kaynaklandığını gösterdiğini belirtmiştir. Bu nedenle binaların sürdürülebilir yaklaşımla tasarlanması, yapılması, kullanımı ve yok edilmesi hem CO₂ emisyonlarının azaltılmasında hem de yenilenemez enerji kaynaklarının korunmasında önemli bir rol oynar (Lee ve Yik, 2004). Bunz ve diğ.'ne göre (2006) binaların sürdürülebilir olmasının sağlanmasında en önemli aşama tasarım aşamasıdır; bu aşamada enerji tüketimi değerlendirmeye alınıp ne kadar tedbir alınırsa yapım ve kullanım aşamasında bina o kadar çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlar.

Sürdürülebilir bina tasarımının en önemli alt başlıklarından birisi yapı kabuğunun sürdürülebilir olmasıdır. Çünkü yapı kabuğu iç ve dış arasındaki bariyer görevini üstlenmektedir; bu durum enerjiye ilişkin parametrelerde cephe tasarımını birinci sırada önemli yapar. Sürdürülebilir bina cephesi tasarımında iki önemli nokta vardır. Bunlardan ilki cepheyi oluşturan malzemelerin düşük karbon izine sahip olması diğeri de binanın kullanımı esnasında cephenin iklimsel konforu sağlarken düşük enerjiye ihtiyaç duyulacak şekilde tasarlanmasıdır.

4.4.1 Düşük karbonlu cephe tasarımı

Binanın yaşam döngüsü evrelerinden olan yapım, kullanım ve yok etme aşamalarının her birinde yapı malzemesi yapının sürdürülebilirliğini doğrudan etkiler. Yapı malzemelerinin sürdürülebilir olması, bir araya geldiklerinde oluşan bütünü de daha sürdürülebilir olmasını sağlar. Yapı malzemelerinin temini, imalatı, proje alanına taşınması ve ömrünün sonunda yok edilmesi veya geri dönüştürülmek üzere

değerlendirilmesi, toplamda önemli oranlarda enerji ve doğal kaynakların kullanımına sebep olur. Örneğin yapılan son istatistiklere göre Birleşik Krallık'ın CO₂ emisyonunun %10'unun, yapı malzemelerinin üretimi ve taşınması için yapılan aktiviteler ile ilgili olduğunu gösteriyor ve bu da tüketilen malzeme miktarının ülkedeki her kişi için kişi başı yaklaşık 6 ton civarında olmasıdır (Breckland Council Report, 2004). Sürdürülebilir yapının ana hedeflerinden biri, kaynakların uzun vadeli bir perspektifle en iyi şekilde kullanılmasıdır ve birincil kaynaklar malzeme, enerji, su ve topraktır (Kohler ve Chini, 2005).

İnşaat sektöründeki gelişmelerin sonucunda ortaya çıkan çevresel etkileri saptamak için bir takım yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden bir tanesi yaşam döngüsü değerlendirmesidir (Life cycle assesment). Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO – International Standart Organization) tarafından hazırlanan ISO 14040 (2006) standartında yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD), bir ürünün üretim, kullanım, kullanım ömrü sonrasındaki arıtma, geri dönüşüm ve nihai bertaraf ile hammadde edinimine kadar olan yaşam döngüsü boyunca çevresel yönleri ve potansiyel çevresel etkileri ele alır. ISO 14040 (2006) standartında belirtildiği üzere değerlendirme 4 aşamadan oluşur (Şekil 4.3):

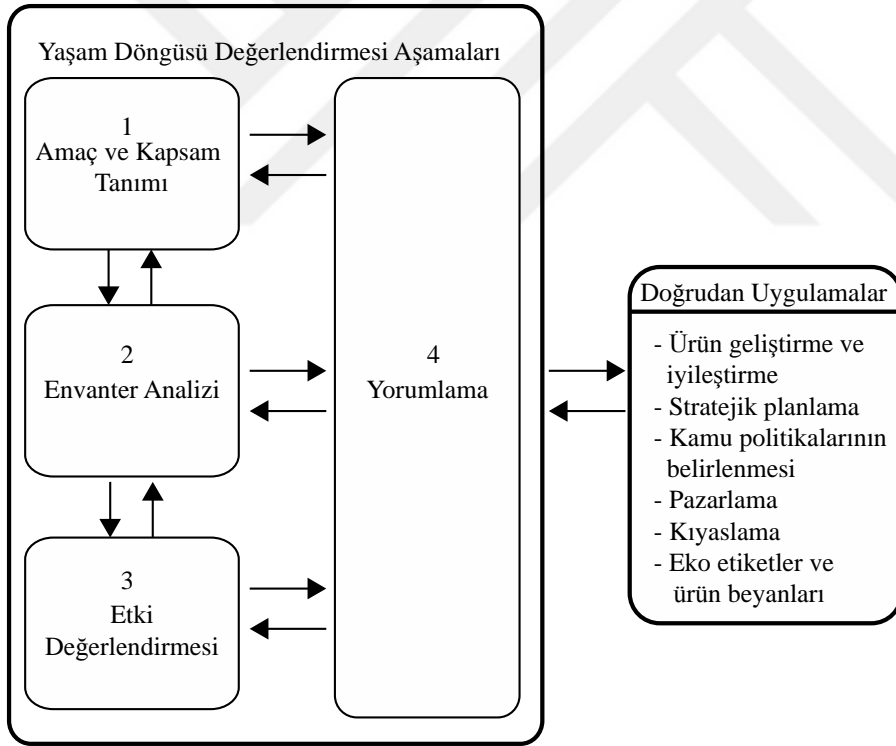
1. Amaç ve kapsamın tanımı: Çalışmanın sınırı ve ayrıntı seviyesi kullanım amacına göre belirlenir.
2. Envanter analizinin yapılması: Çalışılan sisteme ilişkin girdi / çıktı verisinin bir envanterinin oluşturulmasıdır. Tanımlanan çalışmanın amaçlarını karşılamak için gerekli verilerin toplanmasını içerir.
3. Etki değerlendirmesi: Üretilen ürünün çevresel etkilerini daha iyi anlamak, kategorize etmek ve sayısallaştırmada sisteme katkı sağlar.
4. Yorumlama: Son aşama olan yorumlama aşamasında sonuçlar özetlenir ve hedefe uygun olarak karar vermek adına tavsiyeler verilir.

YDD beşikten mezara yaklaşımıyla ürünleri ve süreçleri ele alan bir sistemdir. Bu yaklaşımın aşamaları; hammaddenin elde edilmesi, üretimi, nakliyesi, tüketimi, bertarafı ve geri kazanımıdır. YDD kaynak tüketiminin ve çevresel salınımların azaltılmasını, sosyal etmenlerin iyileştirilip geliştirilmesini ve ekonomik ve çevresel faktörler arasındaki pozitif bağları kurmayı amaçlayan bir sistemdir.

Dünya'da yapı malzemelerini YDD yöntemine dayalı olarak değerlendiren ve

BREEAM, LEED, CASBEE gibi yeşil bina değerlendirme sistemlerinin alt başlığında niteliğinde EPD (Environmental Product Declaration – Çevresel Ürün Bildirimi), Green Guide To Specification gibi yeşil malzeme değerlendirme araçları vardır. Bu araçlar yeşil bina değerlendirme sistemlerinin malzeme kriterlerinin değerlendirme aşamasında kullanılır.

Sürdürülebilir cephe tasarımı için kullanılacak olan malzemeler tasarım aşamasında araştırılmalı ve etkileri karşılaştırılarak tasarıma dahil edilmelidir. Mimarların bina tasarımında sürdürülebilir tasarım ilkelerini uygulamaya başlamasının en kolay yolu, çevreci sürdürülebilir yapı malzemelerinin dikkatle seçilmesidir (Godfaurd ve diğ., 2004). Godfaurd (2004), doğal malzemelerin, insan yapımı malzemelere kıyasla, gömülü enerji ve toksisitede daha düşük olduğunu, daha az işlem gerektirdiğini ve çevreye daha az zararlı olduğunu belirtmektedir. Bu malzemelerin bina bileşenlerinin bünyesinde kullanılması bileşeni de daha sürdürülebilir hale getirmektedir.



Şekil 4.3 : Yaşam döngüsü değerlendirmesinin aşamaları ve kurgusu (ISO 14040, 2006).

Yaşam döngü değerlendirmelerinin incelenmesi bu noktada detay tasarımı yapan herkes için noktasal malzeme seçiminde çok pratik bir yol olmayabilir (Anink ve

diğ., 1996). Malzemelerin çevresel etkilerini kontrol etmek için EPD'ye (Çevresel Ürün Bildirimi) başvurulabilir.

Çevresel Ürün Bildirimleri için ilgili standart, ISO 14025 olup, standartta "tip III çevre bildirimleri" olarak geçmektedir. Çevresel Ürün Bildirimi, ürünlerin yaşam döngüsü, çevresel etkileri hakkında şeffaf ve karşılaştırılabilir bilgiler veren bağımsız olarak doğrulanmış ve tescilli bir belgedir. Bir ürün için bu bildirimde sahip olmak, beyan edilen ürünün diğer alternatiflerden daha üstün olduğunu göstermez; bu sadece yaşam döngüsü çevresel etkisinin şeffaf bir bildirimidir (Url-24). Çalışmada analiz edilen cephelerin malzemelerinin gömülü karbondioksit değerlerine ilişkin hesaplamalarda ilgili malzemenin Çevresel Ürün Bildirimindeki değerler esas alınmıştır.

Sürdürülebilir yapı ve detay tasarımında tasarımcının kolay yoldan çevre dostu malzeme seçeneklerine ulaşmasını öngören çalışmardan bir tanesi Anink (1996) tarafından geliştirilmiş olan malzeme seçiminde çevresel tercih yöntemidir. Anink, piyasadaki mevcut ürünleri karşılaştırarak bina içerisindeki her bir yapı elemanı için tercih sıralaması oluşturmuştur. Maliyet ve estetik parametreleri bu çevresel malzeme seçim çalışmasına etki ettirilmemiştir. Çalışmanın yöntem kısmında anlatılacak olan öğrenciler için geliştirilmiş ve onlara sunulmuş olan sürdürülebilir malzeme seçim föyü Yaşam Döngü Değerlendirmeleri esas alınarak, Anink'in Hollanda için geliştirmiş olduğu çevresel malzeme seçim kriterlerinin İstanbul'a uyarlanmasıyla oluşturulmuştur. Bu değerlendirmede göz önünde tutulan kriterler şunlardır:

- Hammadde yetersizliği,
- Hammaddenin çıkartılmasından kaynaklanan ekolojik hasar,
- Her aşamadaki enerji tüketimi,
- Su tüketimi,
- Gürültü kirliliği,
- Küresel ısınma ve asit yağmurları,
- Ozon tabakasının delinmesine neden olan zararlı emisyonlar,
- Sağlık yönü,

- Felaket riski,
- Onarılabirlik,
- Tekrar kullanılabilirlik,
- Atık.

4.4.2 Cephe tasarımının enerji etkinliğe katkısı

İnsan yaşamının sürdürülebilmesi için her dönemde enerjiye duyulan ihtiyaç söz konusudur. 1900'lü yılların başlarından itibaren sanayi alanındaki gelişmeler hızlandıkça ve endüstrileşme arttıkça enerji arayışı dünya genelinde ortak bir kaygıya dönüşmüştür. Medeniyet ve teknoloji bir çok gelişmeyi sağlarken bir yandan da kaynakların tükenebilir olması durumuyla karşı karşıya kalınmıştır. Binalar, dünya üzerinde gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomilerde bütün enerji kullanımının %40'ı ile %60'ını oluşturmaktadır (Underwood ve Yik 2008). Tüm bu üretim ve tüketim faaliyetlerinde kullanılan enerji türleri tükenebilir ve yenilenebilir olmak üzere ikiye ayrılır. Enerji etkin tasarım yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmayı ve kullanılan enerjiyi azaltmaya yönelik önlemler almayı hedeflemektedir.

Enerji etkin tasarım binanın enerji korunumuna önem verilmesini vurgular. Tasarımcı iklim, konum, gün ışığı verilerinden faydalanarak binanın enerji verimliliğini sağlar. Tasarım sürecinde mimar ve mühendis işbirliği gerektiren durumlar olabilir. Utkuğ'a (2000) göre enerji etkin tasarım, bina tipi ve çevre verilerine en uygun pasif ısıtma, soğutma, havalandırma, doğal aydınlatma tekniklerini uygulamak ve pasif denetim mekanizmalarını tasarlayarak enerji kullanan aktif sistemlerin müdahalesini geciktirmeye çalışmak olarak özetlenebilir.

Cephe tasarımında enerjiyi verimli kullanmak hem cephenin yapımında kullanılan malzemelerin üretim safhalarında kullanılan enerji miktarıyla hem de binanın kullanım ömründe cephenin kendisinden beklenen performansları sağlarken kullandığı enerji miktarıyla ilişkilidir. Isıtma ve soğutma yükü 1970'li yıllara kadar inşa edilen yapılardaki ısıtma enerjisi ihtiyacı yaklaşık olarak 260 kWh/m²a iken, yeni yapılarda bu değer 60 kWh/m²a dolaylarındadır (Schittich, 2001).

2006 yılında TÜBİTAK tarafından gerçekleştirilen Bilim Teknoloji Sanayi Tartışmaları Platformu'nda yapı sektöründe enerjinin etkin kullanımı ve enerji tasarrufu ile ilgili teknolojilerin mevcut durum değerlendirmesinde; halen ülkemizde

yapı sektöründe Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın yönetmeliklerinin geçerli olduğu ve buna ilişkin yerel yönetim imar yasalarında "Isı Yalıtım Projesi Raporu" nun esas alındığı, oysa ülkemizde yapılar için en etkili önlemin "Yapı Kabuklarında Alınacak Yalıtım Önlemleri" olduğu vurgulanmıştır. Aynı raporda, ülkemizdeki yapıların enerji savurganlığına örnek yalıtımsız ve verimsiz yapılar olduğu, bu yapılarda yeterli enerjinin bir kaç katı ısı enerjisi üretildiğine yer verilmiştir (Url-25). Açıkça görülüyor ki yapı kabuğunda ve cephelerinde alınacak enerji verimliliğine yönelik önlemler mimari ve yapısal sürdürülebilirliğin önemli bir kısmını oluşturmaktadır.

Çatı ve zemine oturan döşeme arasında yer alan dış duvar sistemleri yapı kabuğu sisteminin bağlayıcı elemanıdır. İç ve dış ortamdaki etmenlere rağmen kullanıcı gereksinmelerini yerine getirmekle yükümlü olan dış duvarlar, oluştukları katmanların malzemeleri, buldukları bölge gibi açılardan çevresel sürdürülebilirliği büyük oranda etkilemektedirler. Duvarlara bağlı olarak ısıtma ve soğutma yükleri değişmekte ve böylece açığa çıkan karbondioksit miktarı etkilenmekte aynı zamanda da bünyesinde bulundurduğu malzemelerin oluşum enerjileri de çevresel sürdürülebilirliği etkilemektedir.

Cephenin enerji korunumuna etkisi ile ilgili parametreler ısıl konforla ilişkilidir. Cephenin iç ortamla dış ortam arasındaki filtreleme görevi olduğu cepheden beklenen performanslarda ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Bu kapsamda cepheden beklenen ısıl performans etkisi eden ısıtma ve soğutma yüklerine harcanan enerjinin optimum seviyede tutulabilmesi için cephenin ısıl geçirgenlik direnci, gün ışığını kontrolü, doğal havalandırma sağlaması önemli parametrelerdir.

Konfor ve enerji ile ilgili parametrelerden ısı geçirgenliği (U-değeri) yapı elemanından geçen ısı miktarını W/m^2K cinsinden göstermektedir. Bir yapı bileşeninin toplam ısıl geçirgenlik direnci ($1/U$), yapı bileşenlerinin ısıl geçirgenlik dirençlerine (R), yüzeysel ısıl iletim direnç değerleri (R_i , R_e) eklenerek hesaplanır.

$$1/U = R_i + R + R_e \quad (4.1)$$

Burada;

$1/U$: Yapı bileşeninin toplam ısıl geçirgenlik direnci ($m^2.K/W$)

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

R_e : Dış yüzeyin yüzeysel ısıl iletim direnci ($m^2.K/W$) dir (TS 825).

Bir yapı bileşeninin toplam ısıl geçirgenlik katsayısı (U), denklemin aritmetik tersi

alınarak hesaplanır.

$$U = (1/R_i) + (1/R) + (1/R_e) \quad (4.2)$$

Isıl geçirgenlik direnci (R) eşitlikte belirtildiği gibi, yapı bileşeninin kalınlık (d) değerinin, ısı iletkenlik hesap değerine (λh) bölünmesi ile hesaplanır.

$$R = d/\lambda h \quad (4.3)$$

Burada;

R : Isıl geçirgenlik direnci ($m^2.K/W$),

d : Yapı bileşeninin kalınlığı (m),

λh : Isıl iletkenlik hesap değeri ($W/m.K$) dir (TS 825).

Bağıntıdan anlaşıldığı gibi ısı geçirgenlik direncini katman kalınlıkları ve katmanların ısı iletkenlik katsayısı doğrudan etkiler. Duvarın ısı geçirgenlik direncini arttırmak için duvar kalınlığı arttırılabilir ya da ısı iletkenlik katsayısı daha küçük bir malzeme kullanılabilir. Soğutma ve ısıtmada harcanan enerji kayıplarını en aza indirmek için duvarların U değerine ilişkin 1970 yılında uygulamaya konulan TS 825-Binalarda Isı Etkilerinden Korunma Kuralları Yönetmeliğine göre belirlenen değerler çizelge 4.6'da verilmiştir (TS 825, 2005).

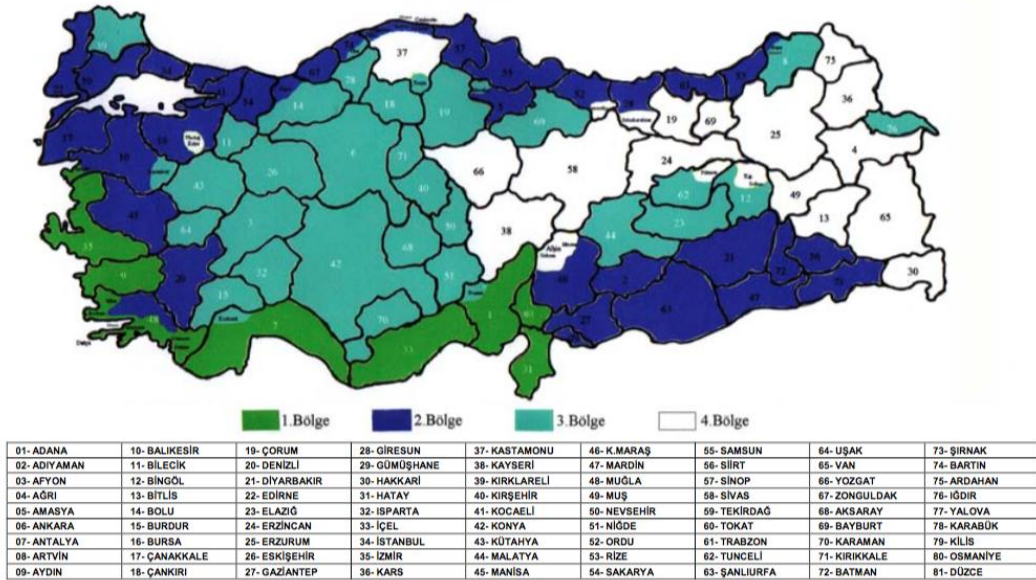
Açıkça görüleceği üzere, termal geçirgenlik binaların toplam enerji verimliliğini binanın kullanımına ve bulunduğu yere bağlı olarak farklı şekillerde etkiliyor: Örneğin, soğuk bir iklimdeki bir yerleşim biriminde düşük bir U-değerine sahip olmak çok önemlidir, ılımlı iklimde bir ofis binası için termal transmittans bu derece önemli değildir. Genel olarak, U değeri ne kadar düşük olursa binanın enerjisi de o kadar verimli olur. Üstelik duvarlar iyi yalıtılmışsa (yani termal verimin düşük olduğu anlamına gelir), yüzey sıcaklığı iç hava sıcaklığına çok benzer: Bu, kullanıcılar için iyi düzeyde konfor sağlamak ve yoğunlaşma riskini sınırlamak için önemlidir.

Tavsiye edilen U değerlerine ilişkin Türkiye'deki illerin hangisinin kaçınıcı bölgede olduğu şekil 4.4'te verilmiştir. Çalışmanın konusu olan uygulama projeleri İstanbul'dadır ve İstanbul 2. bölgede gösterilmektedir.

Çizelge 4.6: Bölgelere göre en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen U değerleri (TS 825, 2005).

	U_D (W/m ² K)	U_T (W/m ² K)	U_I (W/m ² K)	U_P^* (W/m ² K)
1. Bölge	0,70	0,45	0,70	2,4
2. Bölge	0,60	0,40	0,60	2,4
3. Bölge	0,50	0,30	0,45	2,4
4. Bölge	0,40	0,25	0,40	2,4

Isı iletkenliği ne kadar düşük olursa, iç ve dış ortamlar arasında akan ısı miktarı o kadar az olur. U-değeri çoğunlukla opak cephe elemanları içindeki yalıtım miktarı, pencere ve görsel öğelerin türü, miktarı, farklı elemanların ara yüzü ve termal köprülerin varlığı ile şekillenir. Termal köprüler, farklı cephe unsurları, pencere çerçeveleri, lokal penetrasyonlar, cephenin termal hattının sürekliliğinin kesildiği tüm koşullar arasındaki ara yüzlerden kaynaklanmaktadır. Uygun bir tasarım termal köprülerin oluşumunu azaltarak ve yeterli termal kopmalar sağlayarak etkisini sınırlandırabilir.



Şekil 4.4 : Bölge derecelerine göre illerimiz (TS825, 2005).

Çağdaş gelişmeler, cephenin sürdürülebilir enerji konseptinin içerisindeki aktif bir sistem olduğunu göstermektedir. Bu sistem güneş kontrolü elemanlarına, kontrollü

havalandırma açıklıklarına, güneş enerjisi üretimine yönelik entegre fotovoltaik panellere kadar çeşitli şekillerde enerjiyi verimli kullanmayı yönelik olabilir. Bunun yanı sıra bir cepheye ait ekolojik değerlendirme yalnızca enerji talebine ve kazancına odaklanma kalmaz, aynı zamanda cephenin tüm bileşenlerinin tüm yaşam döngüleri boyunca hammaddenin çıkarılması, kullanılması, bakımı ve yok edilmesi süreçlerinin de enerji analizini de hesaba katar (Wartzeck ve diğ., 2015).

Çalışmada cephe tasarımının sürdürülebilirliğini ölçmeye ve iyileştirmeye yönelik iki genel yaklaşım yapılmıştır. Bunlardan birincisi yapının kullanımı sırasında cephe tasarımında kaynaklı çevreye verilen zararın (operasyonel karbondioksit değeri) saptanması ve azaltılması, ikincisi ise tasarlanan cephede bir araya getirilen malzemelerin üretim süreçlerinde çevreye verdiği zararın (gömülü karbondioksit değeri) saptanması ve azaltılması şeklindedir.

5. ALAN ÇALIŞMASI: UYGULAMA PROJESİ DERSİ KAPSAMINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR CEPHE TASARIMI EĞİTİMİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Bu bölümde çalışmada uygulanan alan çalışması ve uygulanan model anlatılacaktır. İTÜ mimarlık eğitiminin güncel durumu ve teknik / teknolojik konularla ilgili katalog taraması, müfredat analizi 1. ve 2. bölümlerde anlatılmıştır. Teknik / teknolojik konuların entegrasyonunun yapıldığı ders olarak ele alınan uygulama projesinde üç yarıylda alan çalışmasına devam edilmiştir. Alan çalışması uygulama projesi stüdyosunda yapılan sürdürülebilir cephe tasarımının mimarlık eğitiminde geliştirilmesinde yönelik çalışmalardan ve elde edilen verilerden oluşmaktadır.

5.1 Sürdürülebilir Cephe Tasarımının Uygulama Projesi Dersi Kapsamında İyileştirilmesinde Kullanılan Yöntem

Eğitimin başlıca tanımları, bireyde davranış değiştirme süreci ve önceden saptanmış ilkelere göre insanların davranışlarında belli gelişmeler sağlamaya yarayan planlı etkinlikler dizgesi olmasıdır (Sarpkaya ve diğ., 2013). Öğrenme ise, yaşantı sonucu davranışta meydana gelen nispeten sürekli bir değişiktir ve aktif bir oluşumdur (Aydın, 2014). Aydın'a (2014) göre, öğrenmenin diğer bir tanımı ise, bireyin daha sonra karşılaşacağı durumlar karşısında farklı bir yaklaşım sergileyebilmesidir. Eğitimin öğretmenden öğrenciye bir iletim olduğunu düşünmek genel bir yanılğı olmakla birlikte, 2. bölümde anlatılan mimarlık eğitiminin karakteriyle ilgili de vurgulanmış olan durum; bir öğreten öğrenen ilişkisinden çok iletişim yoluyla birlikte geliştirilmeye çalışılan bir toplamdır. Bu iletişimdeki amaç da öğrencinin bir ezber yapması değil, düşünce kabiliyetini geliştirmesine yardımcı olmaktır (Sarpkaya ve diğ., 2013). Bu iletişimin kalitesini arttırmak ve böylece eğitimi daha etkin kılmak için birçok farklı yol mevcuttur.

Çalışmada uygulanacak olan yöntemin aşamaları 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren geliştirilen insancıl eğitim modelinin ilkelerinden yola çıkılarak kurgulanmıştır. Bu ilkeler:

- Öğrencinin neyin önemli ve anlamlı olduğunu keşfetmelerine fırsat verilmesi,
- Öğrenmenin amaca yönelik olduğunda ve kişinin bilme gereksinmesi karşılandığında, öğrencinin motive olması,
- Öğrencilerin, yeteneklerini sınavabildiklerinde, yeni deneyimler kazanabilmek için uğraştıklarında, eleştirilmeksizin yanlışlar yapabildiklerinde öğrenme sürecinin etkili olmasıdır (Aydın, 2014).

Keşif sürecine yönelik bir dönemlik yoğun programlı bir uygulama projesi stüdyosu düşünüldüğünde hem öğrenciler için bir nefes alma fırsatı hem de stüdyo ortamından uzaklaşarak motivasyon kazanmaları göz önüne alınarak çevre ve bina anahtar kelimeleriyle başlatılan beyin fırtınası çalışması kurgulanmıştır. Bilme gereksinimlerine yönelik ise öğrencilerin neden daha sürdürülebilir mimari ve cephe tasarımına gerek duymaları konusunda bilgilendirici seminer düzenlenmiştir. Daha sonra ise öğrencilerin rahat bir ortamda deneyim kazanmaları için stüdyoda yapılan uygulama çalışmaları kurgulanmıştır.

Çalışma, üç dönemdeki öğrenci projelerinin cephe detaylarındaki gelişmeleri izlemek ve sonuçları karşılaştırarak yöntemin yararlılığını tespit etmektedir.

Başlangıçta uygulama projesi stüdyosu 2014-2015 Bahar Yarıyılı kontrol grubu olarak çalışmaya katılmıştır. Kontrol grubunda çalışmaya katılan öğrencilere herhangi bir bilgilendirme yapılmamıştır.

Devam eden dönemde, uygulama projesi stüdyosu 2014-2015 yaz yarıyılı pilot çalışma grubu olarak çalışmaya katılmıştır. İkinci grup olan pilot çalışma grubuna akademik dönemin ilk haftalarında bir beyin fırtınası çalışması yaptırılmıştır. Beyin fırtınası çalışmasının akabinde iki hafta öğrencilere konuyla ilgili bir bilgilendirme yapılmamış, iki hafta sonra sürdürülebilirlik konulu bir seminer verilmiştir. Bu dönemde gerçekleştirilen çalışmanın son aşamasında, uygulama projesi dersinde öğrencilerden ürettikleri cephelerin U değerlerinin hesaplanması istenmiştir.

Son olarak ileri çalışma grubunda pilot çalışma grubunda uygulanan yöntemler uygulanmış ve buna ek olarak gömülü ve operasyonel karbondioksit hesaplamalarının nasıl yapılacağı anlatılmıştır. Malzeme seçim föyü sunularak öğrencilerinin yaptıkları cephe tasarımının bu föy üzerinden puanlandırılarak sürdürülebilirlik kriter puanlarının belirli bir seviyenin üstünde tutulması istenmiştir. Daha sonra öğrenciler istenen seviyelere ulaşana kadar projelerinin cephe

detaylarında malzeme ve katmanlara yönelik iyileştirici düzeltmeler yapmışlardır. Öğrenciler bu düzeltmeleri yaparken cephenin tasarım karakterinin bozulmamasına ve aynı zamanda cephenin halihazırda sağladığı performanslara devam etmesine dikkat etmişlerdir. Dönem sonunda öğrencilerden uygulama projesi dersi kapsamında cephelerinin sürdürülebilirliğine ilişkin çalışmalarını bir rapor olarak sunmaları istenmiştir. İstenilen raporun örneği EK A’da verilmiştir.

Pilot ve ileri çalışma gruplarıyla karşılaştırma yapmak için her üç gruptan da aynı yerde, yaklaşık fonksiyonlarda birer yapı tasarımları ve uygulama projesi dersinin gerektirdiği içerikte projelerini tamamlamaları istenmiştir. Her üç gruptan da 5’er proje çalışmaya katılarak cephe detayları karşılaştırılmıştır. Kontrol grubundan alınan cephe çizimleri EK E kısmında, pilot çalışma grubundan alınan cephe çizimleri EK F kısmında ve ileri çalışma grubundan alınan cephe çizimleri EK G kısmında verilmiştir.

5.1.1 Beyin fırtınası

Beyin fırtınası uygulamaları, bir grup tarafından karşılıklı etkileşimle, kişilerin daha fazla uyarıcı tarafından uyarılması sonucunda, yalnız kalarak ürettiklerinden daha çok düşüncenin üretildiği varsayımına dayanan çalışmalardır (Turan, 2007). Beyin fırtınası var olan bilgi birikiminin ortaya çıkartılmasında ve bu fikirlerle daha iyi bir çözüme ulaşmayı hedefler. Çalışmada beyin fırtınasının kullanılma amacı uygulama projesi stüdyosundaki öğrencilerin mimari sürdürülebilirlikle ilgili kavramsal bilgi birikimlerinin ortaya çıkarılması ve yapılacak çalışmaya düşünsel bir altlık oluşturulmasıdır. Beyin fırtınası çalışmasından sonra öğrenciler 2 hafta süresince konu hakkında doğrudan bilgilendirilmemişlerdir. Bu süreçte öğrencilerin beyin fırtınası çalışmasındaki etkileşimlerle ortaya çıkan bir takım kavramlar üzerinde arka planda düşünsel bir süreç geçirecekleri öngörülmüştür.

Beyin fırtınası uygulamasında katılımcıların kendilerini rahat hissetmesi ve özgür bir biçimde eleştirilme endişesine kapılmadan düşünsel etkileşime geçmeleri için ortam hazırlanmıştır. Çalışmada öne çıkan kişilerin olmaması ve herkesin kendi fikrini rahat bir biçimde ifade edebilmesi önemlidir. Beyin fırtınası tekniklerinde öngörüldüğü üzere ilk olarak bir ısınma turu gerçekleştirilmiştir. Isınma turu katılımcıların kendilerini rahat hissetmeleri ve asıl konu ile ilgili beyin fırtınası yaparken stres faktörünün en aza indirilmesi için önemlidir. Isınma turunun asıl

turlardan daha kısa tutulması ve optimum seviyede odaklanmanın sağlanması için tüm çalışma süresinin toplamda 15 dakikayı geçmemesi moderatör tarafından sağlanmıştır.

Pilot çalışma grubu ile yapılan beyin fırtınası çalışması 07.07.2015 tarihinde, saat 11:45'te gerçekleştirilmiştir. Isınma turunun akış şeması çizelge 5.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1 : Pilot çalışma grubuyla gerçekleştirilen beyin fırtınası çalışmasının ısınma turu akışı.

Zaman Aralığı: 11:47 – 11:49		
Anahtar kelime: Bilgisayar		
yazılım program simülasyon kafes teknoloji müzik network çizim internet etkileşim mikroişlem iki boyut	oyun surf kayak grafik bireysellik sanal bilgi müzik kolaylık iletişim diyalog monolog	bağlam korsan etkileşim film elektrik dizi yalnızlık gelişim depresyon ekran

Isınma turu ile katılımcıların kendilerini daha rahat hissetmeleri sağlanmış olup, çalışmaya odaklanma düzeyleri arttırılmıştır. Aynı zamanda asıl turda çalışmanın işleyişi ile ilgili aksama yaşanmaması için bir deneyim kazandırılmıştır.

Çizelge 5.2 : Pilot çalışma grubuyla gerçekleştirilen beyin fırtınası çalışmasının birinci asıl tur akışı.

Zaman Aralığı: 11:50 – 11:56		
Anahtar kelime: Çevre		
1/1000 maket yapay çevre kontrolü stüdyosu çöp yeşil doğa sokak park sınır ekoloji sürdürülebilirlik canlı ve cansız yeşil çatı çatı konut 2,5 m.'lik giriş çatı – cephe – çevre –	kaplama saydamlık konfor birleşim detayı yapı geri dönüşüm peyzaj ışık gölge güneş enerjisi kütle yığını yakın şapka aydınlatma yapay izolasyon rüzgar	yapma çevre havalandırma breeam leed kiremit drenaj borusu boşluklu rahatlık grobeton adaptasyon şeffaf geçiş ışık alan geçiş sirkülasyon açıklık çelik

sürdürülebilirlik geçiş	kullanıcı simülasyon	
-------------------------	----------------------	--

Birinci asıl turda anahtar kelime olarak “çevre” verilmiştir. Öğrencilerin bu anahtar kelimeyle başlayarak mimarlık, mimarlık eğitimi ve sürdürülebilirlikle ilgili bazı kavramlara ulaştığı gözlemlenmiştir (Çizelge 5.2). Bu kelimeler; çevre kontrolü stüdyosu, sürdürülebilirlik, geri dönüşüm, güneş enerjisi, Breeam ve Leed gibidir.

Çizelge 5.3 : Pilot çalışma grubuyla gerçekleştirilen beyin fırtınası çalışmasının ikinci asıl tur akışı.

Zaman Aralığı: 11:57 – 12:05		
Anahtar kelime: Bina		
TOKİ sirkülasyon kutu boşluklar kabuk çerçeve yaşam strüktür yapı elemanı duvar temel insan için soylulaştırma eleman korunak müdahale	odalar konfor estetik tasarım cephe cephe doğal ışık kapalı site giydirme kaplama şeffaf havaalanı kör cephe dolu cephe hareket kör kutu	izolasyon sağır duvar graffiti siyah pencere sınır balkon çift kat cam güneş kırıcı mahremiyet pencere duvar kolon enerji heykelsilik
1 dakika düşünme arası		
bina – cephe – detay tipik bölge datayı uygulama döşeme şantiye grid denizlik tümdengelim kırıklı cephe 1/5 detay balkon köşeler süpürgelik yağmur oluğu köşebent çıkıntı su yalıtımı saçak drenaj kat sayısı birleşim	yoğuşma önlem parapet teras enerji çamaşır ipi ısı köprüleri enerji spor su elektrik nükleer güneş enerjisi yeşil çatı led ışıklandırma sınırlı kaynak dönüşüm güneş rüzgar enerjisi priz akıllı bina	fotovoltaik arap enstitüsü a sınıfı dönüştürmek geçirgenlik yeniden kullanım verimli kullanmak tüketmek alışveriş düşük enerji tasarruf led sürdürülebilirlik sürdürülebilir enerji güneş enerjisi doğal havalandırma rüzgar gülü pasif sistemler yürünebilirlik çevre pioza elektrik

İkinci asıl tur iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde anahtar kelime olarak “bina” verilmiştir. Öğrencilerin bu anahtar kelimeyle başlayarak bina, yapı bileşenleri ve cephe ilgili bazı kavramlara ulaştığı gözlemlenmiştir. Bu kelimeler; yapı elemanı, duvar, konfor, cephe, çift kat cam, enerji gibidir (Çizelge 5.3). Beyin fırtınası çalışmasının bir adım daha ileriye taşınabilmesi ve var olan potansiyelin zorlanması için bir dakika ara verilmiş ve katılımcıların sessiz bir ortamda düşüncelerine fırsat tanınmıştır. Bu aradan sonra görülmüştür ki katılımcılar birinci ve ikinci turda ortaya çıkan kelimelerden ortak bir etkilenme görmüştür (Çizelge 5.3). Çıkan kelime sonuçları uygulama, döşeme, güneş enerjisi, yeşil çatı, sınırlı kaynak, fotovoltaik, yeniden kullanmak, verimli kullanmak, düşük enerji, sürdürülebilirlik, sürdürülebilir, doğal havalandırma gibidir.

İleri çalışma grubu ile yapılan beyin fırtınası çalışması 09.12.2016 tarihinde, saat 10:00’da gerçekleştirilmiştir Isınma turunun akış şeması çizelge 5.4’te gösterilmiştir.

Çizelge 5.4 : İleri çalışma grubuyla gerçekleştirilen beyin fırtınası çalışmasının ısınma turu akışı.

Zaman Aralığı: 10:05 – 10:08		
Anahtar kelime: Bilgisayar		
yazılım program işletim sistemi data veri tabanı mouse pad ekran klavye internet ram auto cad ekran kartı	bill gates bilgisayar oyunu görselleştirme hdmi film müzik google bil 101e hafıza photoshop 1.0.0.1 crack	virüs güncelleme cpu kablosuz ağ hata raporu depo dokunmatik ekran tablet allen turing savaş haberleşme

Isınma turu ile katılımcıların kendilerini daha rahat hissetmeleri sağlanmış olup, çalışmaya odaklanma düzeyleri arttırılmıştır. Aynı zamanda asıl turda çalışmanın işleyişi ile ilgili aksama yaşanmaması için bir deneyim kazandırılmıştır.

Birinci asıl turda anahtar kelime olarak “çevre” verilmiştir. Öğrencilerin bu anahtar kelimeyle başlayarak mimarlık, ve sürdürülebilirlikle ilgili bazı kavramlara ulaştığı gözlemlenmiştir (Çizelge 5.5). Bu kelimeler; sürdürülebilirlik, yenilenebilir, tekrar kullanım ve enerji gibidir.

İkinci asıl tur da anahtar kelime olarak “bina” verilmiştir. Öğrencilerin bu anahtar kelimeyle başlayarak bina, yapı bileşenleri ve cephe ilgili bazı kavramlara ulaştığı gözlemlenmiştir. Bu kelimeler; yapı elemanı, detay, malzeme, gibidir (Çizelge 5.6).

Çizelge 5.5 : İleri çalışma grubuyla gerçekleştirilen beyin fırtınası çalışmasının birinci asıl tur akışı.

Zaman Aralığı: 10:10 – 10:15		
Anahtar kelime: Çevre		
yeşil ekolojik ağaç sürdürülebilirlik duyarlılık yapılı çevre döngü bahçe yaşam tasarım mimarlık su nefes cephe fçk algler barınma mimarlık	insan yaşam ilişki doğal algler biyofili ütopya hayvanlar orman toprak flora fauna göl deniz hava rüzgar evren elementler	aidiyet kültür malzeme molekül bağ yanılabilir tekrar kullanım enerji fütüristik santral yaşam gazlar teknoloji egzoz gökdelen enerji sınıfları güneş

Çizelge 5.6 : İleri çalışma grubuyla gerçekleştirilen beyin fırtınası çalışmasının ikinci asıl tur akışı.

Zaman Aralığı: 10:16– 10:22		
Anahtar kelime: Bina		
yapı elemanı özgünlük mimarlık tasarım strüktür konut yaşam hibrit barınak çirkin cam stil komşuluk yükseklik bozmak silüet şehir sıcak kırsal tefriş	detay obje mühendis arkitektonik kapı teknoloji örtü kolon kamusal iç dış çevre koşulları gizlilik mahremiyet şehirçilik alt yapı madde malzeme kabuk beton taş	tuğla hafiflik ince cam birleşim metal ön gerilme koruma deprem çatı yıkım modernizm perde opaklık kubbe konsol amorf akışkan homojen

Her iki çalışma grubunda da ortak olarak tekrar eden kelimelerin analizi yapılmıştır. Bu analiz sonucunda birinci turda anahtar kelime olarak verilen çevre kavramından türetilen birincil dereceden ortak kelimeler şunlardır: yeşil, ekolojik, sürdürülebilirlik, cephe, fiziksel çevre kontrolü, rüzgar, yapay. Bu analiz sonucunda anahtar kelime olarak verilen çevre kavramından türetilen ikincil dereceden ortak kelimeler şunlardır: yapılı çevre, yapma çevre, tekrar kullanım, enerji, enerji sınıfları, güneş, geri dönüşüm, güneş enerjisi. Bu analiz sonucunda ikinci turda anahtar kelime olarak verilen bina kavramından türetilen birincil dereceden ortak kelimeler şunlardır: Bu analiz sonucunda ikinci turda anahtar kelime olarak verilen bina kavramından türetilen birincil dereceden ortak kelimeler şunlardır: kabuk, yapı elemanı, tasarım, çift cam, kolon, cephe, detay, yeşil çatı, çevre, çatı, birleşim, yaşam, mahremiyet. Bu analiz sonucunda ikinci turda anahtar kelime olarak verilen bina kavramından türetilen ikincil dereceden ortak kelimeler şunlardır: duvar, şeffaf, tipik bölge detayı, enerji, sınırlı kaynak, akıllı bina, yeniden kullanım, verimli kullanmak, teknoloji, tuğla, gizlilik, madde, malzeme, opaklık.

Beyin fırtınası çalışması sonucunda görülmüştür ki öğrenciler çevre ve bina anahtar kelimelerinden yola çıkarak sürdürülebilirlik ve düşük enerjili tasarımlarla ilgili birçok kavrama değinmişlerdir. İTÜ mimarlık öğrencilerinin 7. yarıyla kadar zorunlu ve seçmeli derslerini başarılı bir şekilde tamamladığı takdirde mimarlık ve sürdürülebilirlikle ilgili geniş bir bilgi haznelerinin oluştuğu varsayımı bu sonuçlarla da desteklenmiştir.

5.1.2 Seminer

Beyin fırtınası çalışmasından iki hafta sonra “Sürdürülebilirlik ve Alt Başlıkları” konulu seminer yapılmıştır. Bu çalışmada, sürdürülebilirlik ile ilgili öğrencilerin bilgilendirilmesi amaçlanmıştır. Öğrencilere yapılacak çalışmanın içeriği, neden sürdürülebilir mimarinin önemli olduğu anlatılarak, ileriki aşamada öğrencilerin motivasyon ve isteklerinin arttırılacağı düşünülmüştür.

Seminerde öğrencilerin daha önceki dönemlerde zorunlu ve seçmeli derslerde gerek teorik gerek uygulama anlamında sürdürülebilirlikle ilişkili konulardaki birikimlerini sorgulamalarına fırsat tanınmıştır. Öğrencilere sürdürülebilirlik ile ilgili tarihsel gelişim sürecinin ve dünyada sürdürülebilirlik ile ilgili güncel durumların aktarılması planlanmıştır. Bu bağlamda, küresel olarak ele alınan ekolojik sorun ve çözümlerden,

yaşadığımız çevre ile ilgili ortak kaygılardan bahsedilmiştir. Sürdürülebilirlik ve tarihsel gelişimi, dünyaca kabul edilen ortak çevresel kaygılar ve ekolojik sorunlar, Leed sertifikası ve içeriği, U değeri hesaplamaları ve sürdürülebilir dış duvar ve cephe tasarımı ilkeleri bu seminerin konu başlıklarıdır.

Seminer sonucunda öğrencilerin merak ettiği sorulara yanıt verilerek karşılıklı bir katılım sağlanmıştır. Öğreten – öğrenen ilişkisinden daha çok bilinenlerin farkında olma ve bunların nasıl kullanılabilir bilgiler olduğunu anlatmak bu seminerin asıl hedefidir.

5.1.3 Cephenin U değerinin hesaplanması

Pilot ve ileri çalışma gruplarında öğrencilerden ürettikleri projelerin cephelerinde U değeri hesaplamaları yapmaları istenmiştir. Cephede hesaplama yapılması istenen kısım yapının genel karakteristiğini ortaya koyan kısımdır. Bu hesaplamaları yaparken öğrencilerin altlık olarak kullanması ve daha önce öğrendiği bilgileri hatırlamaları için şekilde gösterilen föy sunulmuştur (Şekil 5.1).

İlk olarak hiçbir çalışmaya katılmamış ve çalışmanın ilerlemesine yönelik karşılaştırmanın ilk fazı olacak olan kontrol grubuna ilişkin cephelerin U değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 5.7). Cephelerin sistem detayları EK E-F-G’de verilmiştir.

Çizelge 5.7 : Kontrol grubuna ait cephelerin U değerleri.

Öğrenci 1	Öğrenci 2	Öğrenci 3	Öğrenci 4	Öğrenci 5
1,88 W / m ² K	1,53 W / m ² K	1,88 W / m ² K	1,53 W / m ² K	1,13 W / m ² K

Pilot ve ileri çalışma gruplarının her ikisinde de gerçekleştirilen bu çalışmada; öğrencilerle birlikte uygulama projesinde ürettikleri yapıların cephelerine ait U değerleri hesaplanmıştır. Pilot çalışma grubunda hesaplamaların yapılmasındaki amaç öğrencilerde tasarladıkları yapıların ısı konforunun ve bu konforu sağlamak için tüketilen enerji miktarlarının standartta belirtilenle nasıl bir düzeyde olduklarını anlamalarını sağlayarak farkındalık yaratmaktır. Pilot çalışma grubuna ait sonuçlar çizelge 5.8’de gösterildiği gibidir.

İleri çalışma grubunda da öğrencilerle birlikte stüdyoda aynı çalışma yapılarak U değerleri hesaplatılmıştır. Bu grupta öğrencilerden ürettikleri cephe detaylarının standartta belirtilen değerlerin sağlanması istenmiştir. Öğrenciler çıkan sonuçlara

göre projelerini revize etmişlerdir. İleri çalışma grubunda ortaya çıkan sonuçlar çizelge 5.9'da gösterildiği gibidir.

U DEĞERİ HESABI AŞAMALARI

2. BÖLGE (İSTANBUL) İÇİN ÖNERİLEN "U" DEĞERİ

Opak Bileşen U_D (W/m ² K)	Çatı U_r (W/m ² K)	Döşeme U_t (W/m ² K)	U_p (W/m ² K)
0,57	0,38	0,57	1,8

OPAK BİLEŞEN İÇİN

No	Malzemenin Adı	Kalınlığı d(m)	Malzemenin ısı iletkenlik hesap değeri (λ), W/m ² C (Tablo 5)
1			
2			
3			
•			

$1/\alpha_i = \dots\dots\dots m^2C/W$

$1/\alpha_d = \dots\dots\dots m^2C/W$

$$U_{\text{hesaplanan}} = \frac{1}{1/\alpha_i + d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + \dots\dots\dots + d_n/\lambda_n + 1/\alpha_d}$$

$U_{\text{hesaplanan}} \leq U_{\text{yönetmelik}}$

$U_{\text{hesaplanan}} \leq 0,57$

Şekil 5.1 : Pilot ve ileri çalışma grubunda öğrencilere sunulan U-değeri hesaplama aşamaları föyü.

Çizelge 5.8 : Pilot çalışma grubuna ait cephelerin U değerleri.

Öğrenci 1	Öğrenci 2	Öğrenci 3	Öğrenci 4	Öğrenci 5
0,11 W / m ² K	0,30 W / m ² K	0,19 W / m ² K	0,34 W / m ² K	0,31 W / m ² K

Çizelge 5.9 : İleri çalışma grubuna ait cephelerin U değerleri.

Öğrenci 1	Öğrenci 2	Öğrenci 3	Öğrenci 4	Öğrenci 5
0,48 W / m ² K	0,35 W / m ² K	0,28 W / m ² K	0,22 W / m ² K	0,35 W / m ² K

5.1.4 Cephenin operasyonel karbondioksit değerine ilişkin hesaplamalar

Bu kısımda binanın kullanımı sırasında cephe sistem detaylarının ısı performans kontrolü yapılacaktır. Cephenin içerdiği sistem detayından kaynaklı ısıtmada

kullanılan enerjiyi karşılamak için gerekli yakıtın kullanımı sonucunda ortaya çıkan yıllık ortalama CO₂ (emisyonyları) hesaplanacaktır. Cephelerin operasyonel CO₂ değerine ilişkin hesaplamalarda TSE 825 standartında verilen denklemlerden yararlanılmıştır. Çalışmada tüm projelerden elde edilen sonuçların karşılaştırılması ile sonuç elde edileceği için her projenin sistem detayında 1 m²'lik alan için hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Öncelikle binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplanmıştır. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı aşağıda verilen denklemlerden faydalanarak hesaplanmaktadır (5.1 ve 5.2).

$$Q_{yıl} = \sum Q_{ay} \quad (5.4)$$

$$Q_{ay} = [H (\square_i - \square_e) - \eta_{ay} (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})] \cdot t \quad (5.5)$$

Burada;

- $Q_{yıl}$: Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (Joule),
 Q_{ay} : Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı (Joule),
 H : Binanın özgül ısı kaybı (W/K),
 \square_i : Aylık ortalama iç sıcaklık (°C),
 \square_e : Aylık ortalama dış sıcaklık (°C),
 η_{ay} : Kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörü .. (birimsiz),
 $\phi_{i,ay}$: Aylık ortalama iç kazançlar (sabit alınabilir) (W),
 $\phi_{s,ay}$: Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı (W),
 t : Zaman, (saniye olarak bir ay = 86400 x 30) (s) dir (TS 825).

Bulunan yıllık ısıtma enerjisi için ne kadar doğal gaz yakılması gerektiği hesaplanmıştır. Bu doğal gazla ısıtmanın neticesinde ne kadar CO₂ salınımı gerçekleştiği bu yolla bulunmuştur. Isı kayıpları tüm projelerde ihmal edilmiştir. Ortalama iç ortam sıcaklığı 21°C olarak Kabul edilmiştir. Gereken ısı enerjisi kwh cinsinden joule cinsine dönüştürülür. 1 kwh = 3600000 joule eşitliğinden faydalanılır. Binanın ısıtma sisteminin doğal gaz ile tedarik edilmekte olduğu Kabul edilmiştir. Burada 1m³doğalgaz 10,64 kwh enerji sağlar ve buna karşılık atmosfere 0,582 kgCO₂e / kwh salınır.

Kontrol grubuna ilişkin hesaplamalar EK B1'de verilmiştir. Kontrol grubunun sonuçları çizelge 5.10'da gösterildiği gibidir.

Pilot çalışma grubuna ilişkin hesaplamalar EK B2'de verilmiştir. Pilot çalışma grubunun sonuçları çizelge 5.11'de gösterildiği gibidir.

İleri çalışma grubuna ilişkin hesaplamalar EK B3'te verilmiştir. İleri çalışma grubunun sonuçları çizelge 5.12'de gösterildiği gibidir.

Çizelge 5.10 : Kontrol grubuna ait cephelerin operasyonel CO₂ değerleri.

Öğrenci 1	Öğrenci 2	Öğrenci 3	Öğrenci 4	Öğrenci 5
64.415 kgCO ₂ e	52.424 kgCO ₂ e	64.415 kgCO ₂ e	52.424 kgCO ₂ e	38.718 kgCO ₂ e

Çizelge 5.11 : Pilot çalışma grubuna ait cephelerin operasyonel CO₂ değerleri.

Öğrenci 1	Öğrenci 2	Öğrenci 3	Öğrenci 4	Öğrenci 5
3.769 kgCO ₂ e	10.280 kgCO ₂ e	6.510 kgCO ₂ e	11.650 kgCO ₂ e	10.622 kgCO ₂ e

Çizelge 5.12 : İleri çalışma grubuna ait cephelerin operasyonel CO₂ değerleri.

Öğrenci 1	Öğrenci 2	Öğrenci 3	Öğrenci 4	Öğrenci 5
16.446 kgCO ₂ e	11.992 kgCO ₂ e	9.594 kgCO ₂ e	7.538 kgCO ₂ e	11.992 kgCO ₂ e

5.1.5 Cephenin gömülü karbondioksit değerine ilişkin hesaplamalar

İleri çalışma grubunda, pilot çalışma grubundaki uygulamaların aynısı yapılmıştır, ilave olarak seminerde ve stüdyoda gömülü ve operasyonel karbondioksit hesaplamalarına ilişkin formüller ve föyler sunulmuştur. Hazırlanan malzeme föyü öğrencilere tanıtılmıştır. Uygulama projesi stüdyosunda birkaç hafta boyunca devam eden hesaplama çalışmaları yapılmış ve öğrencileri dış duvar detaylarında bir takım değişiklikler yaparak daha az gömülü ve operasyonel karbondioksit değerine sahip detay tasarımının bir yolu uygulanmıştır.

Dış Duvar Konstrüksiyonu
Dış yüzey
İç yüzey
Duvar izolasyonu

Pencere iskeletleri ve kapılar
Dış pencere iskeleti
Dış kapılar
Pencere denizlikleri

Kaplama sistemleri
Cephe kaplaması

Cam
Cam çeşidi
Cam uygulaması

Şekil 5.2 : Malzeme föyünde cephe sisteminin ele alındığı alt sistemler.

	Kullanılan mahal ve malzemenin cinsi	Puan
Dış Duvar Konstrüksiyonu (3-12)	Dış yüzey	
	Tercih 1. Sürdürülebilir uzun ömürlü ahşap, kerpiç	4
	Tercih 2. Yığma- kum kireç blokları	3
	Tercih 3. Gözenekli beton blok, doğal alçı blok, gazbeton, alçı levha, cam	2
	Tercih 4. Tropikal ahşap, betonarme, çimento esaslı levha	1
	İç yüzey	
	Tercih 1. Sürdürülebilir uzun ömürlü ahşap, kerpiç	4
	Tercih 2. Yığma- kum kireç blokları	3
	Tercih 3. Gözenekli beton blok, doğal alçı blok, gazbeton, alçı levha, cam	2
	Tercih 4. Tropikal ahşap, betonarme, çimento esaslı levha	1
	Duvar izolasyonu	
	Tercih 1. Mantar, selüloz	4
	Tercih 2. Mineral yün, EPS	3
	Tercih 3. Cam yünü	2
	Tercih 4. PUR, XPS	1
	Pencere iskeletleri ve kapılar (3-11)	Dış pencere iskeleti
Tercih 1. Sürdürülebilir uzun ömürlü ahşap, kimyasal işlemde geçirilmemiş ahşap		4
Tercih 2. Çevreci bir kimyasalla işleme tabi tutulmuş ahşap		3
Tercih 3. Alüminyum, geri dönüştürülmüş PVC		2
Tercih 4. Tropikal ahşap, PVC		1
Dış kapılar		
Tercih 1. Sürdürülebilir uzun ömürlü ahşap, kimyasal işlemde geçirilmemiş ahşap		4
Tercih 2. Çevreci bir kimyasalla işleme tabi tutulmuş ahşap, sürdürülebilir kontrplak		3
Tercih 3. Alüminyum, geri dönüştürülmüş PVC		2
Tercih 4. Tropikal ahşap, PVC		1
Pencere denizlikleri		
Tercih 1. Seramik yığma, doğal taş		3
Tercih 2. Prefabrike beton, suni taş		2
Tercih 3. Sentetik birleşimli taş, alüminyum, fibre beton, lifli çimento levha		1
Kaplama (1-4)	Cephe kaplaması	
	Tercih 1. Sürdürülebilir uzun ömürlü ahşap	4
	Tercih 2. Sürdürülebilir kontrplak, OSB, MDF	3
	Tercih 3. Lifli çimento levha	2
	Tercih 4. Tropikal ahşap, çelik, alüminyum	1
Cam (2-7)	Cam çeşidi	
	Tercih 1. Argon doldurulmuş, low-e kaplamalı cam	4
	Tercih 2. Hava doldurulmuş- low-e kaplamalı cam	3
	Tercih 3. Çift cam	2
	Tercih 4. Tek cam	1
	Cam uygulaması	
	Tercih 1. Kuru cam (silikon kullanmadan fitille uygulama)	3
	Tercih 2. Yarı – kuru cam (dışta silikon, içte fitille uygulama)	2
Tercih 3. Islak cam (silikonla uygulama)	1	

Şekil 5.3 : Malzeme seçim föyü.

Sürdürülebilir cephe için malzeme föyü Bölüm 4.4.1’de anlatıldığı gibi kaynaklardan yararlanarak oluşturulmuş ve öğrencilere sunulmuştur (Şekil 5.3). Hazırlanan föyde cephe malzemeleri katmanlaşma ve alt bileşenlerine göre dört kısımda ele alınmıştır. Bu kısımlar Şekil 5.2’de gösterilmiştir.

Föydeki puanlamaya göre en fazla 34 en az 9 puan alınabilmektedir. Bu puanlama sistemi göre 28-34 arası iyi, 15-27 arası orta, 9-14 arası kötü sonuç olarak belirlenmiştir. Hazırlanan malzeme seçim föyü şekilde gösterildiği gibidir (Şekil 5.4). İleri çalışma grubundaki öğrencilerden cephe sistemlerinden orta ve üzeri sonuçları sağlamaları istenmiştir.

Kontrol grubuna ilişkin hesaplamalar EK C1’de verilmiştir. Kontrol grubunun sonuçları çizelge 5.13’te gösterildiği gibidir.

Pilot çalışma grubuna ilişkin hesaplamalar EK C2’de verilmiştir. Pilot çalışma grubunun sonuçları çizelge 5.14’te gösterildiği gibidir.

İleri çalışma grubuna ilişkin hesaplamalar EK C3’te verilmiştir. İleri çalışma grubunun sonuçları çizelge 5.15’te gösterildiği gibidir.

Çizelge 5.13 : Kontrol grubuna ait cephelerin malzeme seçim puanlaması.

Öğrenci 1	Öğrenci 2	Öğrenci 3	Öğrenci 4	Öğrenci 5
14	13	13	12	14

Çizelge 5.14 : Pilot çalışma grubuna ait cephelerin malzeme seçim puanlaması.

Öğrenci 1	Öğrenci 2	Öğrenci 3	Öğrenci 4	Öğrenci 5
20	16	15	18	12

Çizelge 5.15 : İleri çalışma grubuna ait cephelerin malzeme seçim puanlaması.

Öğrenci 1	Öğrenci 2	Öğrenci 3	Öğrenci 4	Öğrenci 5
21	23	17	28	19

Gömülü CO₂ (ECO²) birim kütle veya malzeme hacmi başına üretimi sırasında doğaya salınan karbondioksit kütlesi olup, genellikle ton veya m³ malzeme (kgCO₂/t veya kgCO₂ / m³) başına kilogram CO₂ olarak ifade edilir.

Yapı elemanı / bileşeni ölçeğinde, kullanılan her malzeme için bir envanter listesi hazırlanmıştır. Bu listede doğrudan üreticinin bilgi formlarından veya en uygun referanslardan derlenen CO₂ eşdeğeri emisyon birimi listelenmiştir.

Yapılan çalışmada önce kontrol grubunun EK D1’de verilen envanter listesi hazırlanmış ve çizelge 5.16’da verilen toplam gömülü CO₂ değerlerine ulaşılmıştır. Daha sonra pilot çalışma grubunun EK D2’de verilen envanter listesi hazırlanmış ve çizelge 5.17’de toplam gömülü CO₂ değerine ulaşılmıştır. Son olarak ileri çalışma grubundaki öğrencilerle birlikte kendi cephe detaylarına ait hesaplamalar stüdyo ortamında yapılmıştır ve EK D3’te verilen envanter listesi hazırlanmıştır. İleri çalışma grubunda çizelge 5.18’de verilen toplam gömülü CO₂ değerlerine ulaşılmıştır.

Çizelge 5.16 : Kontrol grubuna ait cephelerin gömülü CO₂ değerleri (1 birim için).

Öğrenci 1	Öğrenci 2	Öğrenci 3	Öğrenci 4	Öğrenci 5
1.284,84 kgCO ₂ e	691,57 kgCO ₂ e	210,96 kgCO ₂ e	524,18 kgCO ₂ e	680,78 kgCO ₂ e

Çizelge 5.17 : Pilot çalışma grubuna ait cephelerin gömülü CO₂ değerleri (1 birim için).

Öğrenci 1	Öğrenci 2	Öğrenci 3	Öğrenci 4	Öğrenci 5
1.156,35 kgCO ₂ e	103 kgCO ₂ e	459,23 kgCO ₂ e	195,60 kgCO ₂ e	926,88 kgCO ₂ e

Çizelge 5.18 : İleri çalışma grubuna ait cephelerin gömülü CO₂ değerleri (1 birim için).

Öğrenci 1	Öğrenci 2	Öğrenci 3	Öğrenci 4	Öğrenci 5
366,79 kgCO ₂ e	166,9 kgCO ₂ e	40,12 kgCO ₂ e	1.023,56 kgCO ₂ e	195,98 kgCO ₂ e

Üç dönemin toplam gömülü CO₂ değerlerinin ortalamalarına bakılarak karşılaştırma yapılarak, sonuç kısmında değerlendirme yapılacaktır. Üç dönemde toplam 15 öğrencinin çizdiği uygulama projelerinden sistem kesitleri ve cephe detayları veri olarak kaydedilmiş ve her cephe için gerekli olan hesaplamalar tamamlanmıştır.

5.2 Uygulama Projesi Dersi Projelerinden Elde Edilen Sonuçlar

Yapılan çalışmalar neticesinde kontrol grubu, pilot çalışma grubu ve ileri çalışma grubu olmak üzere üç farklı dönemden sonuçlar elde edilmiştir.

Beyin fırtınası çalışması ve seminer anlatımlarından sonra aşamalı olarak gerçekleştirilen stüdyo çalışmalarının neticesinde üç dönemde de 5’er öğrenciden

alınan cephe detaylarından elde edilen verilerin içeriği; U değeri, operasyonel CO₂ değeri, gömülü CO₂ değeri ve malzeme seçim puanlamalarıdır.

Yapılan tüm hesaplamalar ortak varsayımlara sahiptir. Tüm grupların hesaplamalarında aynı ihmaller ve kabuller yapılmıştır. Her grupta yapının genel karakterini ortaya koyan ve yapının toplam cephe yüzeyinin en az %60'ında geçerli olan cephe sistemleri hesaplamalara katılmıştır.

Çalışmanın yöntemi açısından öğrenci bazında değerlendirme yapmak doğru sonuç vermeyecektir. Eşit şartlardaki 5'er öğrenciden oluşturulan her 3 grup için elde edilen verilerin ortalama değerleri karşılaştırılmaya alınacaktır.

5.2.1 2014 – 2015 bahar dönemi uygulama projesi dersi öğrenci projelerinin (kontrol grubu) cephe detaylarına ilişkin elde edilen veriler

Kontrol grubundaki öğrencilerin cephe sistem detayları EK E1-2-3-4-5'te verilmiştir. Kontrol grubu cephe detaylarından elde edilen verilerin ortalama değerleri gösterilmiştir (Çizelge 5.19).

5.2.2 2014 – 2015 yaz dönemi uygulama projesi dersi öğrenci projelerinin (pilot çalışma grubu) cephe detaylarına ilişkin elde edilen veriler

Pilot çalışma grubundaki öğrencilerin cephe sistem detayları EK F1-2-3-4-5'te verilmiştir. Pilot çalışma grubu cephe detaylarından elde edilen verilerin ortalama değerleri gösterilmiştir (Çizelge 5.19).

5.2.3 2016 – 2017 güz dönemi uygulama projesi dersi öğrenci projelerinin (ileri çalışma grubu) cephe detaylarına ilişkin elde edilen veriler

İleri çalışma grubundaki öğrencilerin cephe sistem detayları EK G1-2-3-4-5'te verilmiştir. İleri çalışma grubu cephe detaylarından elde edilen verilerin ortalama değerleri gösterilmiştir (Çizelge 5.19).

Çizelge 5.19 : Her üç gruba ait sonuçların ortalama değerleri.

Yapılan Hesaplama	Kontrol G.	Pilot Çalışma G.	İleri Çalışma G.
U değeri	1,59 W / m ² K	0,25 W / m ² K	0,34 W / m ² K
Operasyonel CO ₂ değeri	54.479 kgCO ₂ e	8.566 kgCO ₂ e	11.512 kgCO ₂ e
Gömülü CO ₂ değeri	678,11 kg	567,87 kg	358,36 kg
Malzeme puanlaması	13.2 (birimsiz)	16.2 (birimsiz)	21.6 (birimsiz)

5.3 Sonuçların Karşılaştırılması

Kontrol grubunun U değeri ortalaması 1,59 W/m²K, pilot çalışma grubunun ortalaması 0,25 W/m²K ve ileri çalışma grubunun ortalaması 0,34 W/m²K dir. TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standartı'na göre İstanbul'da yapılacak bir yapı için dış duvarın U değerinin 0,57 W/m²K 'den düşük olması gerekmektedir. Kontrol grubundaki 5 projeden hiçbirisinin bu değer altında olmadığı belirlenmiştir. Pilot ve ileri çalışma gruplarında yapılan çalışmalar neticesinde tüm projeler standartta istenen değer altına düşürülmüştür. Bina cephelerinin düşük bir U-değerine sahip olması, daha az ısı kaybı olacağını gösterir. Bu durumda ısıtmaya harcanan enerji azalır. Bu aşamada kontrol grubu öğrencilerinin projelerindeki yüksek sonuçlara rağmen, çalışmada kullanılan yöntem yardımıyla mimarlık öğrencilerinin daha düşük değerler sağlayabileceği ve daha çevre dostu bina detayları oluşturabileceği görülmüştür.

U değeri hesaplamalarıyla ilişkili olarak binanın kullanımı sırasında ısıtma ihtiyacı enerji sağlanması ve bu sırada doğalgazın yanmasıyla ortaya çıkacak olan operasyonel CO₂ değerleri hesaplamaları yapılmıştır. Kontrol grubunun ortalama operasyonel CO₂ değeri 54.479 kgCO₂e, pilot çalışma grubunun 8.566 kgCO₂e ve ileri çalışma grubunun 11.512 kgCO₂e bulunmuştur. Binanın kullanımı sırasında çevreye salınan operasyonel CO₂ değerinin, yapılan çalışmanın sonucunda düştüğü gözlemlenmiştir.

U-değeri ve işletme CO₂ değeri hesaplamaları sonucunda, çalışma olumlu sonuçlar vermiştir.

Çalışmada araştırılan diğer bir husus üretilen cephelerde kullanılan malzemelerin kullanıma başlamadan önceki oluşum ve üretim fazlarında sahip olduğu gömülü CO₂ değerleridir. Hesaplamalar 1 birim üzerinden yapılmış ve böylece karşılaştırılma yapılabilmesi sağlanmıştır. Kontrol grubunun ortalama gömülü CO₂ değeri 678,11 kg , pilot grubun ortalaması 567,87 kg ve ileri çalışma grubunun ortalamasının 358,36 kg olduğu tespit edilmiştir. Yapının kaynak kullanımı bakımından önemli bir yüzdesine sahip olan cephe sisteminde kullanılan malzemelerin gömülü karbon değerlerinin azalması sürdürülebilir cephe ve yapı tasarımına önemli katkı sağlamaktadır. Yapılan çalışma neticesinde öğrencilerin kullandıkları malzemelerin çevresel etkilerini dikkate alarak cephe sistemlerini kurguadıkları görülmüş ve

oluşum aşamasında çevreye daha az zarar veren cepheler tasarlanmasıyla ilgili çalışma olumlu sonuçlar vermiştir. İleri çalışma grubunda öğrencilerin hazırladıkları sürdürülebilir cephe tasarım raporları EK H1-2-3-4-5'te verilmiştir.

Geliştirilen sürdürülebilir malzeme seçim değerlendirme yöntemi çevresel duyarlılıkla ilişkilidir. Kontrol grubunun ortalaması 13.2, pilot çalışma grubunun ortalaması 16.2 ve ileri çalışma grubunun ortalaması 21.6'dır. Belirlenen skalaya göre; birinci grup kötü, ikinci grup orta üçüncü grup ise iyi sonuç vermiştir. İleri çalışma grubuna sunulan foyde öğrencilere orta ve üzeri puan almaları hedef konulmuştur. Üç grubun karşılaştırılmasına bakıldığında öğrencilerin detay tasarımında sürdürülebilir malzeme seçimi yönünde bir dizi ilerleme kaydettiği görülmüştür.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın ana hedefi sürdürülebilir cephe tasarımının İTÜ mimarlık eğitim sürecindeki güncel durumunun saptanması ve iyileştirilmesi için önerilen yöntemin işlerliğinin test edilmesidir. İTÜ'deki mimarlık eğitiminde eğitimin odak noktasında yer aldığı düşünülen tasarım stüdyosunda teknik ve teknolojik konuların yeteri kadar ele alınmadığı öngörülerek müfredatta bu konularla ilgili zorunlu dersler tespit edilmiş ve uygulama projesi stüdyosu bu konuların entegrasyonunun yapıldığı yer olarak çalışma alanı olarak seçilmiştir.

Uygulama projesi stüdyosundaki öğrencilerin sürdürülebilir yapı ve cephe tasarlamaya ilişkin teorik altyapılarının pratiğe görece daha fazla olduğu yapılan çalışmayla saptanmıştır. Bu durumda edinilen bilgi birikiminin aktive edilerek uygulamaya aktarılması için bir yöntem geliştirilmiştir.

Mimarlık eğitiminde sürdürülebilir cephe tasarımının iyileştirilmesi için kullanılan yöntem şu şekilde kurgulanmıştır: iki yarıyıldaki öğrencilerle uygulama projesi dersinde pilot çalışma ve ileri çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalardaki ilerleyiş öğrencilerin sürdürülebilir yapı ve cephe tasarımıyla ilgili mevcut bilgi ve deneyimlerinin belirlenmesi için beyin fırtınası ve seminer çalışmasıyla başlayarak daha sonra stüdyoda yapılan cephelerin enerji verimliliğinin artırılmasına ve düşük karbonlu tasarıma yönelik çalışmalarla devam ettirilmesi şeklindedir.

Yapılan alan çalışması ve bunların analiziyle ilgili sonuçlar üç başlık altında toplanmıştır. Bunlardan ilki uygulama projesi dersi ile ilgili genel sonuçlar, ikincisi çalışmaya ilişkin genel değerlendirme ve üçüncüsü çalışmanın geliştirilmesine yönelik önerilerdir.

6.1 Uygulama Projesi Dersi İle İlgili Genel Sonuçlar

Çalışmada teknik ve teknolojik konuların entegrasyonunu sağlayan ders olarak “Uygulama Projesi Stüdyosu” ele alınmıştır. Çalışmanın yapıldığı 2014-2015 yaz ve

2016-2017 gz yarı yıllarında uygulama projesi stdyosuyla ilgili ortak sonuçlar şunlardır:

I. Cephe tasarımlarına ilişkin sonuçlar:

- a. Öğrencilerin, tasarladıkları yapılarda farklı form arayışlarını projelerine yansıttıkları ve cephe tasarımlarını da bu formlarla entegre edebildikleri görülmüştür.
- b. Öğrencilerin, cephe tasarımında kuzey cephelerini genellikle opak olarak ele alarak servis hacimlerini bu yönde çözdükleri görülmüştür.
- c. Öğrencilerin, tasarladıkları cephelerden optimum düzeyde gün ışığı almaya dikkat ettikleri ve bu sebeple öğrencilerin genel olarak ana mekanda şeffaf cephe tasarımlarına yöneldikleri görülmüştür.
- d. Mekansal kullanımların cepheyle entegre edilebildiği görülmüştür.
- e. Öğrencilerin cephe tasarımlarında akustik performans ile ilgili kriterlere çok bağı kalmadıkları görülmüştür.
- f. Öğrencilerin, cephe tasarımlarında mekanın havalandırılmasına yönelik bir takım önlemler aldıkları görülmüştür.
- g. İleri çalışma grubundaki diğ er öğrencilerden farklı olarak cephe tasarımlarında güneş kontrolü ve gün ışığından daha fazla yararlanmayla ilgili sistemlere yer verdikleri görülmüştür.
- h. Öğrencilerin çalışmada istenen değerleri sağlayan cephe tasarımı yaparken çalışmalarını revize etmeleri ve ilerletmeleri aşamalarında, cephe sisteminin diğ er yapı alt sistemleriyle ilişkisini rahatlıkla kurabildikleri görülmüştür.

II. Yapılan çalışmayla ilgili sonuçlar:

- a. Öğrencilerin, yapılan çalışmalara ilgisi ilk haftada eşit düzeyde olmamıştır.
- i. İlk aşamada ek bir sorumluluk olarak görülen bu çalışmanın tanıtılmasıyla birlikte öğrencilerin ilerleyen haftalarda çalışmaya yönelik motivasyonunun arttığı görülmüştür.

- j. Uygulama projesi stüdyosunun yoğun bir çalışma temposu olmasından dolayı yapılan çalışma öğrenciler tarafından bir ara olarak hissedilmiş ve farklı konularla ilgilenmek öğrencilerin motivasyonunu arttırmıştır.
- k. Öğrencilerin sürdürülebilir cephe tasarımı ile ilgili çalışmalarda istenenleri rahatlıkla yerine getirebilecek yeterlilikte oldukları anlaşılmıştır.
1. Öğrencilerin aynı dönem içerisinde hem tasarım projesi hem de uygulama projelerini eş zamanlı yürütüyor olmaları dönem içerisinde genel bir motivasyon düşüklüğü yaratabilmektedir.

6.2 Genel Değerlendirme

Çalışmada “sürdürülebilir cephe tasarımının mimari eğitimdeki güncel durumunun tespiti ve iyileştirilmesi için model önerisi” çalışmalarında, İTÜ mimarlık bölümünde 3 yarıyılıta üretilen uygulama stüdyosunda üretilen projelerin cephe sistemleri incelenmiştir.

Çalışmada binaların harcadığı enerji iki şekilde ele alınmıştır. İlki binaların oluşumu sırasında gömülü enerjinin hesaplanmasıdır. İkincisi, kullanım sırasında ne kadar enerji harcadığının hesaplanmasıdır. Binaların inşasında ve kullanımında harcadıkları enerji ne kadar az olursa, doğaya daha az zarar verilir, çünkü enerji genellikle tükenbilir kaynaklardan sağlanır. Bu kaynakların kullanımı da CO₂ salınmasına neden olur. Bu nedenle oluşumlar ve kullanımlar sırasında CO₂ emisyonlarının azaltılması daha sürdürülebilir bir yaklaşımdır. Kontrol grubunun sonuçlarında sürdürülebilir yaklaşımla ilgili herhangi bir tasarım kriterine rastlanamamıştır. Çıkan sonuçların karşılaştırılması yapılan çalışmalarla öğrencilerin sürdürülebilir cephe tasarımı ve malzeme kullanımlarına ilişkin bilgi birikimlerinin tazelenerek uygulamaya geçirildiği saptanmıştır.

Kurgulanan yöntem uygulanırsa, mimari öğrencilerin daha sürdürülebilir bina tasarladıkları tespit edilmiştir. Böylece, gelecekte inşaat faaliyetlerine katılacak mimar adayları doğaya daha az zararlı binalar tasarlayabilirler.

6.3 Çalışmanın Geliştirilmesine Yönelik Öneriler

Kullanılan modele ilişkin bir takım geliştirmeler yapılabilmesi mümkündür. Katı sınırlar içermemesinin ve farklı çalışmalarla desteklenebilir olmasının modelin zamanla kullanımında sıkıntılar ortaya çıkmasına engel olacağı düşünülmüştür. Kapsam ve yöntem geliştirilerek çalışma mimarlık eğitiminde daha faydalı bir model haline getirilebilir.

- I. Kapsam ile ilgili öneriler:
 - m. Çalışmada sürdürülebilir yapı tasarımı cepheler üzerinden incelenmiştir. Çalışmanın yapının diğer bileşenleri için de yapılması daha kapsamlı sonuçlara varılmasını sağlayabilir.
 - n. Yalnızca uygulama projesi dersi kapsamında yapılan bu çalışmanın mimari tasarım stüdyosuna da entegre edilmesi yararlı olacaktır.
- II. Yöntem ile ilgili öneriler:
 - a. Modelin kurgulanmasındaki çalışmalara bir takım ara stüdyo çalışmaları eklenmesi hem uygulama projesi dersinde öğrencilerin motivasyonunu yüksek tutmaya hem de sürdürülebilir yapı tasarımına ilişkin merak ve bilinç seviyesini arttırmaya yarayacaktır.
 - b. Uygulanan yöntemde zaman yetersizliğinden dolayı, öğrenmesi, kullanılması ve yapı tasarımında bir döneme sığdırılmayan simülasyon programlarının öğretilmesi paralel bir stüdyo ile desteklenerek öğrencilerin daha hızlı ve güvenilir bir şekilde cephenin enerji verimliliği, gün ışığı ve ısı performansını, taşıyıcılık performansı gibi verilere ulaşması sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- Ağca, B.** (2002). Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi (Johannesburg, 26 Ağustos - 4 Eylül 2002), *Dışişleri Bakanlığı Yayınları, Uluslararası Ekonomik Sorunlar Dergisi*, 7.
- Aksamija, A.** (2013). *Sustainable Facades, Design Methods for High Performance Building Envelope*, New Jersey, USA.: John Wiley & Sons.
- Aksu, Ö.** (2010). *Detay Tasarım Yöntemlerinin Kullanılabilirliğinin Deneysel Olarak Belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Altun, C.** (2010). Yapı Bilgisine Giriş Dersi, basılmamış ders notu.
- Altun, C.** (2012). Yapı Elemanları Tasarımı Dersi, basılmamış ders notu.
- Anink, D., Boonstra, C., Mak, J.** (1996). *Handbook Of Sustainable Building: An Environmental Preference Method For Selection Of Materials For Use In Construction And Refurbishment*, James & James, London.
- ASTM E 631**, (2006). Standard Terminology of Building Constructions, ABD.
- Hotten, R.** (2015, 10 Aralık). Volkswagen: The scandal explained. *BBC News*. Erişim adresi <http://www.bbc.com/news/business-34324772>
- Binan, M.**, (1975). *Yapı Elemanları Kısım 1*. İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Birleşmiş Milletler**, (1998). *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Kyoto Protokolü*, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.
- Breckland Council Report**, (2004). Design principles a consultation draft, Principle Four - Sustainability, s. 5.
- Breeam International New Construction Technical Manual**, (2016). Erişim: 11 Ocak 2016, <http://www.breeam.com>
- Brotrück, T.**, (2007) *Basics Roof Construction*. Birkhauser Publishers for Architecture, Basel, İsviçre.
- Bunz, K.R., Henze, G.P., Tiller, D.K.** (2006). Survey of sustainable building design practices in North America, Europe, and Asia. *Journal of Architectural Engineering*, 12 (1), 33–62.
- Francis D.K. Ching F.D.K., Adams C.**, (2006). *Çizimlerle bina yapım rehberi*, Yem Yayın, İstanbul.
- Cook, P.**, (1996). *Primer*. Academy Editions, Londra.
- De Salis, M. F., Oldham, D. J., & Sharples, S.** (2002). Noise control strategies for naturally ventilated buildings. *Building and Environment*, 37-5, 471-484.

- Edwards, B.**, (2001). *Green Architecture*. Architectural design, 71, 4. London: JohnWiley.
- Environmental Responsibility Report 2016 Progress Report Covering FY2015**, (2016). Erişim: 8 Mart 2017, http://images.apple.com/environment/pdf/Apple_Environmental_Responsibility_Report_2016.pdf
- Erkmen, F. İ.** (2012). *Opak Düşey Yapı Kabuğunun Enerji-Emerji Performansının Değerlendirilmesine Yönelik Bir Yaklaşım* (Doktora Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Eser, L.**, (1969). *Yapı Bilgisi Ders Notları Cilt 2*, Teknik Üniversite Matbaası, İstanbul.
- Filippin, C.** (2000). Benchmarking the energy efficiency and greenhouse gases emissions of school buildings in Central Argentina. *Building Environment*, 35 (5), 407–414.
- Foster, J. S.**, (1996). *Mitchell's Building Series Structure and Fabric Part I*, Fifth Edition, Longman, Essex, İngiltere.
- Fowler, K. M., Rauch, E.M.** (2006). Sustainable Building Rating System Summary, Department of Energy by Battelle, ABD.
- Godfaurd, J., Derek, C. C., Jeroimidis, G.** (2004) “*Sustainable Building Solutions: A Review of Lessons from the Natural World*”, UK.
- Gür, V.** (2007). *Mimaride Sürdürülebilirlik Kapsamında Değişken Yapı Kabukları İçin Bir Tasarım Destek Sistemi* (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Harris, C. M.**, (2000). *Dictionary of Architecture & Construction Third Edition*, McGraw-Hill, ABD.
- Hasol, D.**, (2005). *Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü*.Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul.
- Hegger, M., Fuchs, M., Stark, T. Ve Zeurner, M.**, (2008). *Energy Manual Sustainable Architecture*, Birkhauser, Basel, İsviçre.
- ISO 14040**, (2006). Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework, *International Organization for Standardization*, İsviçre.
- ISO 15392**, (2008). Building and Civil Engineering Vocabulary-Part 1:General Terms, 10.3, *International Organization for Standardization*, İsviçre.
- ISO 6707-1**, (2004). Sustainability in Building Construction General Principles, *International Organization for Standardization*, İsviçre.
- İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü**, (2015). Betonarme Yapılar Dersi Katalog Formu, İTÜ, İstanbul. Erişim: 19 Temmuz 2016, http://ssb.sis.itu.edu.tr:9000/pls/PROD/itu_icerik.p_download?file=MIM232
- İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü**, (2015). Çelik Yapılar Dersi Katalog Formu, İTÜ, İstanbul. Erişim: 19 Temmuz 2016,

http://ssb.sis.itu.edu.tr:9000/pls/PROD/itu_icerik.p_download?file=MIM253

İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü, (2015). Çevre Kontrolü Stüdyosu Dersi Katalog Formu, İTÜ, İstanbul. Erişim: 19 Temmuz 2016, http://ssb.sis.itu.edu.tr:9000/pls/PROD/itu_icerik.p_download?file=MIM242

İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü, (2015). Mukavemet Dersi Katalog Formu, İTÜ, İstanbul. Erişim: 19 Temmuz 2016, http://ssb.sis.itu.edu.tr:9000/pls/PROD/itu_icerik.p_download?file=MIM103

İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü, (2015). Statik Dersi Katalog Formu, İTÜ, İstanbul. Erişim: 19 Temmuz 2016, http://ssb.sis.itu.edu.tr:9000/pls/PROD/itu_icerik.p_download?file=MIM113

İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü, (2015). Uygulama Projesi Dersi Katalog Formu, İTÜ, İstanbul. Erişim: 19 Temmuz 2016, http://ssb.sis.itu.edu.tr:9000/pls/PROD/itu_icerik.p_download?file=MIM431

İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü, (2015). Yapı Bilgisine Giriş Dersi Katalog Formu, İTÜ, İstanbul. Erişim: 19 Temmuz 2016, http://ssb.sis.itu.edu.tr:9000/pls/PROD/itu_icerik.p_download?file=MIM162

İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü, (2015). Yapı Elemanları Tasarımı Dersi Katalog Formu, İTÜ, İstanbul. Erişim: 19 Temmuz 2016, http://ssb.sis.itu.edu.tr:9000/pls/PROD/itu_icerik.p_download?file=MIM244

İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü, (2015). Yapı Malzemesi Dersi Katalog Formu, İTÜ, İstanbul. Erişim: 19 Temmuz 2016, http://ssb.sis.itu.edu.tr:9000/pls/PROD/itu_icerik.p_download?file=MIM231

İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü, (2015). Yapı Statiği Dersi Katalog Formu, İTÜ, İstanbul. Erişim: 19 Temmuz 2016, http://ssb.sis.itu.edu.tr:9000/pls/PROD/itu_icerik.p_download?file=MIM271

İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü, (2015). Yapı ve Yapım Yöntemleri Dersi Katalog Formu, İTÜ, İstanbul. Erişim: 19 Temmuz 2016, http://ssb.sis.itu.edu.tr:9000/pls/PROD/itu_icerik.p_download?file=MIM263

Karakurt, H. S. (2008). *Pencere Sistemlerinin Isıl Performansının Doğrama Seçeneklerine Bağlı Olarak Değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kaya, U. (2010). *Sürdürülebilir Dış Duvar Sistemi İçin Tasarım Seçeneklerinin Geliştirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Kılıç, A.** (2012). Cephe Kaplamaları ve Cephe Yangın Güvenliği, *Yangın ve Güvenlik*, 152, 8-10.
- Kim, J.J. ve Rigdon, B.,** (1998). Sustainable Architecture Module: Introduction to Sustainable Design, National Pollution Prevention Center for Higher Education, Michigan. Erişim: 11 Mart 2015, <http://www.umich.edu/~nppcpub/resources/compendia/ARCHpdfs/ARCHdesIntro.pdf>
- Kobaş, B.** (2011). *Oluşturulmakta Olan Türk Yeşil Bina Değerlendirme Sisteminin Malzeme Kategorisi İçin Breeam Ve Leed Örneklerinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kohler, N., Chini, A. R.** (2005). Resource-Productive Material Use, *Sustainable Building Conference*, Japonya : Eylül 27-29.
- Levi, A. E., Coşgun, N., Erkarlan, Ö.** (2015).Türkiye’de Mimarlık Eğitimine Niceliksel Bir Bakış, *Mimarlık Dergisi*, 381(1-2).
- Metin, B.** (2010). *Cephe Kaplama Sistemlerinin Uygulama Süreçlerinin Çevresel Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Meiss, P. V.,** (1995). “Design in a World of Permissiveness and Speed” *Architectural Education, Educating Architects*, Academy Editions, Great Britain.
- Pitts, A.,** (2004). *Planning and Design Strategies for Sustainability and Profit: Pragmatic Sustainable Design on Building and Urban Scales*. Architectural Press, Burlington, ABD.
- Schittich, C.,** (2001). *In Detail: Building Skins: Concepts, Layers, Materials*, Birkhaeuser, Basel, İsviçre.
- Sirmen, A. Y.** (1997). *Performans Yaklaşımı İle Yapı Bileşenlerinin Değerlendirilmesi İçin Bir Yöntem Üzerine İnceleme*(Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Siza, A., Angelillo, A.,** (1997). *Writings on Architecture*. Milan: Skira.
- Somalı, B., Ilıcalı, E.** (2009). Leed Ve Breeam Uluslararası Yeşil Bina Değerlendirme Sistemlerinin Değerlendirilmesi , IX. Ulusal TesisatMühendisliği Kongresi , s. 1081.
- Stein, J. S.,** (1993). *Construction Glossary An Encyclopedic Reference and Manual* Second Edition, s. 153, 804, John Wiley&Sons, New York, ABD.
- Toydemir, N., Gürdal, E., ve Tanaçan, L.,** (2000). Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme, Literatür Yayınları, İstanbul.
- Trinius, W. ve Sjöström, C.,** (2007). Sustainability in Building Construction- International Standards in Progress, *Journal of ASTM International*, Vol.4, No.7. Erişim: 5 Nisan 2016, <http://www.astm.org>
- TS 498,** (1987). Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS 825,** (2005). Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.

- Turan, H.** (2007). *Çankaya İlçesi'nde Görev Yapan İlköğretim Okul Müdürlerinin Yönetim İşlevlerinde Karşılaştıkları Sorunlar Ve Sorun Çözme Uygulamaları* (Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Türkçü, H.Ç.**, (2004). *Yapım İlkeler-Malzemeler-Yöntemler-Çözümler*, 3.Basım, Birsen Yayınları, İstanbul.
- Türkeri, N.** (2009). *Yapı Bilgisine Giriş Dersi*, basılmamış ders notu.
- Türkeri, N.** (2010). *Yapı Elemanları Tasarımı Dersi*, basılmamış ders notu.
- Türkeri, N.** (2014) *Cephe Sistemleri: Performans, Standart ve Şartname Uzmanlık Sertifika Programı*, İTÜ Mimarlık Fakültesi.
- Uluoğlu, B.** (1990). *Mimari Tasarım Eğitimi: Tasarım Bilgisi Bağlamında Stüdyo Eleştirileri* (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Underwood, C., & Yik, F.**, (2008). *Modelling methods for energy in buildings*. John Wiley & Sons.
- Utkutuğ, G.** (2000). *Yeni Bin Yıla Girerken Sürdürülebilir Bir Gelecek İçin Ekolojik Ve Enerji Etken Hedefler İle Bina Tasarımı Ve İşletimi, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Ulusal Enerji Verimliliği Kongresi*, Ocak, Ankara, Bildiriler Kitabı, 148.
- Vitruvius**, (1998). *Mimarlık Üzerine On Kitap*, çev: Suna Güven, Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları, YEM, 3.Baskı, İstanbul
- Wakita, O.** (1999). *The Professional practice of architecture detailing*. New York: John Wiley&Sons.
- Williamson, T., Radford, A., Bennets, H.**, (2003). *Understanding Sustainable Architecture*, Spon Press, London.
- Wartzeck, S., Herrmann, E., Krammer, M., Reichel, A., Schultz, K., Sturm, J.**, (2015). *Enclose . build: Walls, facade, roof*. Basel/Berlin/Boston: Birkhäuser.
- Yazıcıoğlu, F.** (2013). *Bütünsel Mimarlık Eğitiminin Bir Bileşeni Olarak Mimarlıkta Teknoloji Eğitimi İçin Model Önerisi* (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yurttakal, Ö.** (2007). *Pencere Sistemlerinin Isıl Performansının Eleman Ve Bina Düzeyinde Değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yürekli, H., Yürekli, F.**, (2002), *1970'lerden Günümüze Mimari Tasarım Ve Eğitimi: Kara Kutudan Kara Deliğe*, Yapı 249, s.116-121.
- Yürekli, İ.** (2003). *Mimari Tasarım Eğitiminde Oyun* (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Zemella, G., Faraguna, A.**, (2014). *Evolutionary optimisation of façade design: A new approach for the design of building envelopes*. Springer London, Londra.
- Url-1** <<http://mim.itu.edu.tr/misyon-vizyon/>>, erişim tarihi 15.01.2017.
- Url-2** <<http://calismagruplari.itu.edu.tr>>, erişim tarihi 12.12.2016.

- Url-3** <<http://www.tdk.gov.tr/>>, erişim tarihi 17.08.2015.
- Url-4** <http://www.cyprus-property-buyers.com/photographs/concrete_slab.jpg>, erişim tarihi 02.05.2017.
- Url-5** <http://ders.insaatbolumu.com/yapi/duvar/bosluklu_duvar_orme-2.jpg>, erişim tarihi 02.05.2017.
- Url-6** <<https://theconstructor.org/wp-content/uploads/2015/07/load-bearingmasonry-wall.jpg>>, erişim tarihi 19.04.2017.
- Url-7** <http://www.greenbuildingadvisor.com/sites/default/files/images/ADV-frame-wall-H174LS_1301_0.jpg>, erişim tarihi 19.04.2017.
- Url-8** <http://www.steelconstruction.info/images/thumb/c7/K3_Fig_12.png/250px-K3_Fig_12.png>, erişim tarihi 19.04.2017.
- Url-9** <<https://s-media-cacheak0.pinimg.com/originals/97/86/40/978640205ae2665fff68039c53b4889a.jpg>>, erişim tarihi 19.04.2017.
- Url-10** <http://charisyear2.weebly.com/uploads/2/4/2/6/24266796/8112698_orig.jpg>, erişim tarihi 02.05.2017.
- Url-11** <<https://en.oxforddictionaries.com/definition/facade>>, erişim tarihi 12.03.2017.
- Url-12** <<https://en.oxforddictionaries.com/definition/performance>>, erişim tarihi 10.09.2016.
- Url-13** <http://www.crlarch.com/project_gallery/case_studies/Cherokee_Studio_Lofts.html>, erişim tarihi 21.04.2017.
- Url-14** <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/48/St_Catherine%27s_Health_Centre%2C_Birkenhead.jpg/640px-St_Catherine%27s_Health_Centre%2C_Birkenhead.jpg>, erişim tarihi 21.04.2017.
- Url-15** <<http://levolux.com/project/abu-dhabi-hotel/>>, erişim tarihi 21.04.2017.
- Url-16** <<http://www.cephesistemleri.co/wp-content/uploads/2016/12/cephelyalitim.jpg>>, erişim tarihi 21.04.2017.
- Url-17** <http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.590a854c33d3b7.86287454>, erişim tarihi 12.04.2016.
- Url-18** <<https://en.oxforddictionaries.com/definition/sustainable>>, erişim tarihi 12.02.2016.
- Url-19** <<http://dictionary.cambridge.org/dictionary/turkish/sustainable>>, erişim tarihi 12.02.2016.
- Url-20** <<https://www.merriam-webster.com/dictionary/sustainable>>, erişim tarihi 12.02.2016.
- Url-21** <<http://www.habitat.org.tr/gundem21/40-gundem21/47-gundem-21.html>>

>, erişim tarihi 12.02.2016.

Url-22 <http://www.cem.gov.tr/erozyon/anasayfa/resimlihaber/12-07-24/rio_20_birleşmiş_milletler_sürdürülebilir_kalkınma_konferansı_istediğimiz_gelecek_başlıklı_sonuç_bildirgesi.aspx?sflang=tr>, erişim tarihi 01.05.2017.

Url-23 <<http://www.usgbc.org/discoverleed>>, erişim tarihi 12.02.2016.

Url-24 <<http://www.environdec.com/en/What-is-an-EPD/>>, erişim tarihi 10.04.2017.

Url-25 <<http://www.inovasyon.org/pdf/eek.bolum4.pdf>>, erişim tarihi 04.04.2017.

Url-26 <<http://bau-umwelt.de/hp2/Home.htm> >, erişim tarihi 17.01.2017.

Url-27 <<http://www.greenspec.co.uk/embodied-energy.php>>, erişim tarihi 17.01.2017.

Url-28 <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778807000990>>, erişim tarihi 17.01.2017.

Url-29 <<http://isse.utk.edu/> >, erişim tarihi 17.01.2017.

Url-30 <http://www.bau-epd.at/wp-content/uploads/2014/11/EPD-ISOCELL_Ecoinvent_20140825-English.pdf> , erişim tarihi 10.04.2017.

Url-31 <<http://www.european-aluminium.eu/media/1773/2015-06-10-epd-etalbond-pe.pdf>>, erişim tarihi 10.04.2017.



EKLER

- EK A:** Boş sürdürülebilir cephe raporu örneği
- EK B1:** Kontrol grubu operasyonel CO₂ değeri hesaplamaları
- EK B2:** Pilot çalışma grubu operasyonel CO₂ değeri hesaplamaları
- EK B3:** İleri çalışma grubu operasyonel CO₂ değeri hesaplamaları
- EK C1:** Kontrol grubu malzeme puanlama hesaplamaları
- EK C2:** Pilot çalışma malzeme puanlama hesaplamaları
- EK C3:** İleri çalışma grubu malzeme puanlama hesaplamaları
- EK D1:** Kontrol grubu envanter listesi ve gömülü CO₂ değeri hesaplamaları
- EK D2:** Pilot çalışma grubu envanter listesi ve gömülü CO₂ değeri hesaplamaları
- EK D3:** İleri çalışma grubu envanter listesi ve gömülü CO₂ değeri hesaplamaları
- EK E1:** Kontrol grubu öğrenci 1'den alınan cephe çizimleri
- EK E2:** Kontrol grubu öğrenci 2'den alınan cephe çizimleri
- EK E3:** Kontrol grubu öğrenci 3'ten alınan cephe çizimleri
- EK E4:** Kontrol grubu öğrenci 4'ten alınan cephe çizimleri
- EK E5:** Kontrol grubu öğrenci 5'ten alınan cephe çizimleri
- EK F1:** Pilot çalışma grubu öğrenci 1'den alınan cephe çizimleri
- EK F2:** Pilot çalışma grubu öğrenci 2'den alınan cephe çizimleri
- EK F3:** Pilot çalışma grubu öğrenci 3'ten alınan cephe çizimleri
- EK F4:** Pilot çalışma grubu öğrenci 4'ten alınan cephe çizimleri
- EK F5:** Pilot çalışma grubu öğrenci 5'ten alınan cephe çizimleri
- EK G1:** İleri çalışma grubu öğrenci 1'den alınan cephe çizimleri
- EK G2:** İleri çalışma grubu öğrenci 2'den alınan cephe çizimleri
- EK G3:** İleri çalışma grubu öğrenci 3'ten alınan cephe çizimleri
- EK G4:** İleri çalışma grubu öğrenci 4'ten alınan cephe çizimleri
- EK G5:** İleri çalışma grubu öğrenci 5'ten alınan cephe çizimleri
- EK H1:** İleri çalışma grubu öğrenci 1 sürdürülebilir cephe tasarım raporu
- EK H2:** İleri çalışma grubu öğrenci 2 sürdürülebilir cephe tasarım raporu
- EK H3:** İleri çalışma grubu öğrenci 3 sürdürülebilir cephe tasarım raporu
- EK H4:** İleri çalışma grubu öğrenci 4 sürdürülebilir cephe tasarım raporu
- EK H5:** İleri çalışma grubu öğrenci 5 sürdürülebilir cephe tasarım raporu

EK A: Boş sürdürülebilir cephe raporu örneği

İstanbul Teknik Üniversitesi / 2016-2017 Güz Yarıyılı Uygulama Projesi Dersi / Cephe Analizi Uygulaması ve Raporu	
ÇİZİMLER	HESAPLAMALAR
<p>DIŞ DUVAR SİSTEM KESİT DETAYI 1/20</p>	<p>U DEĞERİ HESABI</p>
<p>DIŞ DUVAR SİSTEM PLAN DETAYI 1/20</p>	<p>MALZEME PUANLAMASI</p>
<p>DIŞ DUVAR DOĞRAMA (KAPI - PENCERE) DETAYI 1/20</p>	
<p>CEPHE GÖRÜNÜŞÜ $\frac{1}{100}$ (KİSMİ OLABİLİR)</p>	RAPOR
	<ol style="list-style-type: none">1. Cephe sisteminin kısa tanıtımı (konsept yaklaşımı, cepheden beklenen performansların kısa bir özeti).2. Cephe kullanılan malzemelerin seçimi ile ilgili yaklaşımlar, nelere dikkat edildiği, varsa referans firma ismi, ürün fotoğrafı vb.)3. U değeri hesaplaması ve malzeme puanlaması aşamalarında yapılan kabuller, malzemeleri puanlamada hangi alanlara dahil edildi kısa bir şekilde özet.

EK B1: Kontrol grubu operasyonel CO₂ değeri hesaplamaları

Öğrenci 1	$H = 1,88 \times 1 = 1,88 \text{ W/K} ; Q_{\text{yıl}} = 1,88 \times (13,3+13,3+12+7,9+3,3+0+0+0+0,8+3,4+7,5+11) \times (86400 \times 30 \times 12) = 4.239.475.200\text{joule} = 1.177.632 \text{ kwh} = 110680 \text{ m}^3 \text{ doğalgaz} = 64,415 \text{ kgCO}_2\text{e}$
Öğrenci 2	$H = 1,53 \times 1 = 1,53 \text{ W/K} ; Q_{\text{yıl}} = 1,53 \times (13,3+13,3+12+7,9+3,3+0+0+0+0,8+3,4+7,5+11) \times (86400 \times 30 \times 12) = 3.450.211.200\text{joule} = 958.392 \text{ kwh} = 90.075 \text{ m}^3 \text{ doğalgaz} = 52,424 \text{ kgCO}_2\text{e}$
Öğrenci 3	$H = 1,88 \times 1 = 1,88 \text{ W/K} ; Q_{\text{yıl}} = 1,88 \times (13,3+13,3+12+7,9+3,3+0+0+0+0,8+3,4+7,5+11) \times (86400 \times 30 \times 12) = 4.239.475.200\text{joule} = 1.177.632 \text{ kwh} = 110680 \text{ m}^3 \text{ doğalgaz} = 64,415 \text{ kgCO}_2\text{e}$
Öğrenci 4	$H = 1,53 \times 1 = 1,53 \text{ W/K} ; Q_{\text{yıl}} = 1,53 \times (13,3+13,3+12+7,9+3,3+0+0+0+0,8+3,4+7,5+11) \times (86400 \times 30 \times 12) = 3.450.211.200\text{joule} = 958.392 \text{ kwh} = 90.075 \text{ m}^3 \text{ doğalgaz} = 52,424 \text{ kgCO}_2\text{e}$
Öğrenci 5	$H = 1,13 \times 1 = 1,13 \text{ W/K} ; Q_{\text{yıl}} = 1,13 \times (13,3+13,3+12+7,9+3,3+0+0+0+0,8+3,4+7,5+11) \times (86400 \times 30 \times 12) = 2.548.195.200\text{joule} = 707.832 \text{ kwh} = 66.526 \text{ m}^3 \text{ doğalgaz} = 38,718 \text{ kgCO}_2\text{e}$

EK B2: Pilot çalışma grubu operasyonel CO₂ değeri hesaplamaları

Öğrenci 1	$H = 0,11 \times 1 = 0,11 \text{ W/K};$ $Q_{\text{yıl}} = 0,11 \times (13,3+13,3+12+7,9+3,3+0+0+0+0,8+3,4+7,5+11) \times (86400 \times 30 \times 12) = 248.054.400 \text{ joule} = 68.904 \text{ kwh} = 6.476 \text{ m}^3$ doğalgaz = 3,769 kgCO ₂ e
Öğrenci 2	$H = 0,30 \times 1 = 0,30 \text{ W/K};$ $Q_{\text{yıl}} = 0,30 \times (13,3+13,3+12+7,9+3,3+0+0+0+0,8+3,4+7,5+11) \times (86400 \times 30 \times 12) = 676.512.000 \text{ joule} = 187.920 \text{ kwh} = 17.662 \text{ m}^3$ doğalgaz = 10,280 kgCO ₂ e
Öğrenci 3	$H = 0,19 \times 1 = 0,19 \text{ W/K};$ $Q_{\text{yıl}} = 0,19 \times (13,3+13,3+12+7,9+3,3+0+0+0+0,8+3,4+7,5+11) \times (86400 \times 30 \times 12) = 428.457.600 \text{ joule} = 119.016 \text{ kwh} = 11.186 \text{ m}^3$ doğalgaz = 6,510 kgCO ₂ e
Öğrenci 4	$H = 0,34 \times 1 = 0,34 \text{ W/K};$ $Q_{\text{yıl}} = 0,34 \times (13,3+13,3+12+7,9+3,3+0+0+0+0,8+3,4+7,5+11) \times (86400 \times 30 \times 12) = 766.713.600 \text{ joule} = 212.976 \text{ kwh} = 20.016 \text{ m}^3$ doğalgaz = 11,650 kgCO ₂ e
Öğrenci 5	$H = 0,31 \times 1 = 0,31 \text{ W/K};$ $Q_{\text{yıl}} = 0,31 \times (13,3+13,3+12+7,9+3,3+0+0+0+0,8+3,4+7,5+11) \times (86400 \times 30 \times 12) = 699.062.400 \text{ joule} = 194.184 \text{ kwh} = 18.250 \text{ m}^3$ doğalgaz = 10,622 kgCO ₂ e

EK B3: İleri çalışma grubu operasyonel CO₂ değeri hesaplamaları

Öğrenci 1	$H = 0,48 \times 1 = 0,48 \text{ W/K} ;$ $Q_{\text{yıl}} = 0,48 \times (13,3+13,3+12+7,9+3,3+0+0+0+0,8+3,4+7,5+11) \times (86400 \times 30 \times 12) = 1.082.419.200 \text{ joule} = 300.672 \text{ kwh} = 28.257 \text{ m}^3$ doğalgaz = 16.446 kgCO ₂ e
Öğrenci 2	$H = 0,35 \times 1 = 0,35 \text{ W/K} ;$ $Q_{\text{yıl}} = 0,35 \times (13,3+13,3+12+7,9+3,3+0+0+0+0,8+3,4+7,5+11) \times (86400 \times 30 \times 12) = 789.264.000 \text{ joule} = 219.240 \text{ kwh} = 20.605 \text{ m}^3$ doğalgaz = 11.992 kgCO ₂ e
Öğrenci 3	$H = 0,28 \times 1 = 0,28 \text{ W/K} ;$ $Q_{\text{yıl}} = 0,28 \times (13,3+13,3+12+7,9+3,3+0+0+0+0,8+3,4+7,5+11) \times (86400 \times 30 \times 12) = 631.411.200 \text{ joule} = 175.392 \text{ kwh} = 16.484 \text{ m}^3$ doğalgaz = 9.594 kgCO ₂ e
Öğrenci 4	$H = 0,22 \times 1 = 0,22 \text{ W/K} ;$ $Q_{\text{yıl}} = 0,22 \times (13,3+13,3+12+7,9+3,3+0+0+0+0,8+3,4+7,5+11) \times (86400 \times 30 \times 12) = 496.108.800 \text{ joule} = 137.808 \text{ kwh} = 12.952 \text{ m}^3$ doğalgaz = 7.538 kgCO ₂ e
Öğrenci 5	$H = 0,35 \times 1 = 0,35 \text{ W/K} ;$ $Q_{\text{yıl}} = 0,35 \times (13,3+13,3+12+7,9+3,3+0+0+0+0,8+3,4+7,5+11) \times (86400 \times 30 \times 12) = 789.264.000 \text{ joule} = 219.240 \text{ kwh} = 20.605 \text{ m}^3$ doğalgaz = 11.992 kgCO ₂ e

EK C1: Kontrol grubu malzeme puanlama hesaplamaları

Öğrenci 1	Dış duvar konstrüksiyonu=2, Pencere ve kapılar=6, Kaplama=2, Cam çeşidi ve uygulaması=4, Toplam= 14
Öğrenci 2	Dış duvar konstrüksiyonu=3, Pencere ve kapılar=5, Kaplama =2, Cam çeşidi ve uygulaması=3, Toplam= 13
Öğrenci 3	Dış duvar konstrüksiyonu=2, Pencere ve kapılar=5, Kaplama =2, Cam çeşidi ve uygulaması=4, Toplam= 13
Öğrenci 4	Dış duvar konstrüksiyonu=2, Pencere ve kapılar=4, Kaplama =2, Cam çeşidi ve uygulaması=4, Toplam= 12
Öğrenci 5	Dış duvar konstrüksiyonu=2, Pencere ve kapılar=5, Kaplama =2, Cam çeşidi ve uygulaması=5, Toplam= 14

EK C2: Pilot çalışma malzeme puanlama hesaplamaları

Öğrenci 1	Dış duvar konstrüksiyonu=7, Pencere ve kapılar=5, Kaplama=3, Cam çeşidi ve uygulaması=5, Toplam= 20
Öğrenci 2	Dış duvar konstrüksiyonu=3, Pencere ve kapılar=5, Kaplama =4, Cam çeşidi ve uygulaması=4, Toplam= 16
Öğrenci 3	Dış duvar konstrüksiyonu=3, Pencere ve kapılar=5, Kaplama =2, Cam çeşidi ve uygulaması=5, Toplam= 15
Öğrenci 4	Dış duvar konstrüksiyonu=3, Pencere ve kapılar=5, Kaplama =4, Cam çeşidi ve uygulaması=6, Toplam= 18
Öğrenci 5	Dış duvar konstrüksiyonu=2, Pencere ve kapılar=5, Kaplama =2, Cam çeşidi ve uygulaması=3, Toplam= 12

EK C3: İleri çalışma grubu malzeme puanlama hesaplamaları

Öğrenci 1	Dış duvar konstrüksiyonu=5, Pencere ve kapılar=7, Kaplama=3, Cam çeşidi ve uygulaması=6, Toplam= 21
Öğrenci 2	Dış duvar konstrüksiyonu=5, Pencere ve kapılar=9, Kaplama =2, Cam çeşidi ve uygulaması=7, Toplam= 23
Öğrenci 3	Dış duvar konstrüksiyonu=5, Pencere ve kapılar=7, Kaplama =4, Cam çeşidi ve uygulaması=3, Toplam= 17
Öğrenci 4	Dış duvar konstrüksiyonu=10, Pencere ve kapılar=7, Kaplama =4, Cam çeşidi ve uygulaması=7, Toplam= 28
Öğrenci 5	Dış duvar konstrüksiyonu=5, Pencere ve kapılar=7, Kaplama =1, Cam çeşidi ve uygulaması=6, Toplam= 19

EK D1: Kontrol grubu envanter listesi ve gömülü CO₂ değeri hesaplamaları

	Yoğunluk kg/m ³	Emisyon CO ² e	Öğrenci 1		Öğrenci 2		Öğrenci 3		Öğrenci 4		Öğrenci 5	
			Toplam Kullanım	Toplam Co ² e	Toplam Kullanım	Toplam Co ² e	Toplam Kullanım	Toplam Co ² e	Toplam Kullanım	Toplam Co ² e	Toplam Kullanım	Toplam Co ² e
Double glazing (Url-26)	2600 (2400- 2800)	1,23 kg/kg	(26kg)0, 01 m ³	31,98	(26kg) ₃ 0, 01 m ³	31,98	(26kg)0,0 1 m ³	31,98	(26kg)0, 01 m ³	31,98	(26kg) ₃ 0, 01 m ³	31,98
Steel column / beam (Url- 27)	7850	2,85 kg	(439,6kg)0,056 m3	1.252,8 6	(117,75k g)0,015 m3	335,59	(62,8kg) 0,008	178,98	(172,7kg)0,022m 3	492,19	(227,65k g)0,029 m3	648,8
Reinforced concrete RC35 (Url- 28)	2500	0,18	-	-	(1800kg) 0,72m3	324	-	-	-	-	-	-
			1.284,84		691,57		210,96		524,18		680,78	
Ortalama =678,11 kg												

EK D2: Pilot çalışma grubu envanter listesi ve gömülü CO₂ değeri hesaplamaları

	Yoğunluk kg/m ³	Emisyon CO ₂ e	Öğrenci 1		Öğrenci 2		Öğrenci 3		Öğrenci 4		Öğrenci 5	
			Toplam Kullanım	Toplam Co ₂ e	Toplam Kullanım	Toplam Co ₂ e	Toplam Kullanım	Toplam Co ₂ e	Toplam Kullanım	Toplam Co ₂ e	Toplam Kullanım	Toplam Co ₂ e
Steel column / beam (Url-27)	7850	2,85 kg/kg	(353,25kg) 0,045 m ³	1.006,7 6	-	-	-	-	-	-	(314kg)0, 04m ³	894,9
Rheinzink (Url-27)	7200	2,62 kg/kg	(28,8kg) 0,004m ³	75,46	-	-	-	-	-	-	-	-
OSB (Url-27)	600	0,96 kg/kg	(12kg)0, 02m ³	11,52	-	-	-	-	-	-	-	-
Cement board (Url-27)	1350	0,68 kg/kg	(20,25kg) 0,015m ³	13,77	-	-	-	-	-	-	-	-
Tyvek (Url-27)	0.069 kg/m ²	45,53 kg/kg	(0,069kg) 1m ²	3,14	-	-	-	-	-	-	-	-
Rockwool (Url-27)	94	82.64 (1m ³ stone wool)	0,14m ³	11,57	-	-	-	-	-	-	-	-
Plaster board (Url-28)	650	2,1 kg/kg	(16,25kg) 0,025m ³	34,13	-	-	(8,45kg)0, 013m ³	17,75	-	-	-	-
Western red cedir	370	0,72kg/k g	-	-	(7,4kg)0, 02m ³	5,33	-	-	-	-	-	-

panel (Url-27)												
Box profile (Url-27)	8000	2,49 kg	-	-	(16kg)0,0 02m3	39,84	-	-	-	-	-	-
Plaster (Url-28)	1550	0.198 kg/kg	-	-	(93kg)0,0 6m3	18,41	(62kg)0,0 4m3	12,28	(31kg)0, 02m3	6,14	-	-
Xps (Url- 27)	29	9.40 (1 m2 thick. 100mm)	-	-	1m2 thick. 50mm	4,7	1m2 thick. 70mm	6,58	1m2 thick. 50mm	4,7	-	-
Aerated concrete (Url-28)	500	191.6 kg/m3	-	-	0,18m3	34,49	0,18m3	34,49	0,18m3	34,49	-	-
Paint (Url-28)	1300 (1liter=11 m2)	2.5 kg/liter	-	-	1m2	0,23	1m2	0,23	1m2	0,23	-	-
Ceramic (Url-27)	3000	43,1	-	-	-	-	(9kg)0,00 3m3	387,9	-	-	-	-
Reinforce d concrete (Url-28)	2500	0,18 kg/kg	-	-	-	-	-	-	(800kg)0 ,32m3	144	-	-
Natural Stone Granite (Url-29)	2744	0,11kg/k g	-	-	-	-	-	-	(54,88kg)0,02m3	6,04	-	-
Steel column / beam	7850	2,85 kg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	(314kg)0, 04m3	894,9

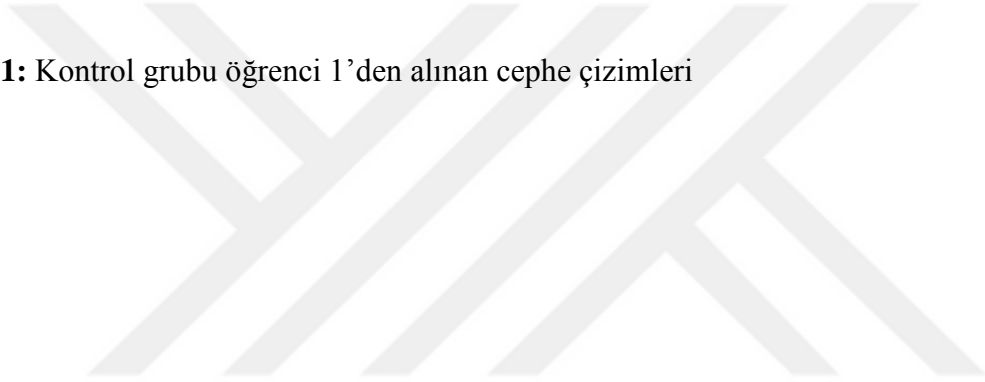
(Url-27)												
			1.156,35		103		459,23		195,60		926,88	
Ortalama= 567,87 kg												

EK D3: İleri çalışma grubu envanter listesi ve gömülü CO₂ değeri hesaplamaları

	Yoğunluk kg/m ³	Emisyon CO ² e	Öğrenci 1		Öğrenci 2		Öğrenci 3		Öğrenci 4		Öğrenci 5	
			Toplam Kullanım	Toplam Co ² e	Toplam Kullanım	Toplam Co ² e	Toplam Kullanım	Toplam Co ² e	Toplam Kullanım	Toplam Co ² e	Toplam Kullanım	Toplam Co ² e
Steel column / beam (Url-27)	7850	2,85 kg/kg	(117,75kg) 0,015m ³	335,59	-	-	-	-	(353,25kg) 0,045m ³	1.006,76	-	-
Double glazing (Url-26)	2600 (2400-2800)	1,23 kg/kg	(26kg) 0,012 m ³	31,20	-	-	-	-	-	-	-	-
Reinforced concrete (Url-28)	2500	0,18 kg/kg	-	-	(875kg) 0,35m ³	157,5	-	-	-	-	-	-
Xps (Url-27)	29	9.40 (1 m2 thick. 100mm)	-	-	1m2 thick. 100mm	9,40	1m2 thick. 60mm	5,64	-	-	1m2 thick. 50mm	5,64
Western red cedar panel (Url-27)	370	0,72kg/kg	-	-	-	-	(3,7 kg) 0,01 m ³	2,67	(3,7 kg) 0,01 m ³	2,67	-	-
Aerated concrete (Url-28)	500	191.6 kg/m ³	-	-	-	-	0,15 m ³	28,74	-	-	0,2 m ³	38,32
Plaster (Url-28)	1550	0.198 kg/kg	-	-	-	-	(15,5kg) 0,01 m ³	3,07	-	-	(15,5kg) 0,01 m ³	3,07
Cement board (Url-27)	1350	0,68 kg/kg	-	-	-	-	-	-	(20,25kg) 0,015m ³	13,77	-	-

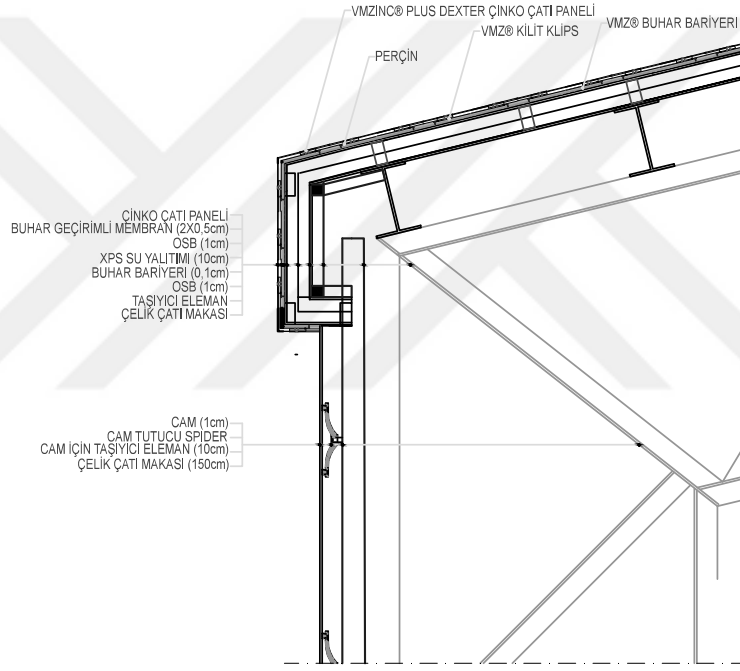
Selüloz esaslı ısı yalıtımı (Url-30)	40	0,18 kg/kg	-	-	-	-	-	-	(2 kg) 0,05 m ³	0,36	-	-
Aluminium comp. Panel (Url-31)	1530 kg/m ³	32,4	-	-	-	-	-	-	-	-	(4,59 kg) 0,003 m ³	148,72
Paint (Url-28)	1300 (1liter=11 m2)	2.5 kg/liter	-	-	-	-	-	-	-	-	1m2	0,23
			366,79		166,9		40,12		1.023,56		195,98	
Ortalama= 358,36 kg												

EK E1: Kontrol grubu öğrenci 1'den alınan cephe çizimleri



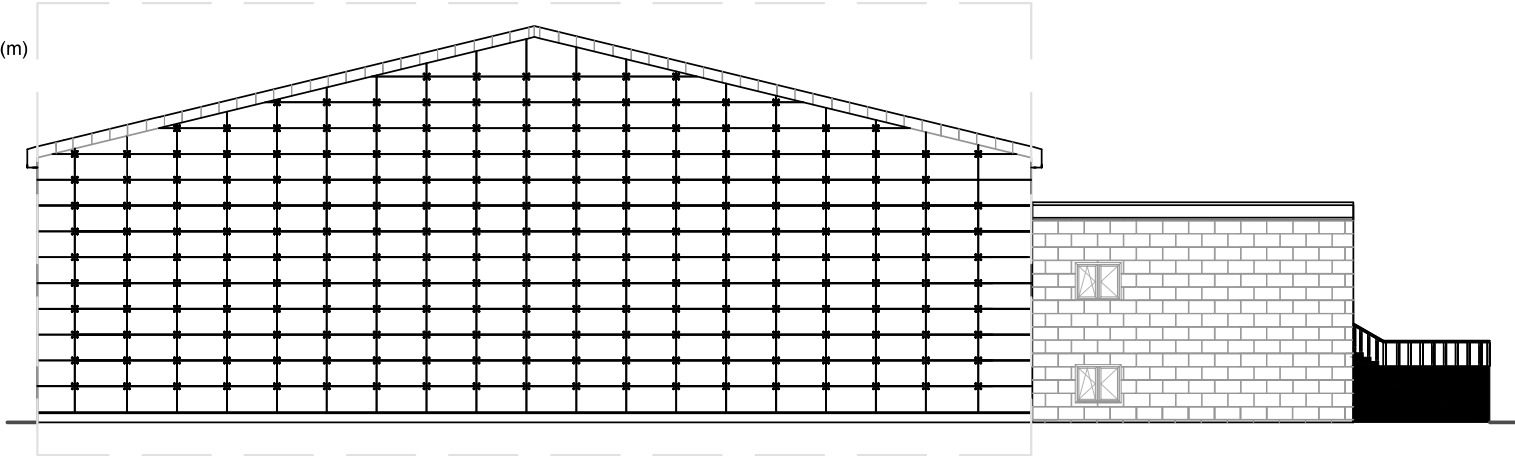
CEPHE SİSTEM KESİTİ

0 5 25 50 (cm)



GÖRÜNÜŞ

0 1 5 (m)

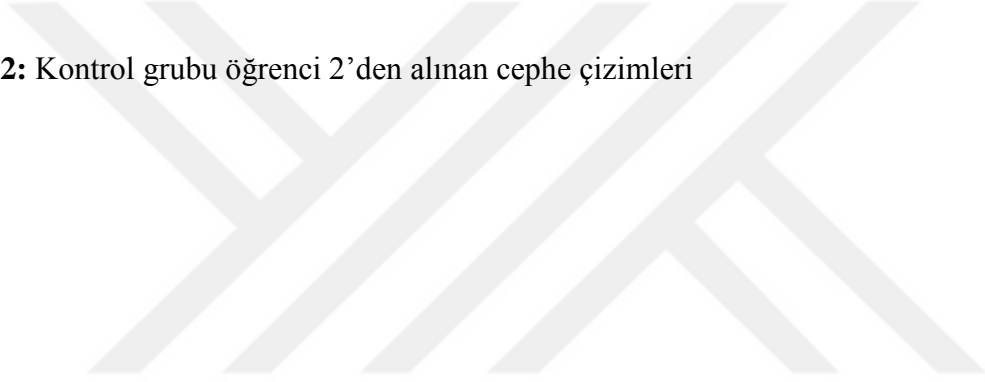


İstanbul Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Kont ve Yapı Tek. Programı

DÜZENLEYEN: ELİF SARPAŞAR - 502141507

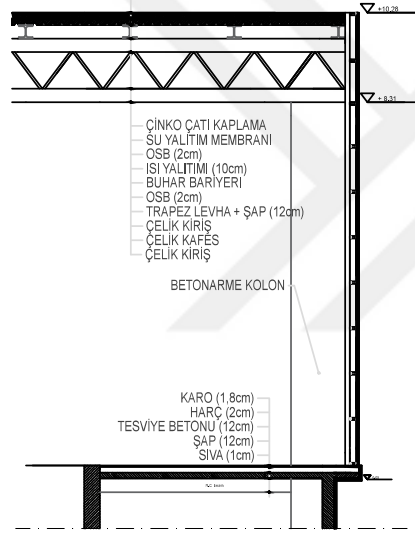
İTÜ OLİMPİK YÜZME HAVUZU
KONTROL GRUBU - ÖĞRENCİ 1

EK E2: Kontrol grubu öğrenci 2'den alınan cephe çizimleri



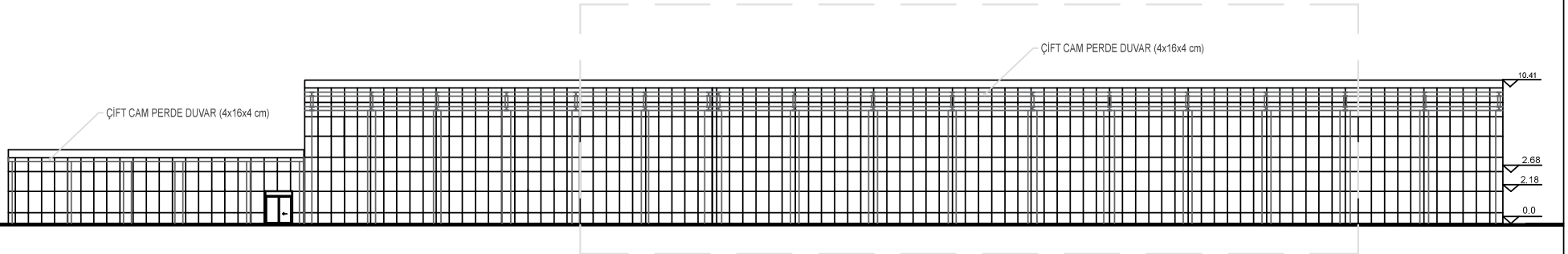
CEPHE SİSTEM KESİTİ

0 25 125 250 (cm)



GÖRÜNÜŞ

0 2.5 5 15 (m)

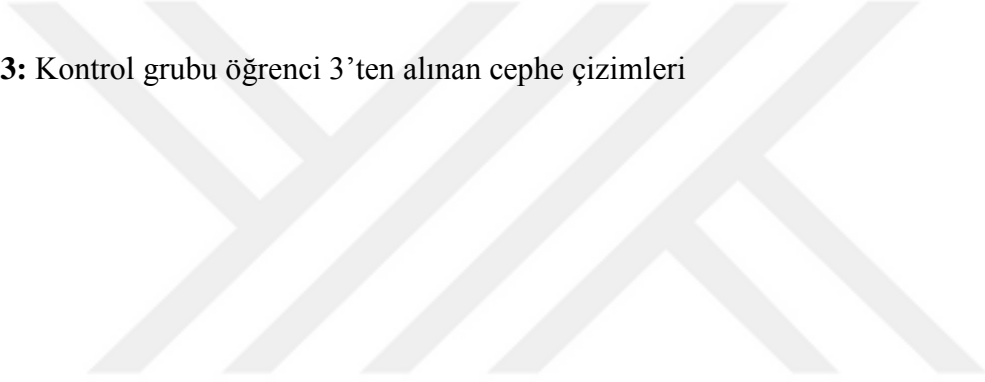


İstanbul Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Kont ve Yapı Tek. Programı

DÜZENLEYEN: ELİF SARPAŞAR - 502141507

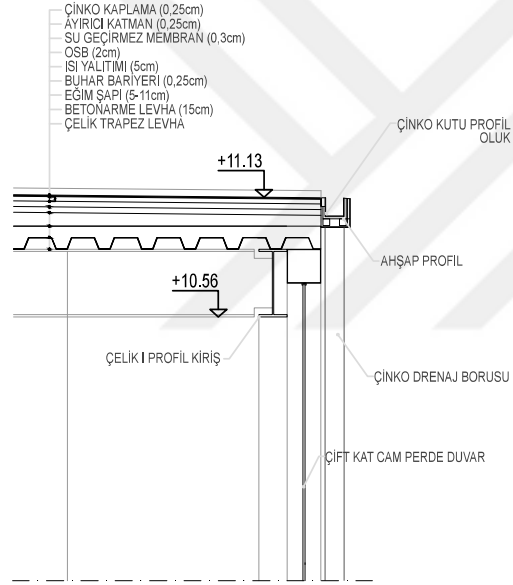
İTÜ OLİMPİK YÜZME HAVUZU
KONTROL GRUBU - ÖĞRENCİ 2

EK E3: Kontrol grubu öğrenci 3'ten alınan cephe çizimleri



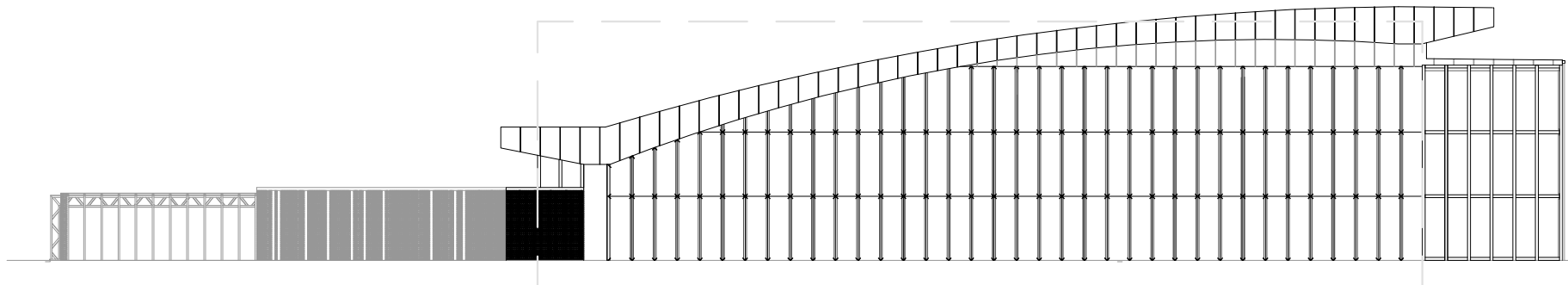
CEPHE SİSTEM KESİTİ

0 5 25 50 (cm)



GÖRÜNÜŞ

0 1 5 (m)

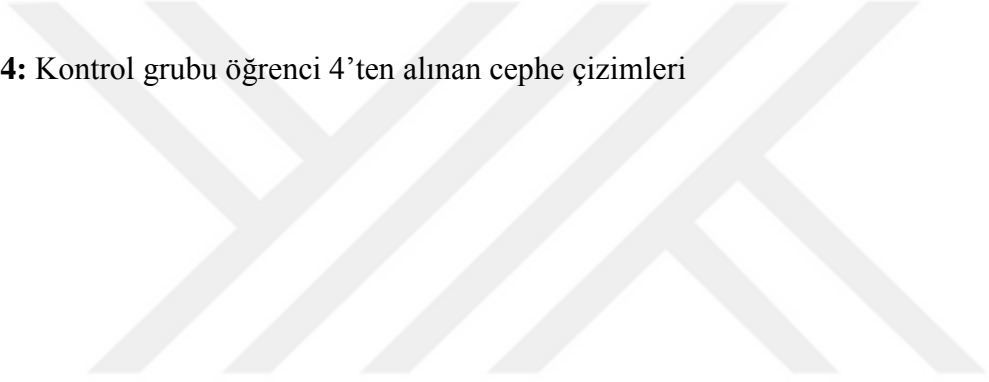


İstanbul Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Kont ve Yapı Tek. Programı

DÜZENLEYEN: ELİF SARPAŞAR - 502141507

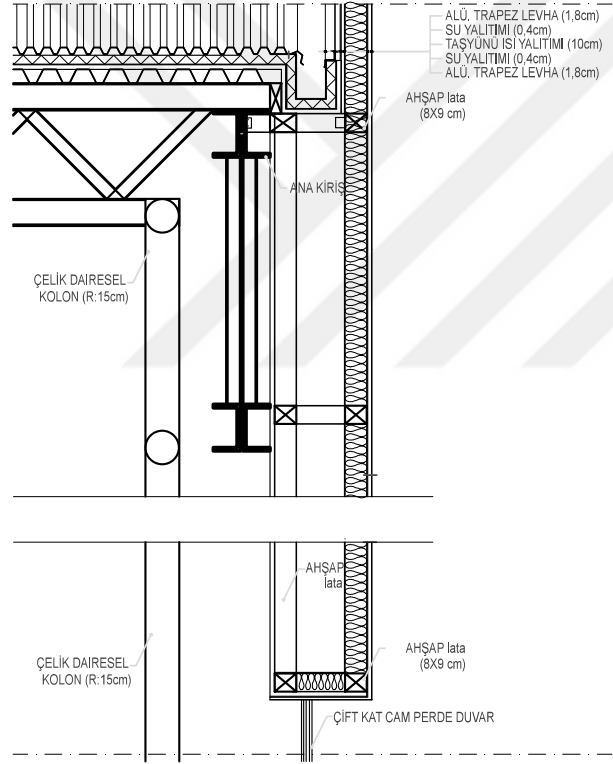
İTÜ OLİMPİK YÜZME HAVUZU
KONTROL GRUBU - ÖĞRENCİ 3

EK E4: Kontrol grubu öğrenci 4'ten alınan cephe çizimleri



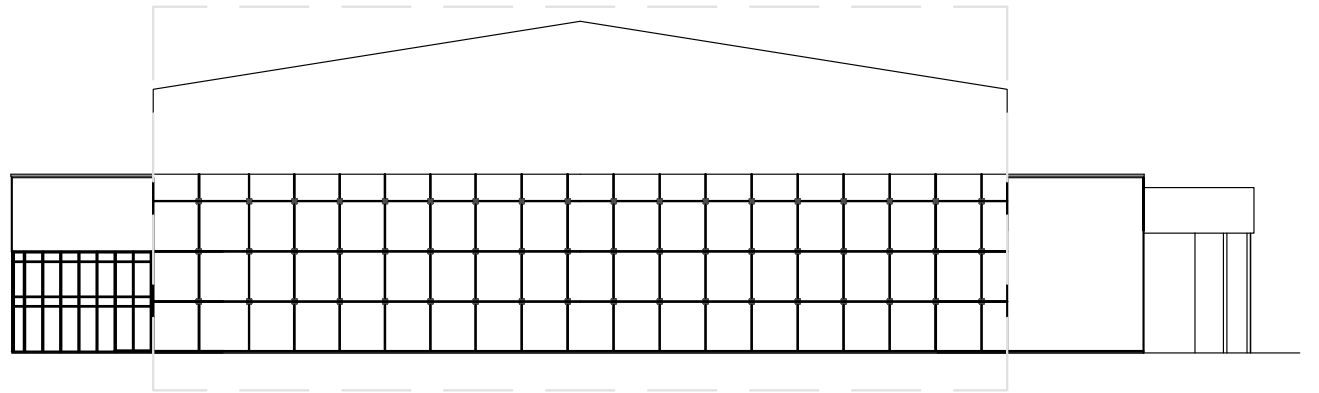
CEPHE SİSTEM KESİTİ

0 25 50 (cm)



GÖRÜNÜŞ

0 0.5 1 2 (m)

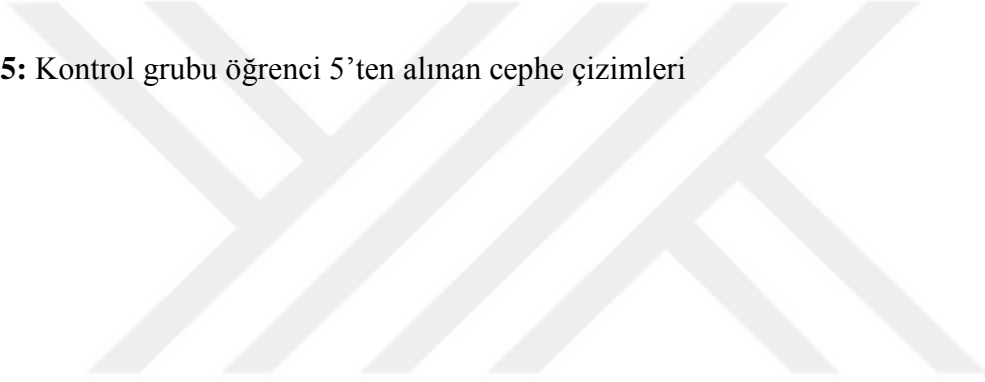


İstanbul Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Kont ve Yapı Tek. Programı

DÜZENLEYEN: ELİF SARPAŞAR - 502141507

İTÜ OLİMPİK YÜZME HAVUZU
KONTROL GRUBU - ÖĞRENCİ 4

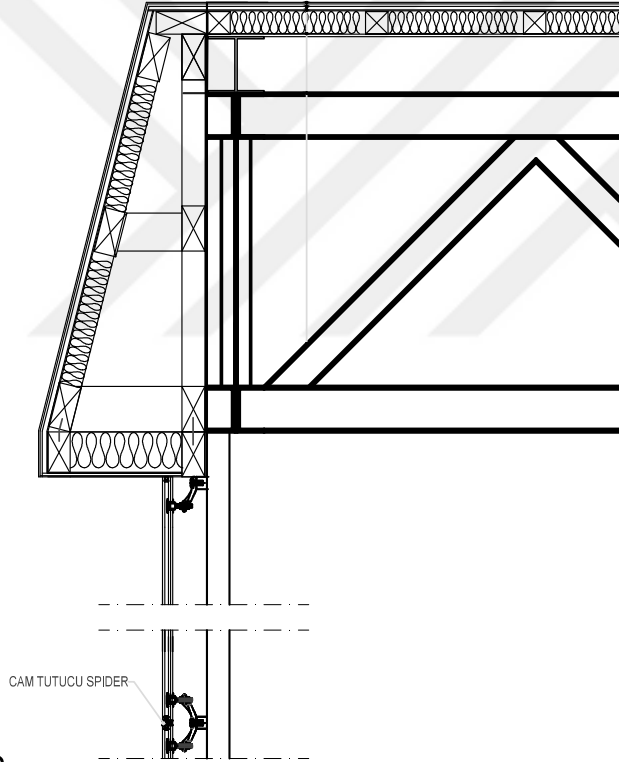
EK E5: Kontrol grubu öğrenci 5'ten alınan cephe çizimleri



CEPHE SİSTEM KESİTİ

0 5 25 50 (cm)

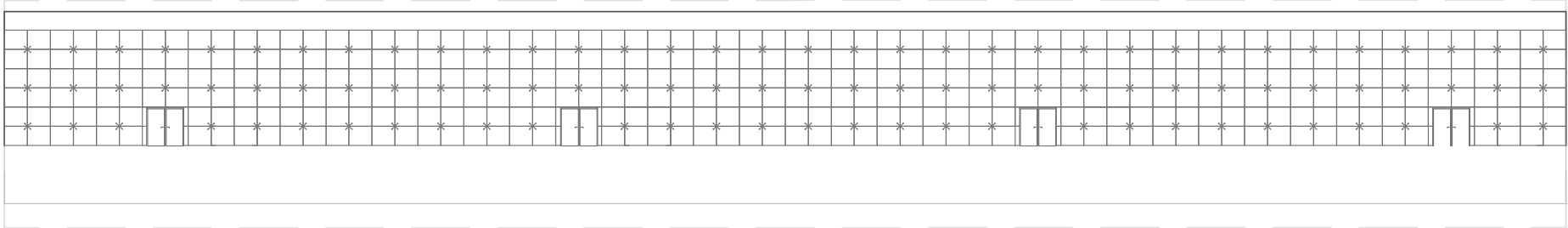
- METAL ÇATI KAPLAMA LEVHASI (0,625cm)
- SU GEÇİRMEZ MEMBRAN (2x0,6cm)
- OSB (2cm)
- XPS İSİ YALITIMI (10cm)
- BUHAR BARIYERİ
- ÇELİK T KİRİŞİ
- ÇELİK ÇATI MAKASI



CAM TUTUCU SPİDER

GÖRÜNÜŞ

0 2.5 12.5 (m)

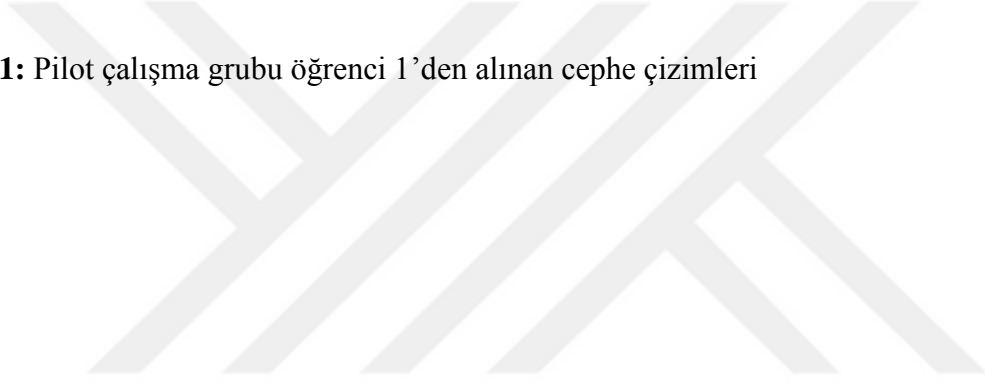


İstanbul Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Kont ve Yapı Tek. Programı

DÜZENLEYEN: ELİF SARPAŞAR - 502141507

İTÜ OLİMPİK YÜZME HAVUZU
KONTROL GRUBU - ÖĞRENCİ 5

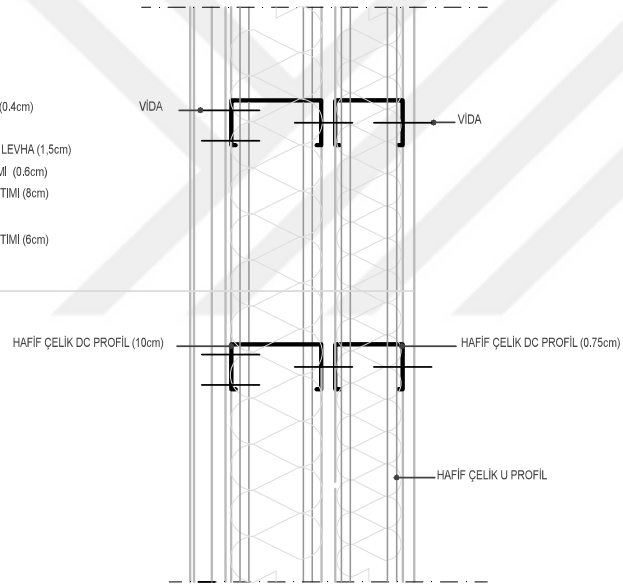
EK F1: Pilot çalışma grubu öğrenci 1'den alınan cephe çizimleri



CEPHE SİSTEM KESİTİ

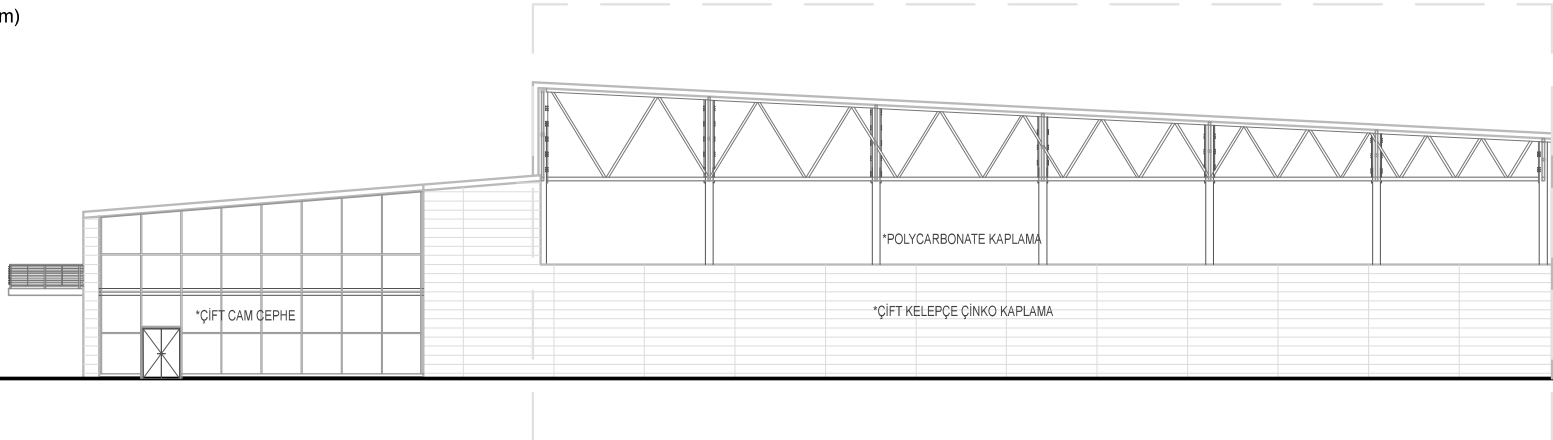
0 5 10 (cm)

- ÇİNKO KAPLAMA (0.4cm)
- OSB (2cm)
- ÇİMENTO ESASLI LEVHA (1.5cm)
- TYVEK SU YALITIMI (0.6cm)
- TAŞYÜNÜ ISI YALITIMI (8cm)
- ALÇIPAN 1.25 CM
- TAŞYÜNÜ ISI YALITIMI (6cm)
- ALÇIPAN 1.25 CM



GÖRÜNÜŞ

0 2 10 (m)

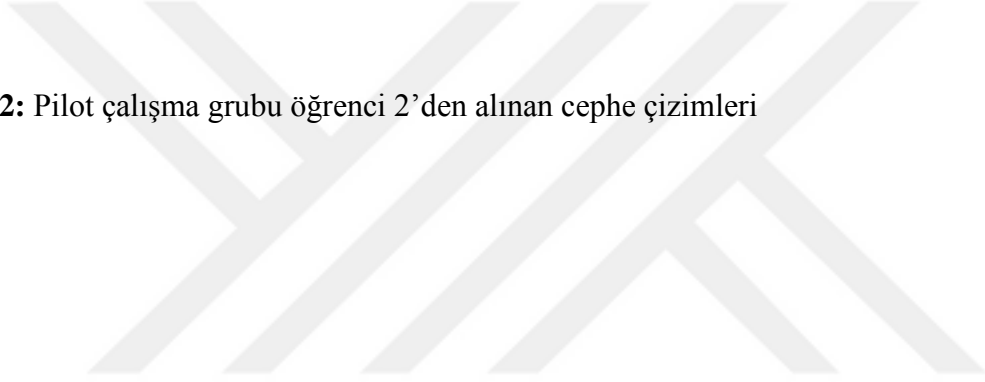


İstanbul Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Kont ve Yapı Tek. Programı

DÜZENLEYEN: ELİF SARPAŞAR - 502141507

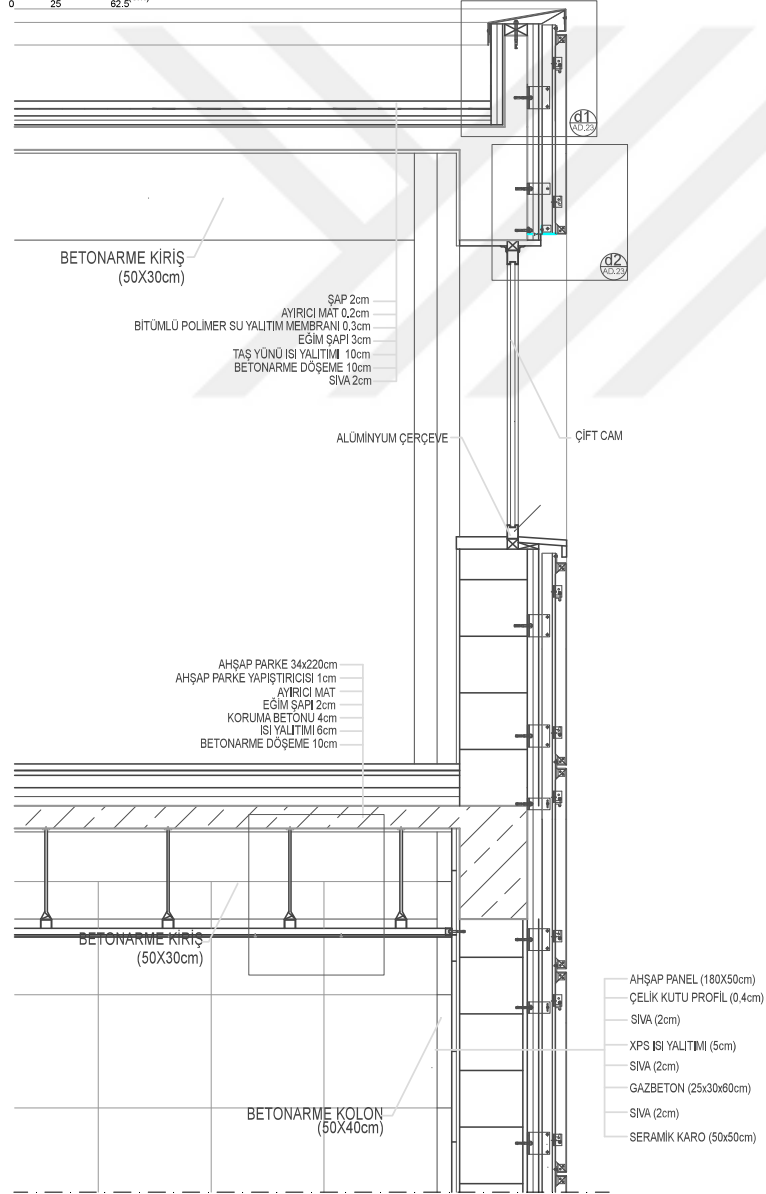
İTÜ SPOR MERKEZİ
PILOT GRUBU - ÖĞRENCİ 1

EK F2: Pilot çalışma grubu öğrenci 2'den alınan cephe çizimleri



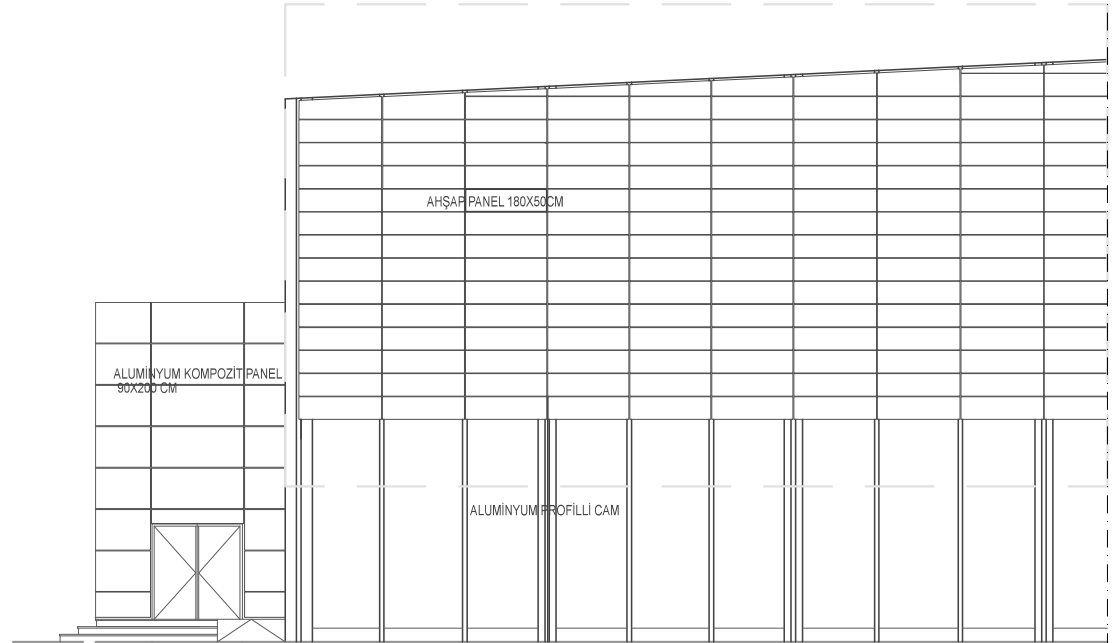
CEPHE SİSTEM KESİTİ

0 25 50 (cm)



GÖRÜNÜŞ

0 1 5 (m)

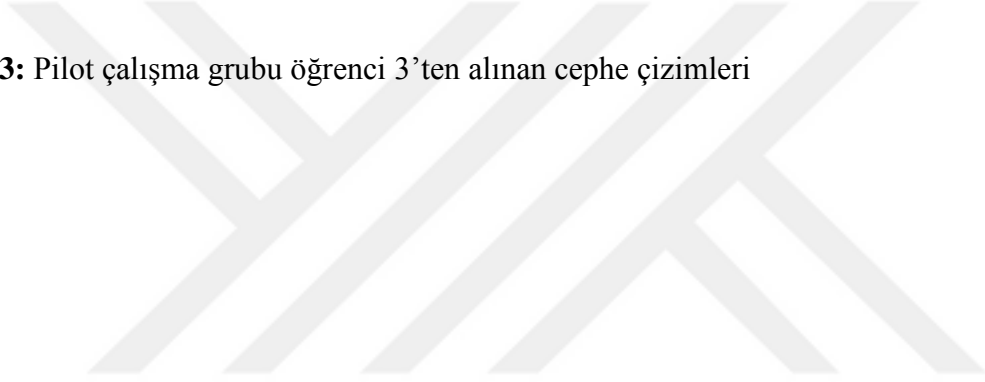


İstanbul Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Kont ve Yapı Tek. Programı

DÜZENLEYEN: ELİF SARPAŞAR - 502141507

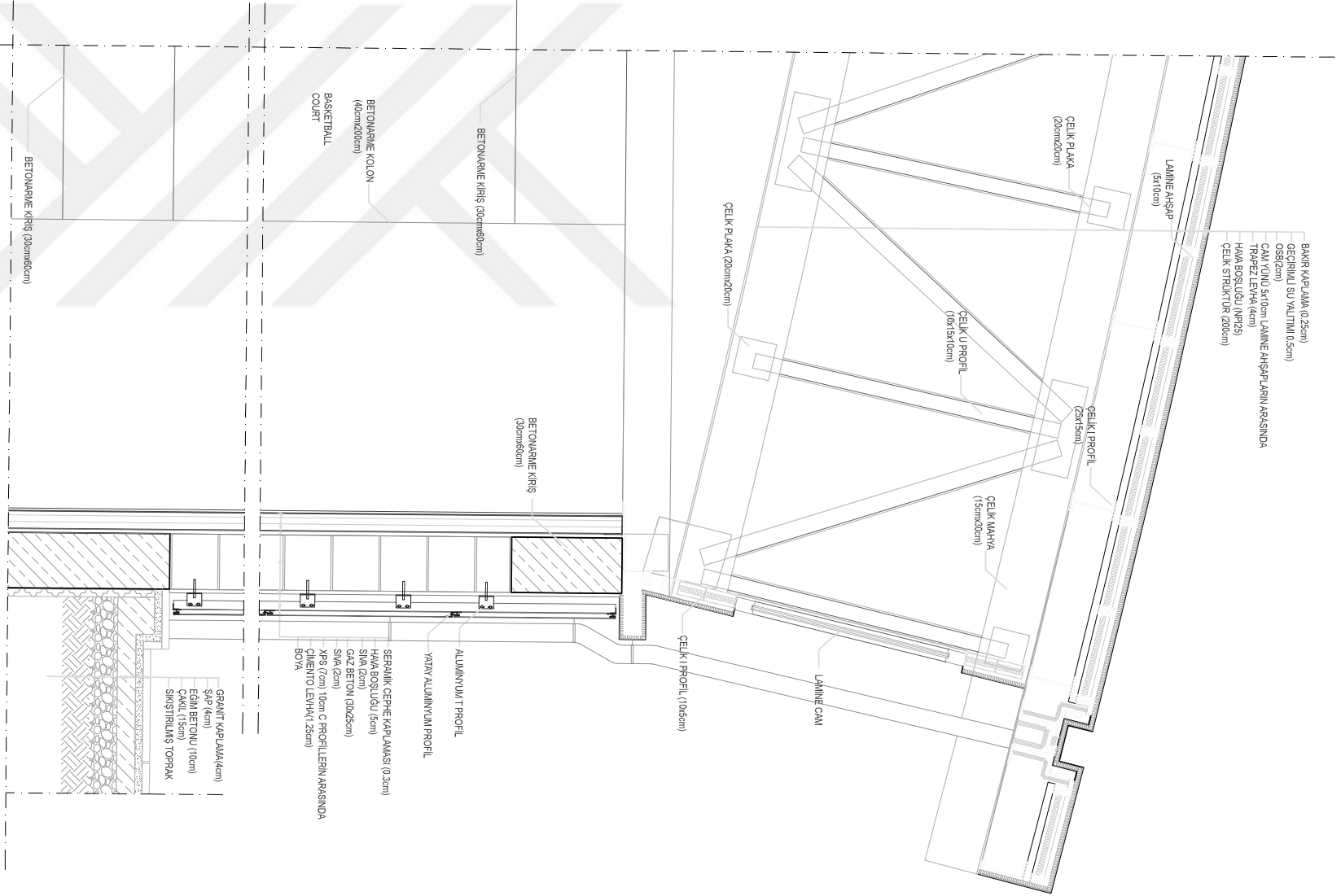
İTÜ SPOR MERKEZİ
PILOT GRUBU - ÖĞRENCİ 2

EK F3: Pilot çalışma grubu öğrenci 3'ten alınan cephe çizimleri



CEPHE SİSTEM KESİTİ

0 10 30 50 (cm)



İstanbul Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Kont ve Yapı Tek. Programı

DÜZENLEYEN: ELİF SARPAŞAR - 502141507

İTÜ SPOR MERKEZİ
PİLOT GRUBU - ÖĞRENCİ 3

1/2

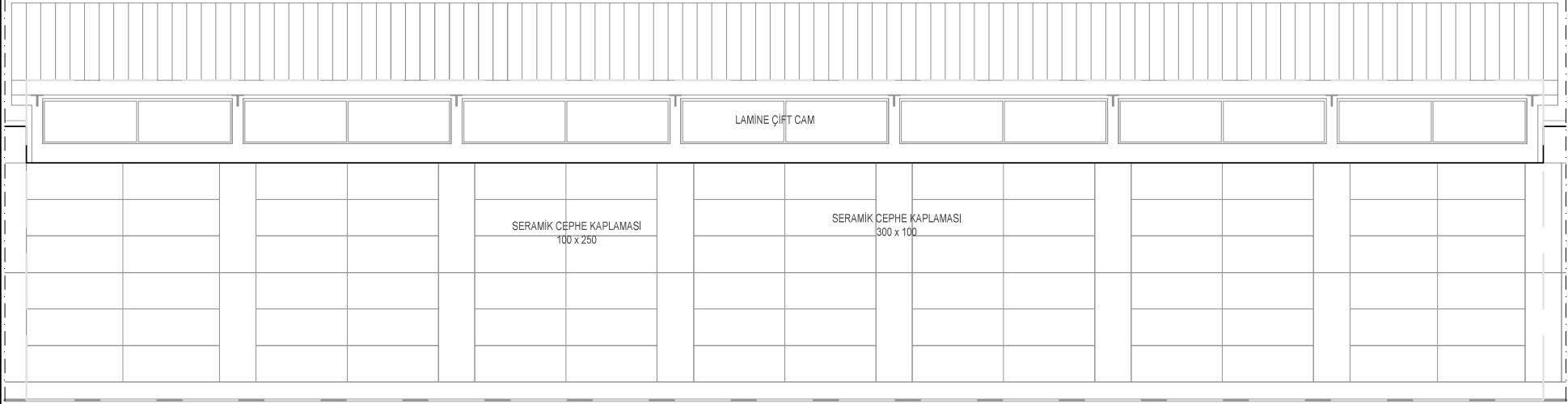
CEPHE SİSTEM KESİTİ

0 25 125 250 (cm)



GÖRÜNÜŞ

0 1 5 (m)



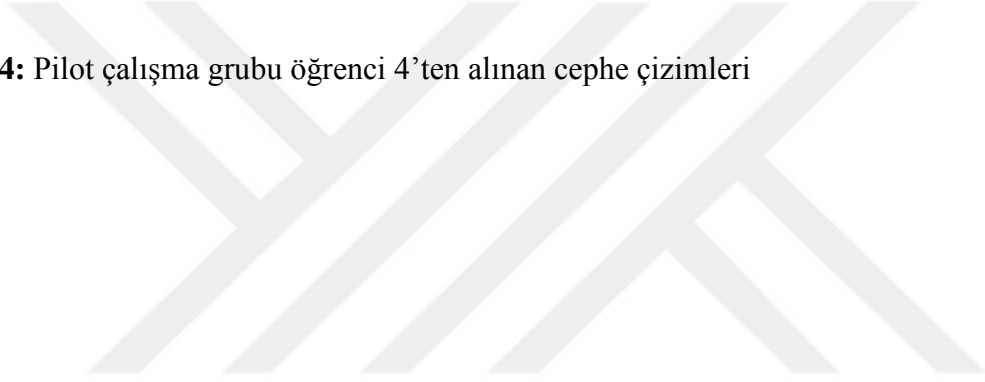
İstanbul Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Kont ve Yapı Tek. Programı

DÜZENLEYEN: ELİF SARPAŞAR - 502141507

İTÜ SPOR MERKEZİ
PILOT GRUBU - ÖĞRENCİ 3

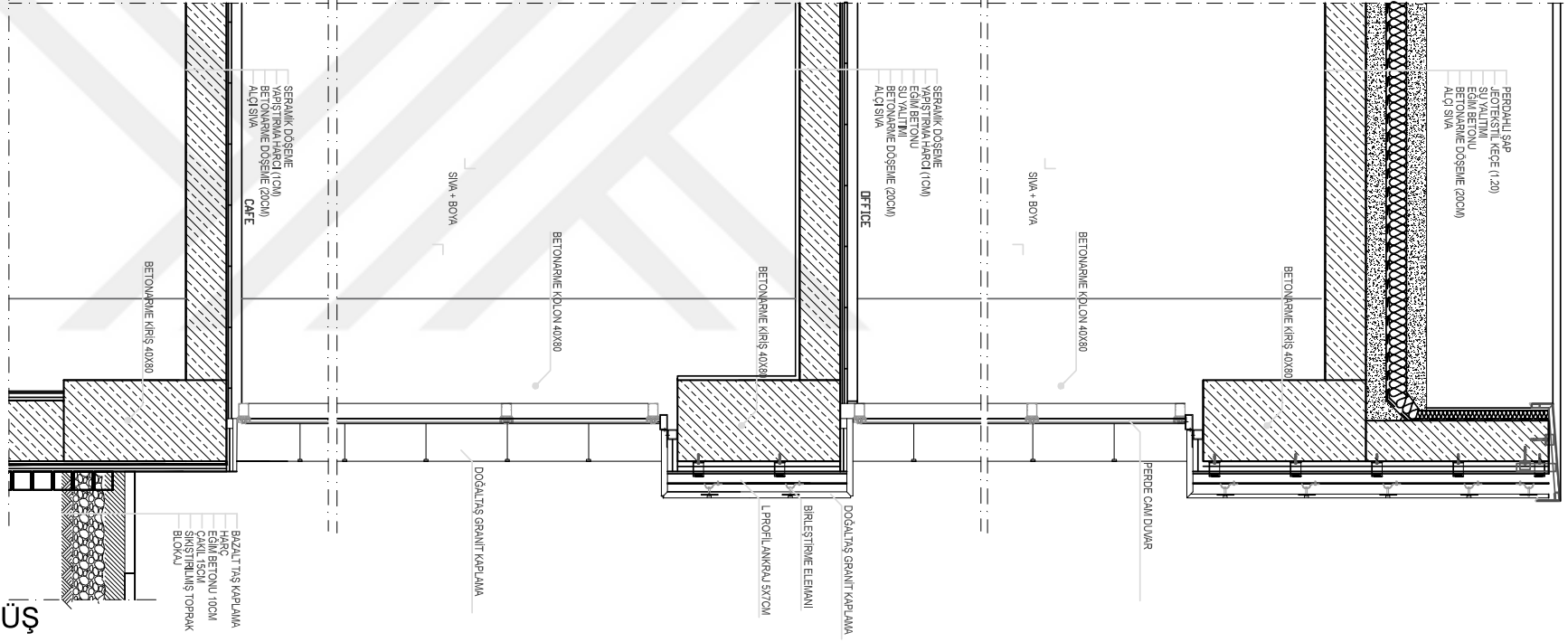
2/2

EK F4: Pilot çalışma grubu öğrenci 4'ten alınan cephe çizimleri



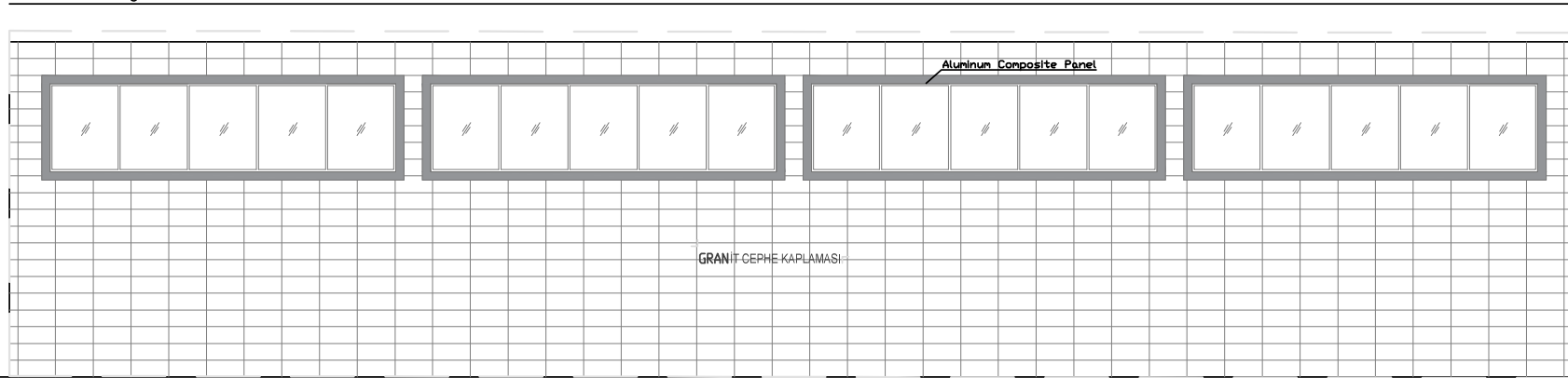
CEPHE SİSTEM KESİTİ

0 20 60 (cm)



GÖRÜNÜŞ

0 1 5 (m)

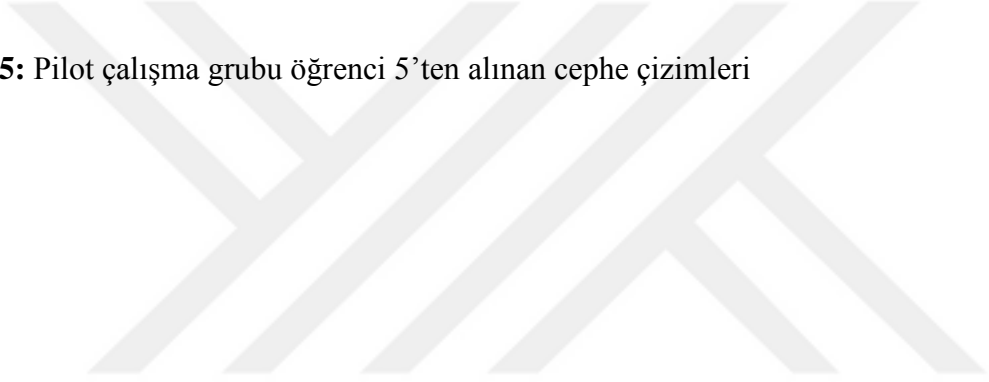


İstanbul Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Kont ve Yapı Tek. Programı

DÜZENLEYEN: ELİF SARPAŞAR - 502141507

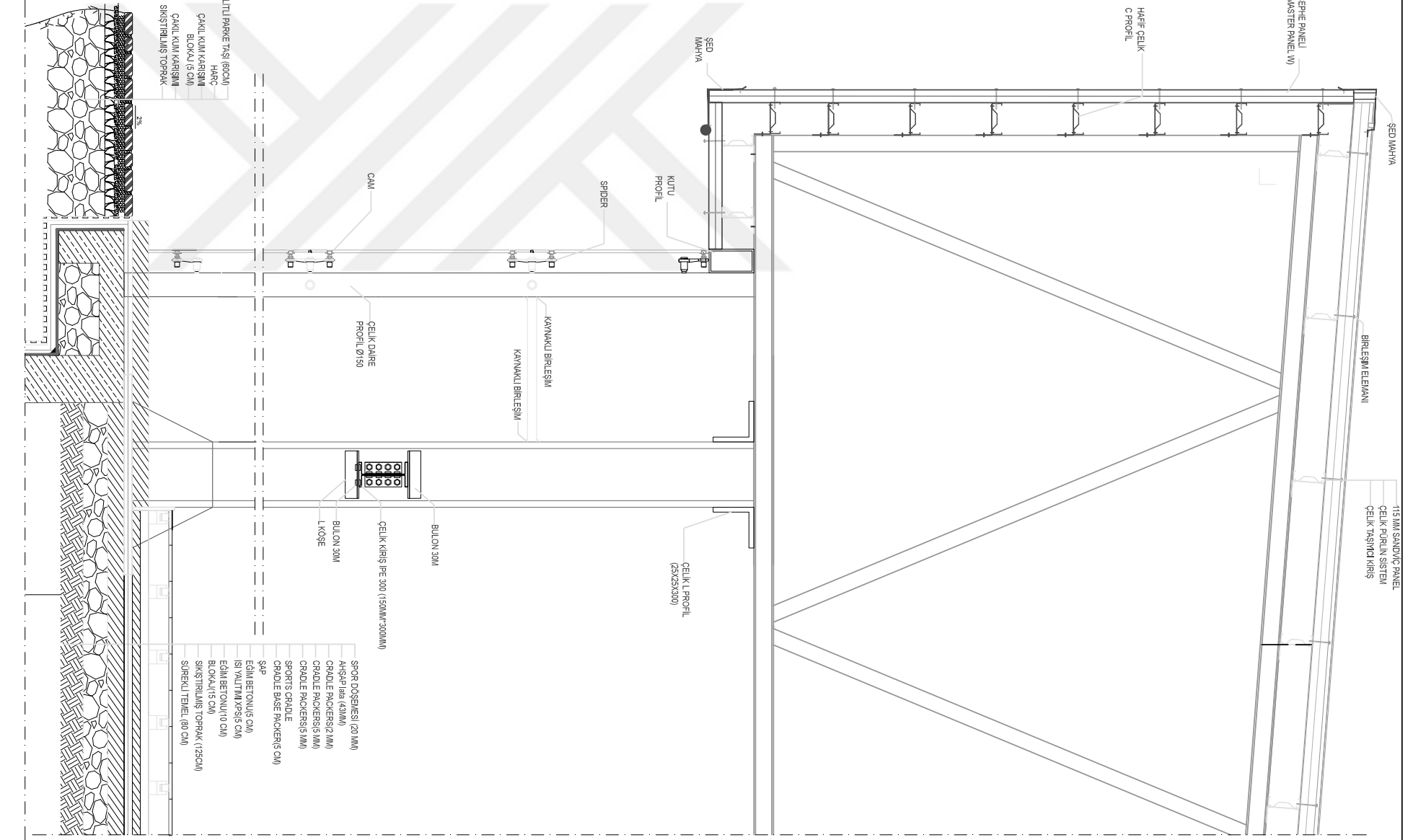
İTÜ SPOR MERKEZİ
PİLOT GRUBU - ÖĞRENCİ 4

EK F5: Pilot çalışma grubu öğrenci 5'ten alınan cephe çizimleri



CEPHE SİSTEM KESİTİ

0 25 100 (cm)



İstanbul Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Kont ve Yapı Tek. Programı

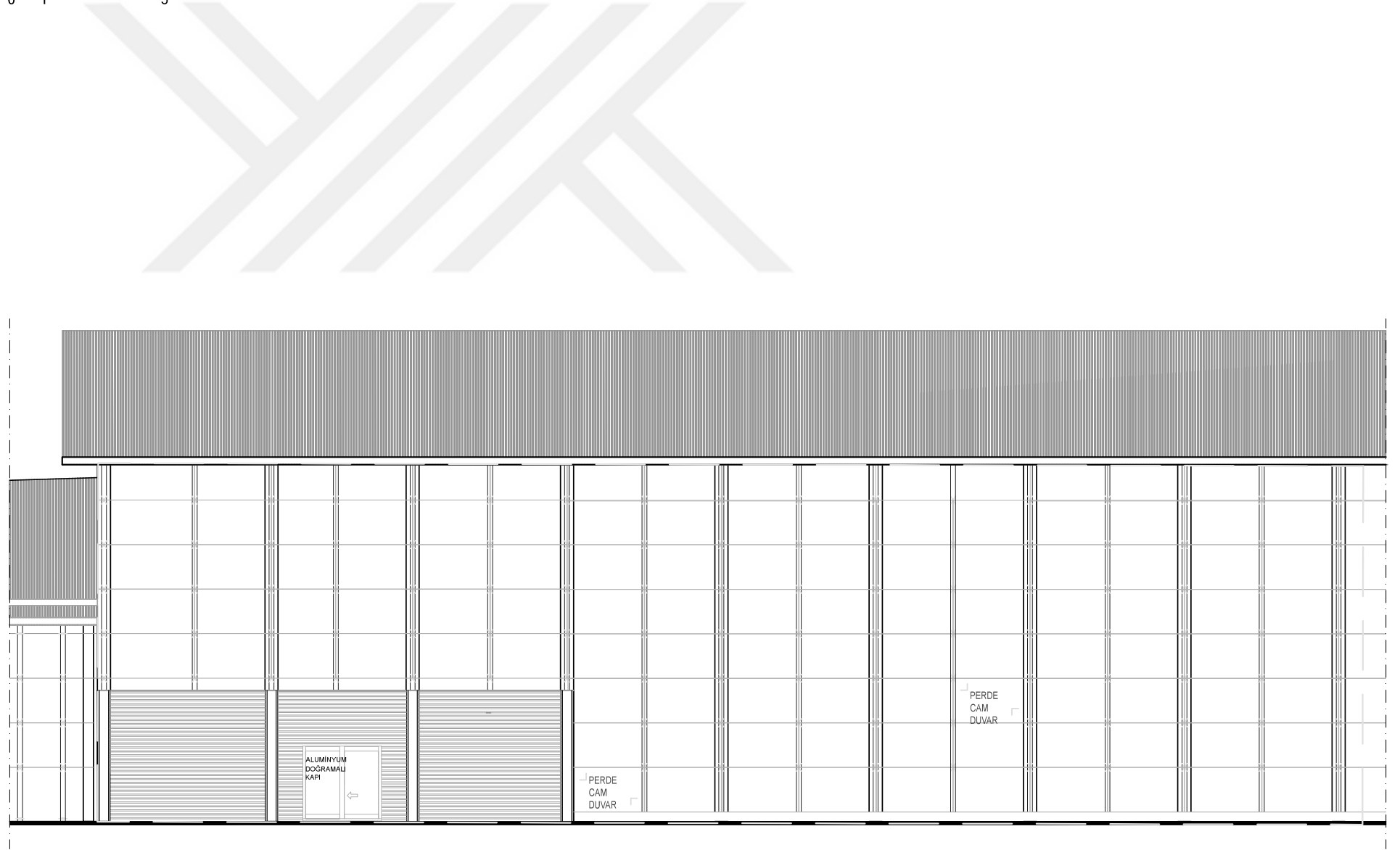
DÜZENLEYEN: ELİF SARPAŞAR - 502141507

İTÜ SPOR MERKEZİ
PILOT GRUBU - ÖĞRENCİ 5

1/2

GÖRÜNÜŞ

0 1 5 (m)



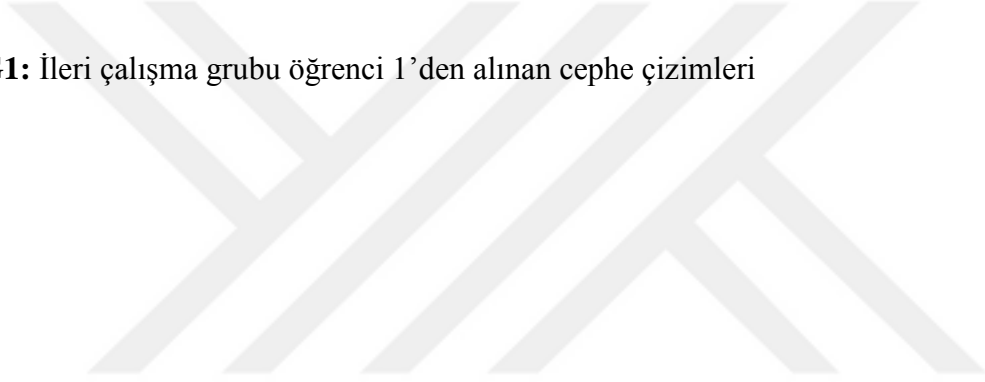
İstanbul Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Kont ve Yapı Tek. Programı

DÜZENLEYEN: ELİF SARPAŞAR - 502141507

İTÜ SPOR MERKEZİ
PILOT GRUBU - ÖĞRENCİ 5

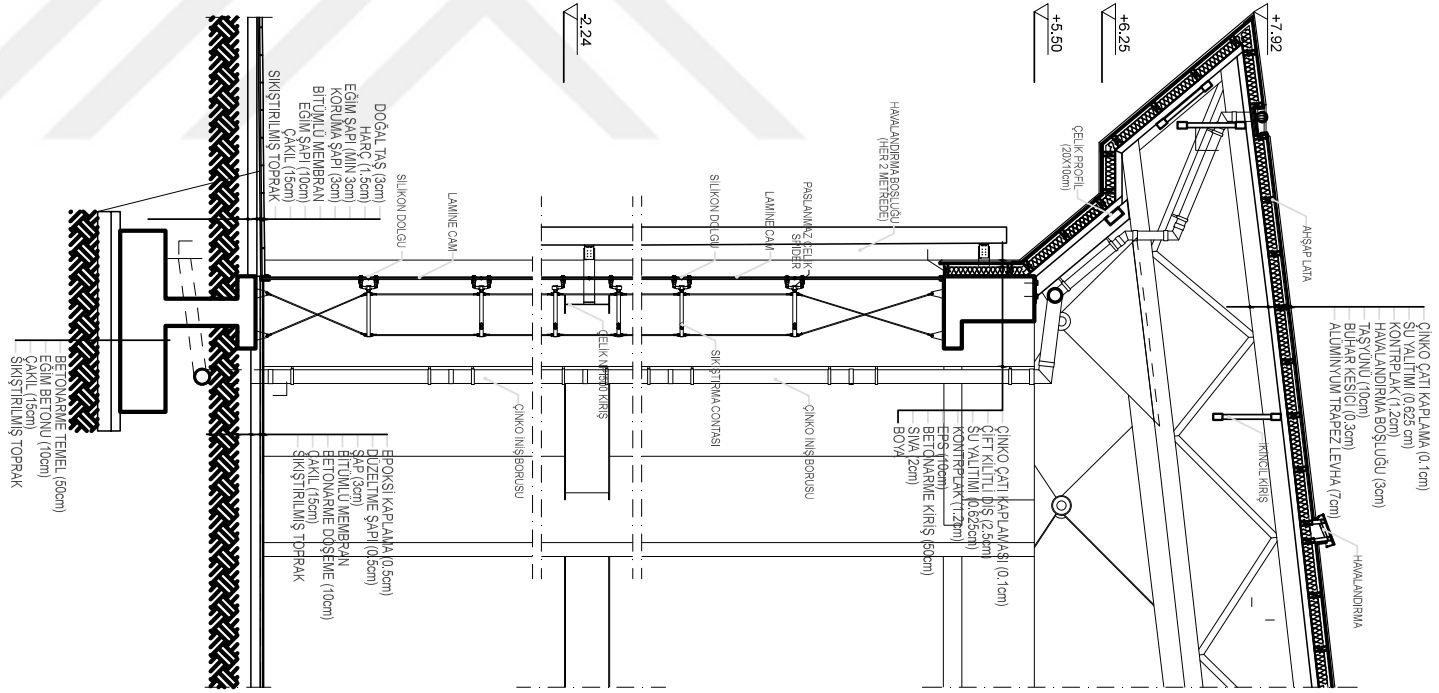
2/2

EK G1: İleri çalışma grubu öğrenci 1'den alınan cephe çizimleri



CEPHE SİSTEM KESİTİ

0 25 125 (cm)



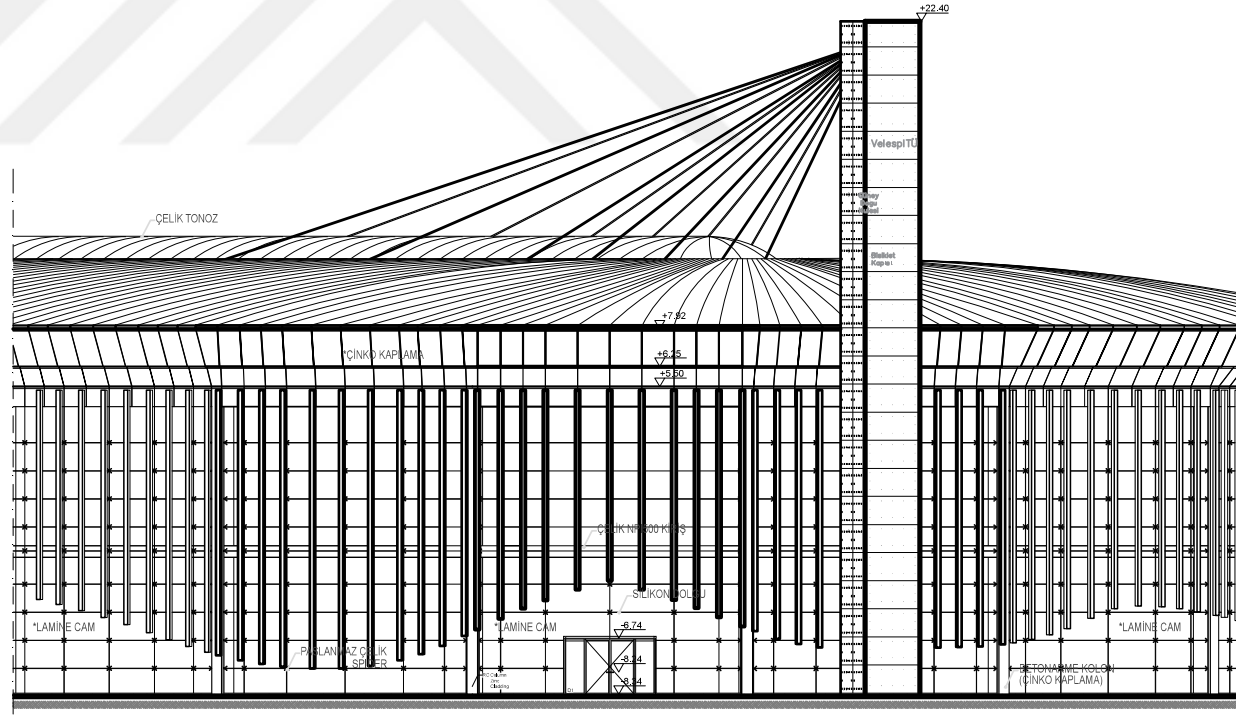
İstanbul Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Kont ve Yapı Tek. Programı

DÜZENLEYEN: ELİF SARPAŞAR - 502141507

İTÜ VELEDROM BİNASI
İLERİ ÇALIŞMA GRUBU - ÖĞRENCİ 1 1/2

GÖRÜNÜŞ

0 2 10 (m)

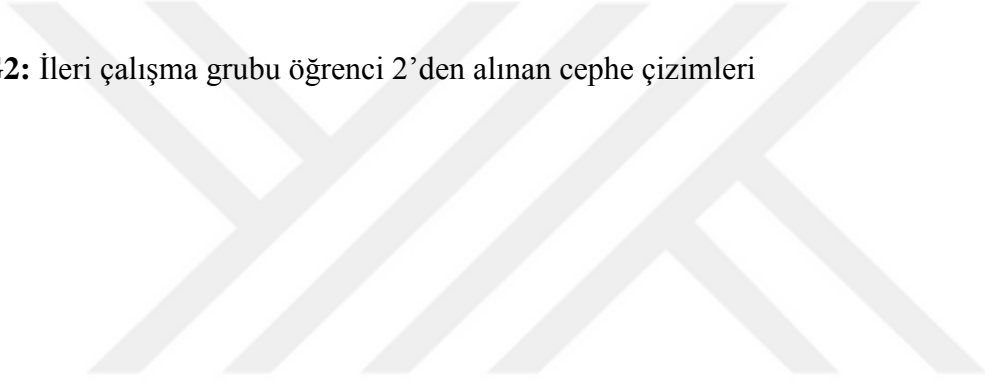


İstanbul Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Kont ve Yapı Tek. Programı

DÜZENLEYEN: ELİF SARPAŞAR - 502141507

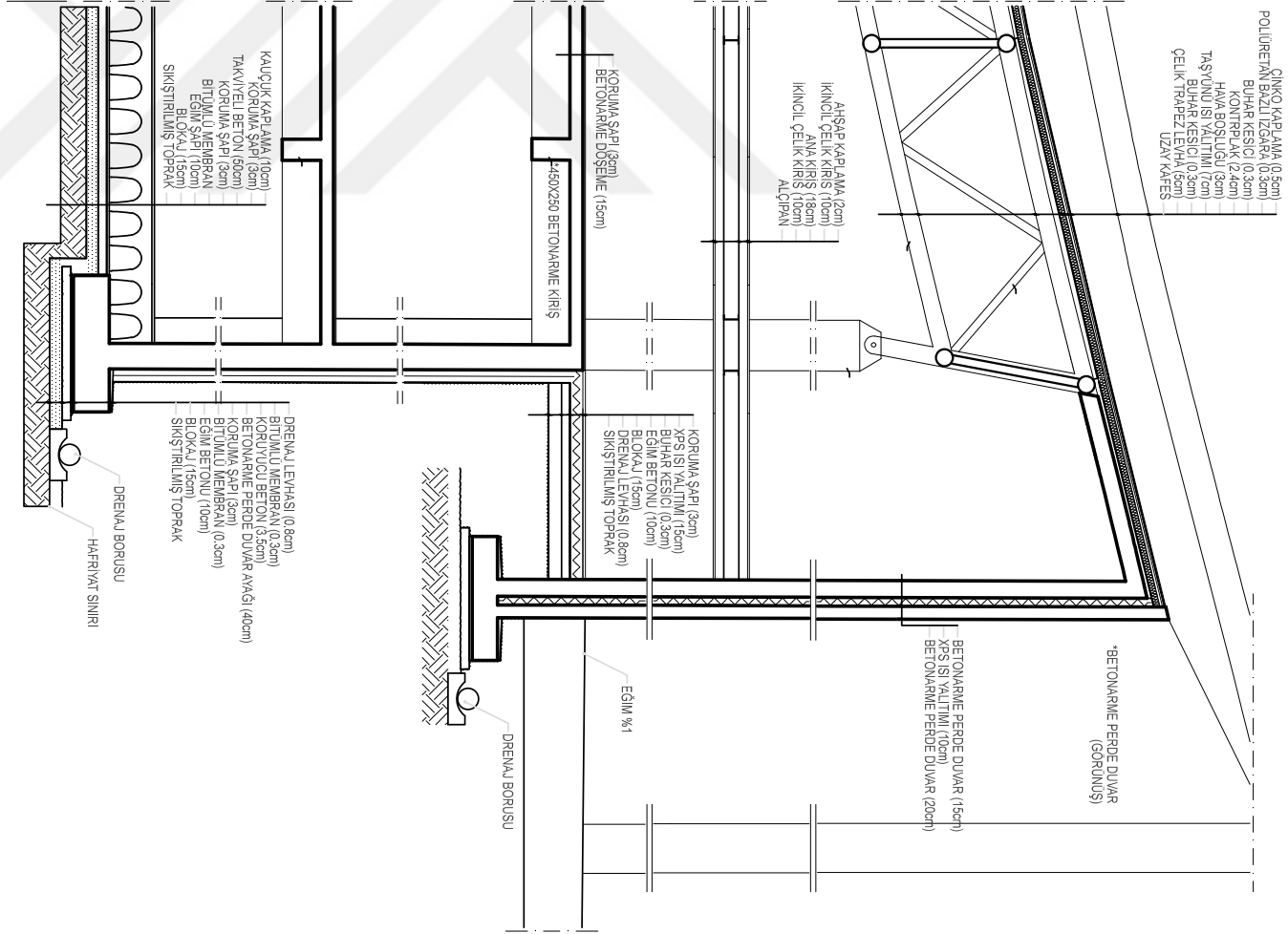
İTÜ VELEDROM BİNASI
İLERİ ÇALIŞMA GRUBU - ÖĞRENCİ 1 2/2

EK G2: İleri çalışma grubu öğrenci 2'den alınan cephe çizimleri



CEPHE SİSTEM KESİTİ

0 25 75 125 (cm)



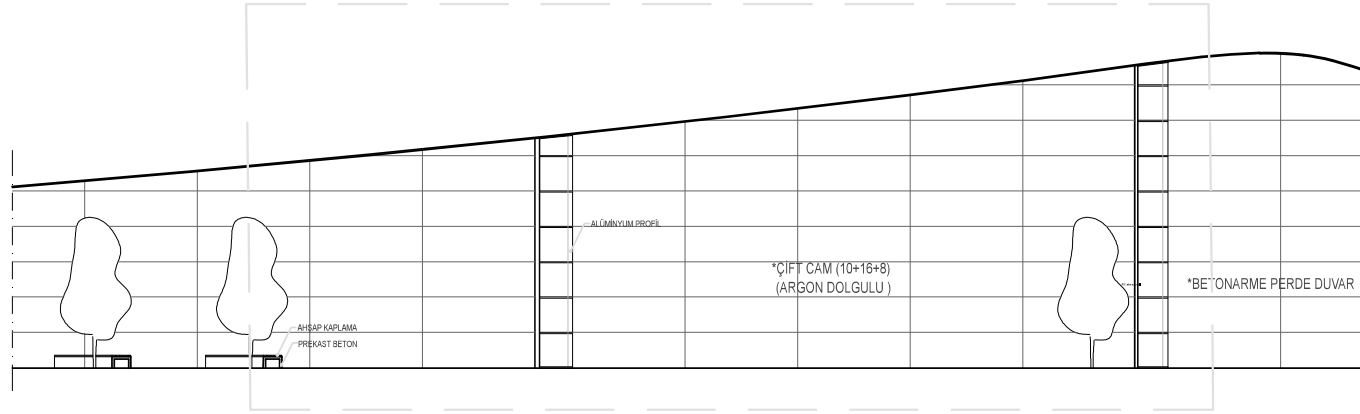
İstanbul Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Kont ve Yapı Tek. Programı

DÜZENLEYEN: ELİF SARPAŞAR - 502141507

İTÜ VELEDROM BİNASI
İLERİ ÇALIŞMA GRUBU - ÖĞRENCİ 2 112

GÖRÜNÜŞ

0 2 10 (m)

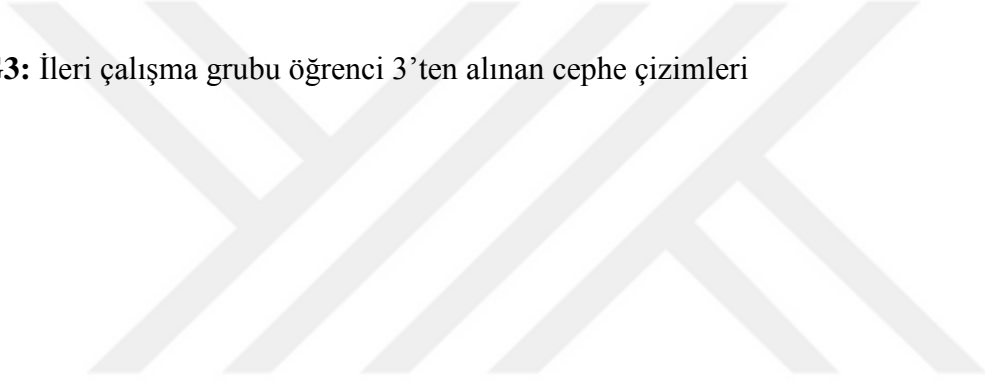


İstanbul Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Kont ve Yapı Tek. Programı

DÜZENLEYEN: ELİF SARPAŞAR - 502141507

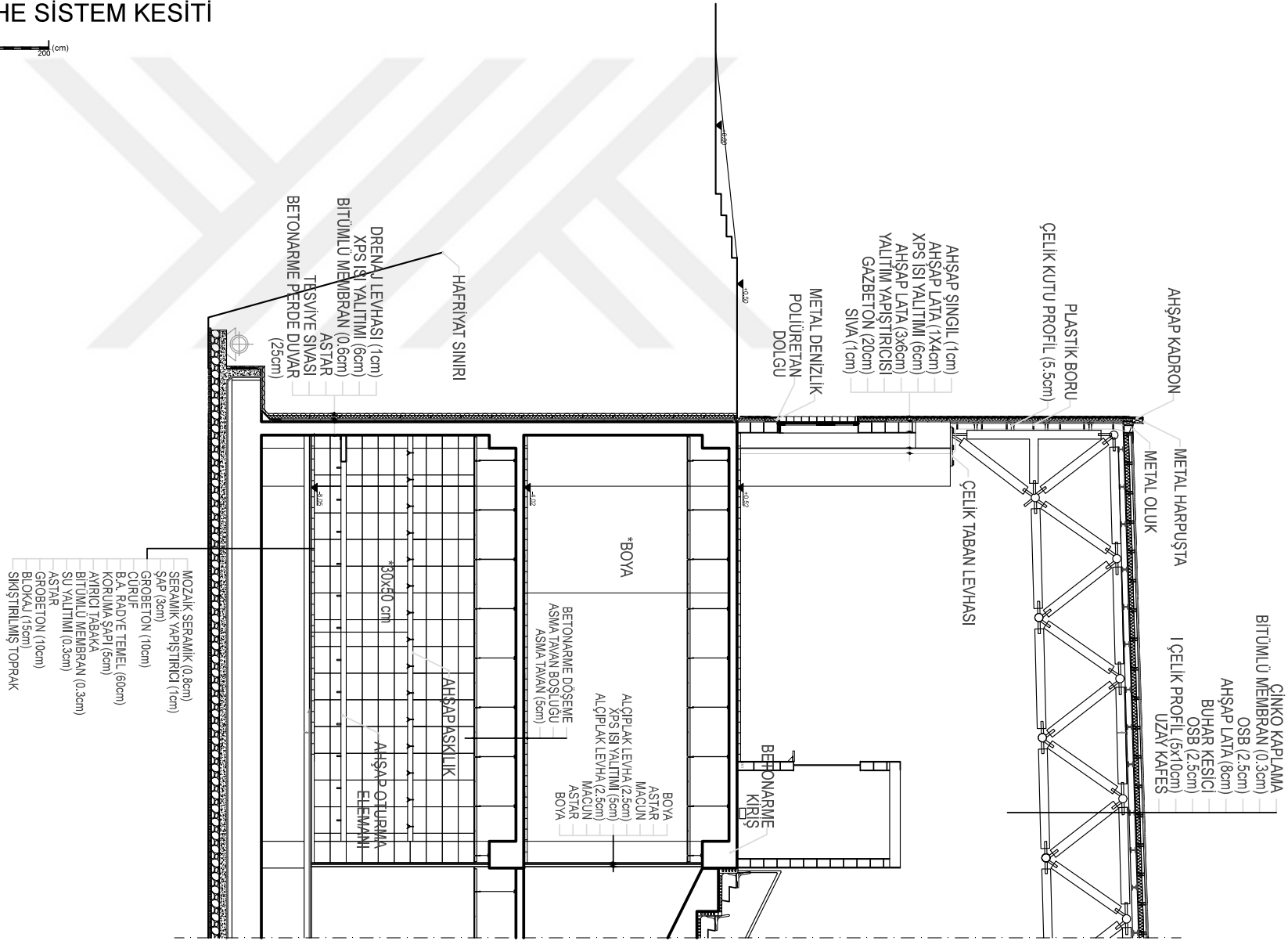
İTÜ VELEDROM BİNASI
İLERİ ÇALIŞMA GRUBU - ÖĞRENCİ 2 2/2

EK G3: İleri çalışma grubu öğrenci 3'ten alınan cephe çizimleri



CEPHE SİSTEM KESİTİ

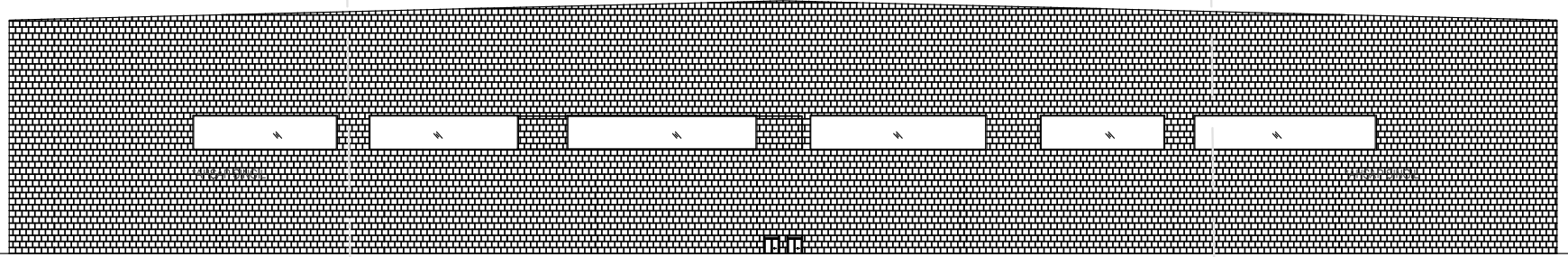
0 50 200 (cm)



İstanbul Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Kont ve Yapı Tek. Programı

DÜZENLEYEN: ELİF SARPAŞAR - 502141507

İTÜ VELEDROM BINASI
İLERİ ÇALIŞMA GRUBU - ÖĞRENCİ 3 1/2

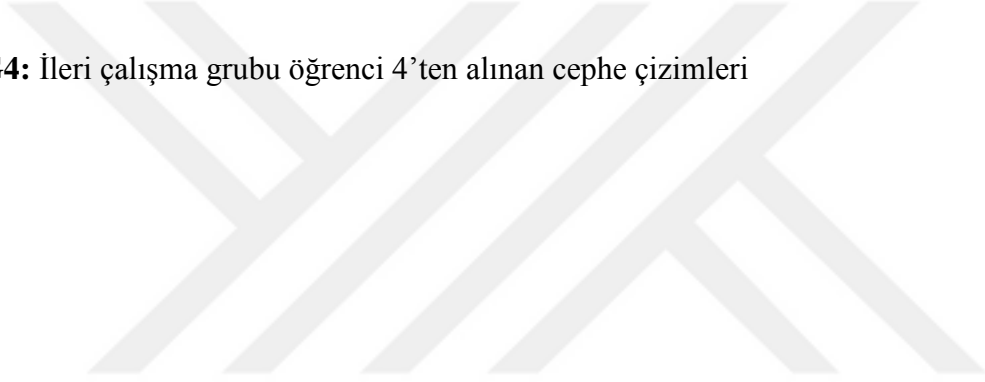


Istanbul Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Kont ve Yapı Tek. Programı

DÜZENLEYEN: ELİF SARPAŞAR - 502141507

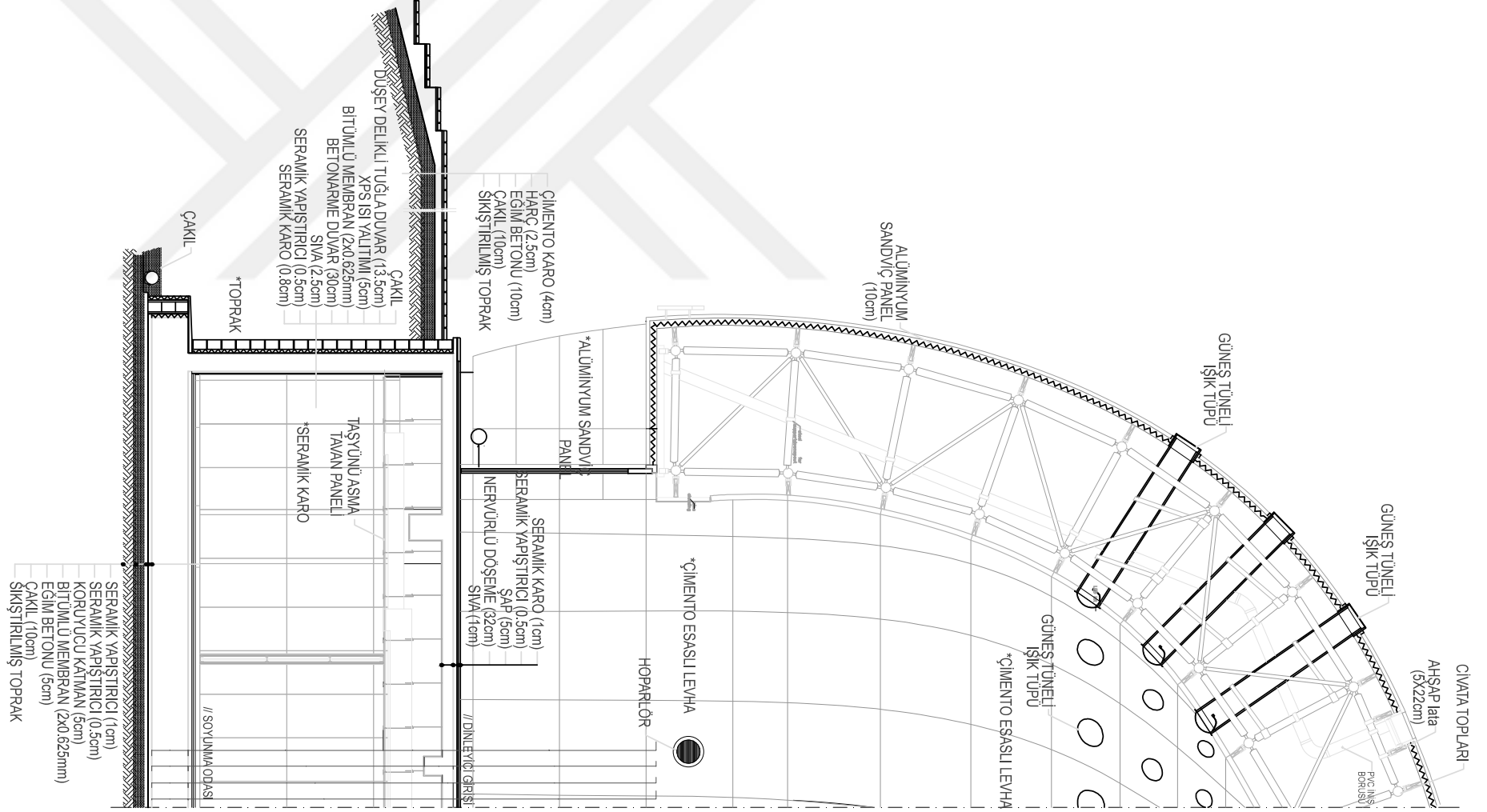
İTÜ VELEDROM BİNASI
İLERİ ÇALIŞMA GRUBU - ÖĞRENCİ 3 2/2

EK G4: İleri çalışma grubu öğrenci 4'ten alınan cephe çizimleri



CEPHE SİSTEM KESİTİ

0 12 60 120 (cm)



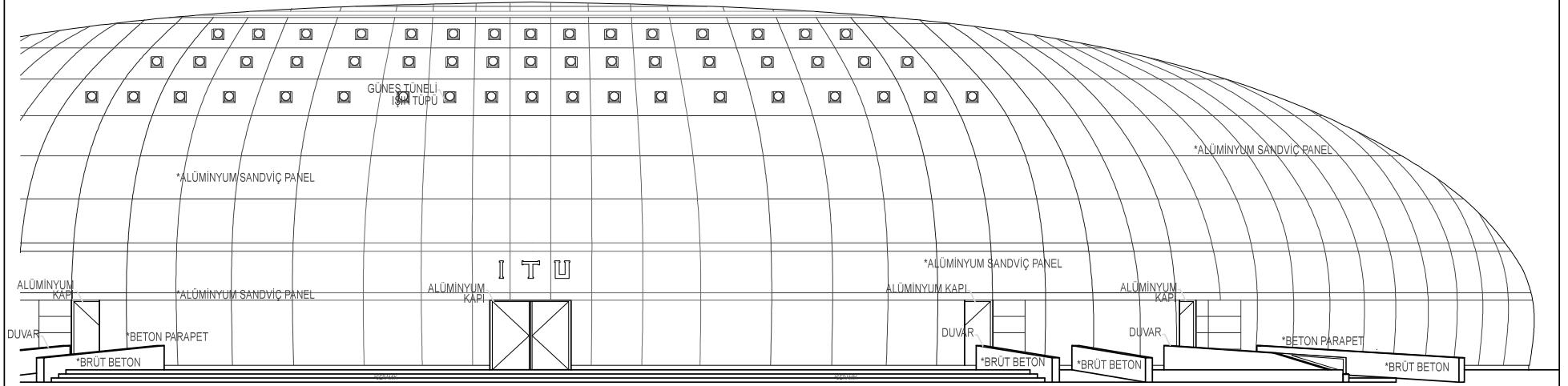
İstanbul Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Kont ve Yapı Tek. Programı

DÜZENLEYEN: ELİF SARPAŞAR - 502141507

İTÜ VELEDROM BİNASI
İLERİ ÇALIŞMA GRUBU - ÖĞRENCİ 4 1/2

GÖRÜNÜŞ

0 3 15 (m)

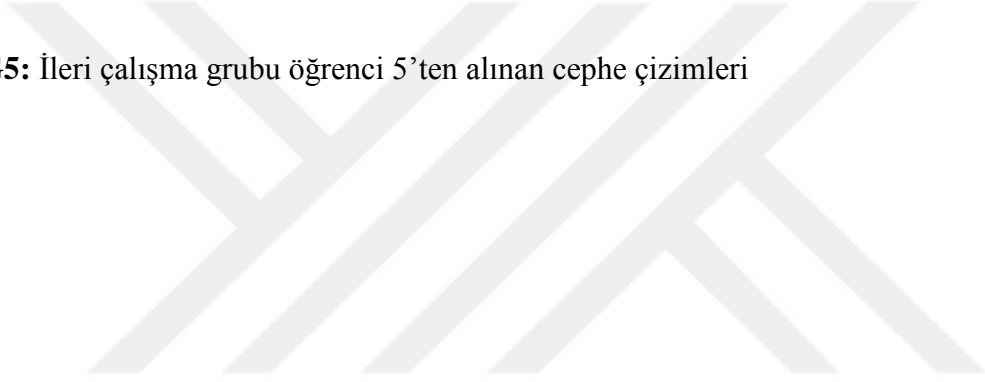


İstanbul Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Kont ve Yapı Tek. Programı

DÜZENLEYEN: ELİF SARPAŞAR - 502141507

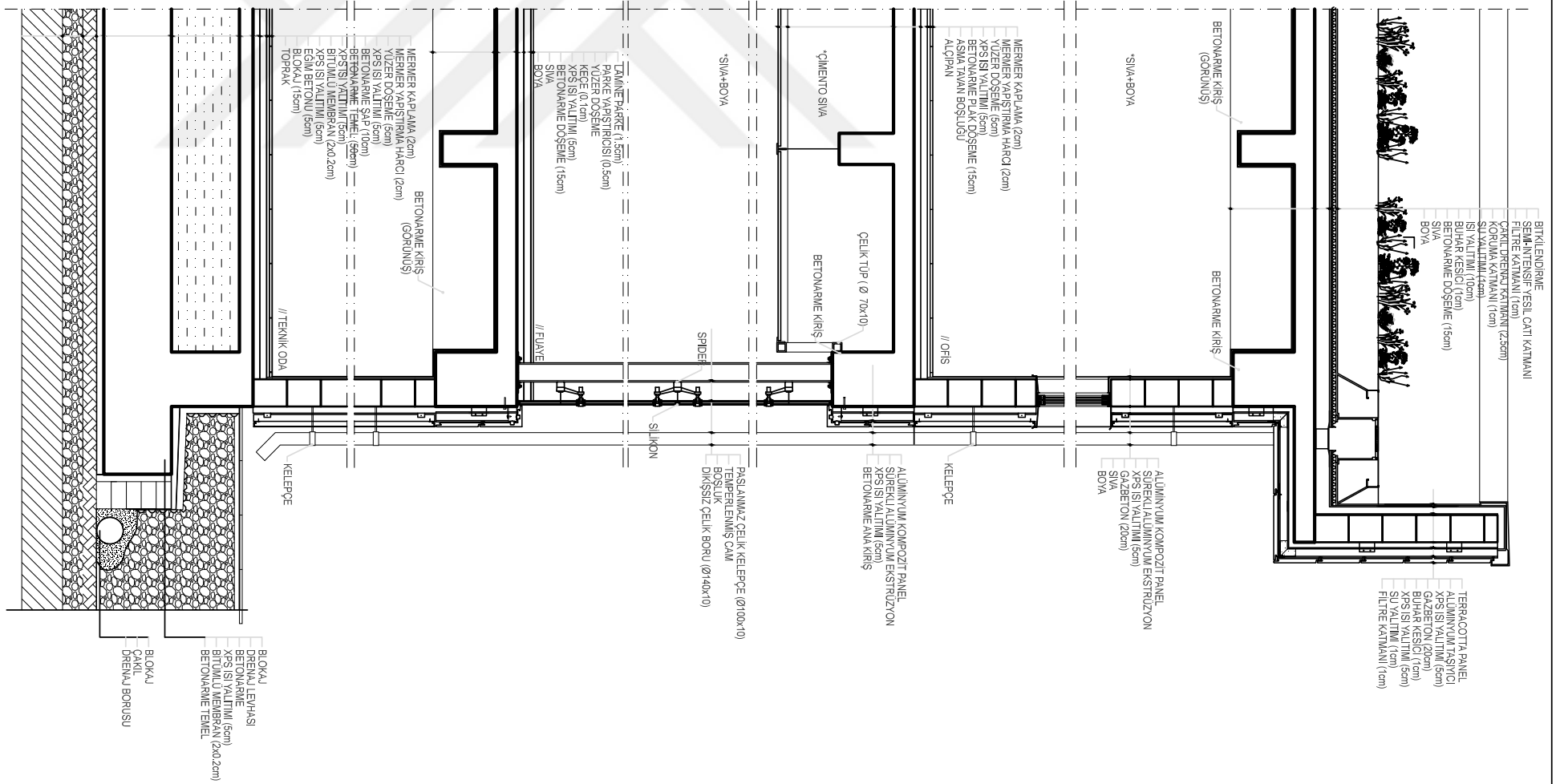
İTÜ VELEDROM BİNASI
İLERİ ÇALIŞMA GRUBU - ÖĞRENCİ 4 2/2

EK G5: İleri çalışma grubu öğrenci 5'ten alınan cephe çizimleri



CEPHE SİSTEM KESİTİ

0 20 40 60 (cm)

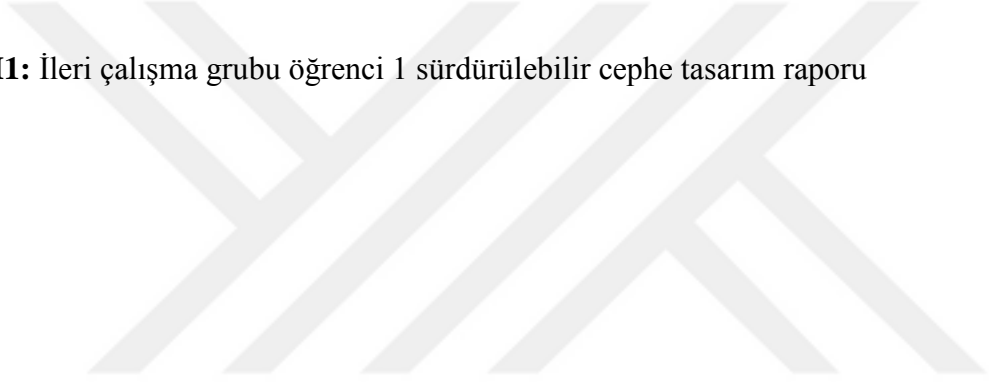


İstanbul Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Kont ve Yapı Tek. Programı

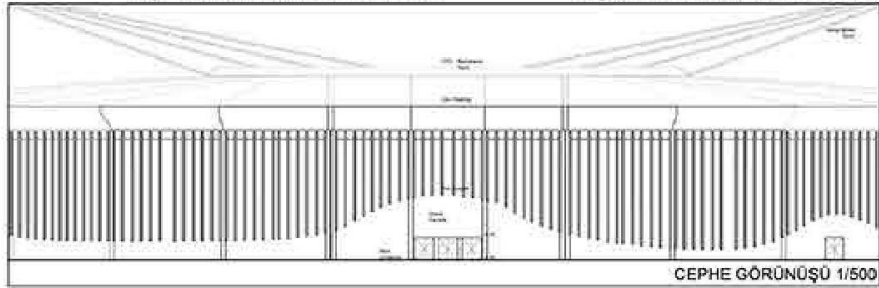
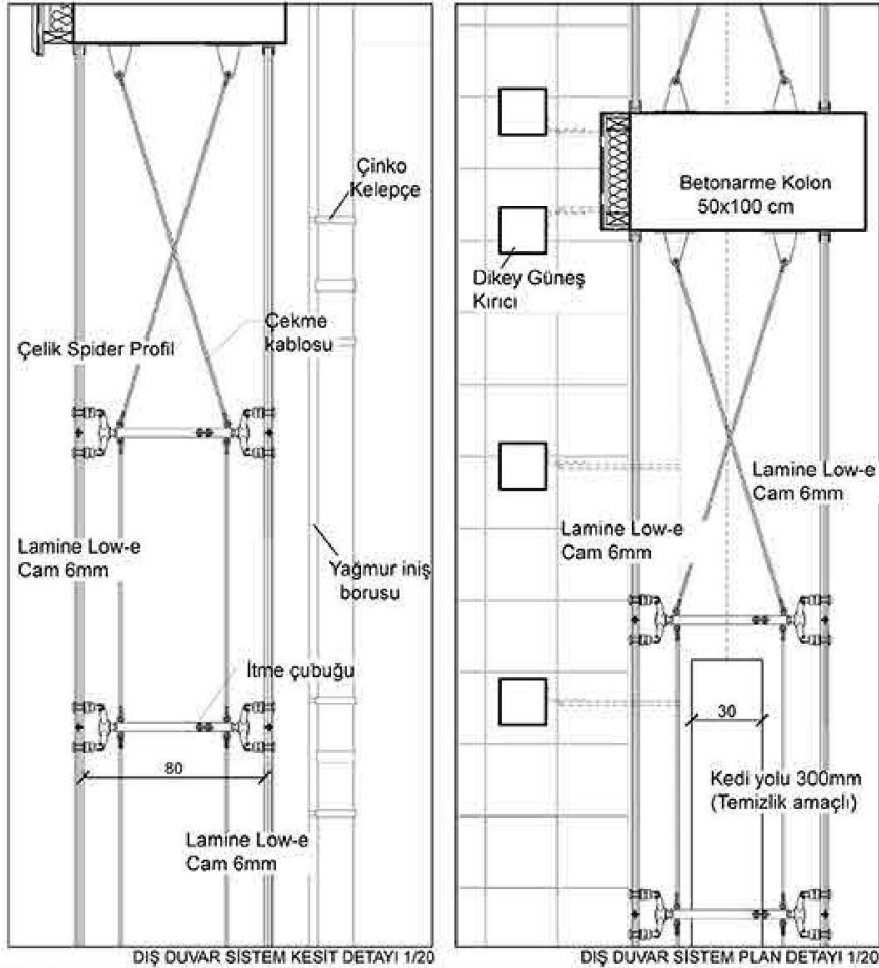
DÜZENLEYEN: ELİF SARPAŞAR - 502141507

İTÜ VELEDROM BİNASI
İLERİ ÇALIŞMA GRUBU - ÖĞRENCİ 5 1/2

EK H1: İleri çalışma grubu öğrenci 1 sürdürülebilir cephe tasarım raporu



ÇİZİMLER



HESAPLAMALAR

No	Malzemenin adı	Kalınlığı (d)	Malzemenin ısı iletkenlik hesap değeri (W/m C)
1	Şişecam renksiz lamine Low-e düzcam	6 mm	R : 0,90
3	Hava Boşluğu	800 mm	R : 0,16
3	Şişecam renksiz lamine Low-e düzcam	6 mm	R : 0,90

$$U_{hesaplanan} = 1 / (0.13 + 0.90 + 0.90 + 0.04 + 0.16) = 0.48$$

$$U_{hesaplanan} \leq U_{yönetmelik}$$

$$0.48 \leq 0.57$$

Pencere iskeletleri ve kapılar	4
Sürdürülebilir uzun ömürlü ahşap, kimyasal işlemden geçirilmemiş ahşap	4
Alüminyum, preserved soft wood, geri dönüştürülmüş PVC	2
Sentetik birleşimli taş, alüminyum, fibre beton, lifli çimento levha	1
Cephe kaplaması	
Sürdürülebilir kontrplak, OSB, MDF	3
Cam	
Argon - filled LE- glazing	4

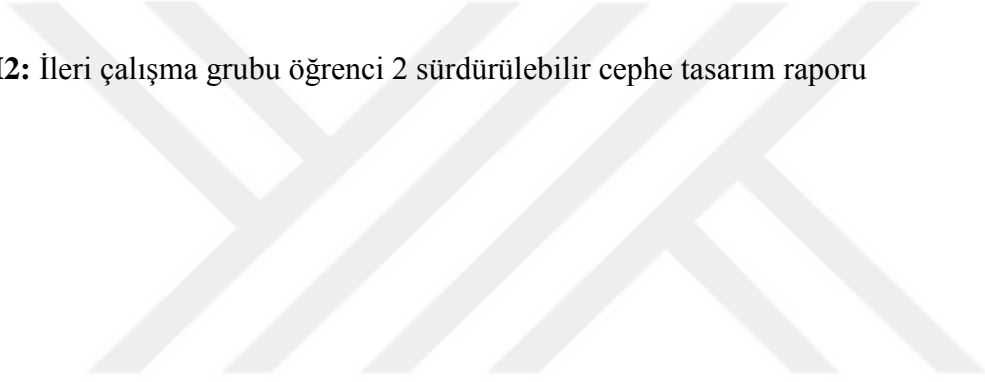
RAPOR

1-Cephe sistemi Lamine Low-e cam kaplamadan oluşan spider sistem taşıyıcılı bir saydam cephedir. Bina'nın konumu gereği kuzey cephesi toprak altında kaldığından güney cephesinden mümkün olduğunca iç hacime gün ışığı alınması istenmiş ve bu doğrultuda saydam bir cephe tercih edilmiştir.

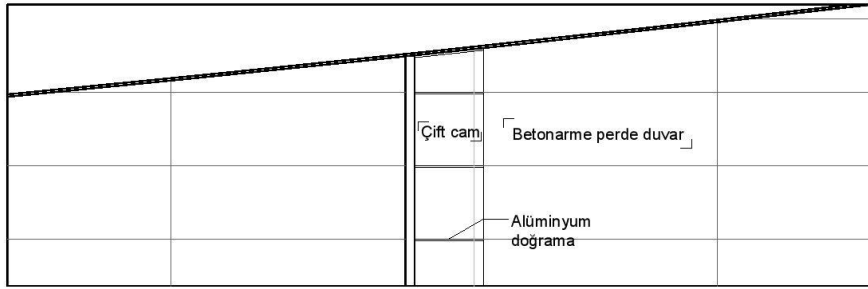
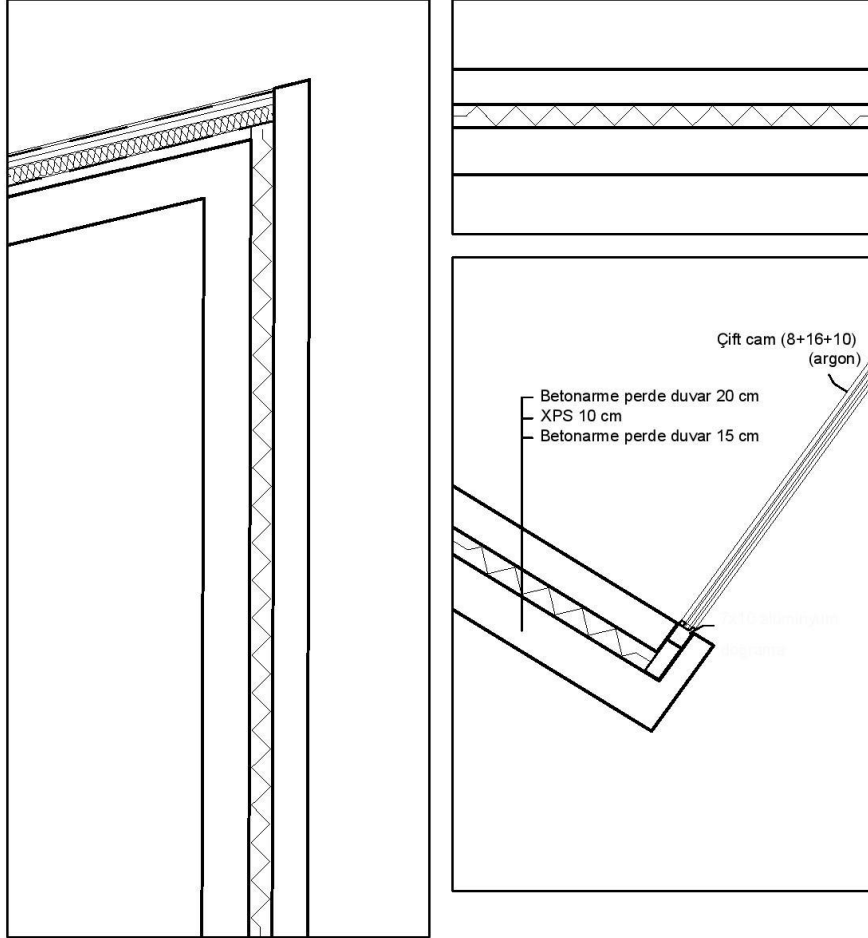
2-Cephe güneye yönelim sergilediğinden dikey güneş kırıcılar güneşin lüminasyon etkisini azaltmak amacıyla tasarlanmıştır. Isı kaybını en aza indirmek amacıyla çift kabuk sistemi uygulanmış iki cephede de spider taşıyıcılı Şişecam Temperlenebilir Solar Low-E Cam kullanılmıştır. Aradaki hava boşluğunun gerekli izolasyonu sağlamaya katkı sağlaması düşünülmüştür. Ayrıca hijyenik açıdan konforun sağlanması için camlar arasında kedi yolu tasarlanmıştır.

3-U değerleri açısından malzemenin kalınlık etkisini artırmak amacıyla her iki cephede de çift katmanlı cam kullanılmıştır, ayrıca aradaki hava boşluğunun aralığı da geniş tutulmuştur. Yapılan hesaplamalara göre istenilen düzeye uygun değer yakalanmıştır. Ayrıca sürdürülebilirlik açısından camların kirli ve döşemeyle birleştiği noktalarda silikon yerine doğal taş kullanılmış ve bina giriş kapısının profilleri ahşap malzeme ile değiştirilmiştir.

EK H2: İleri çalışma grubu öğrenci 2 sürdürülebilir cephe tasarım raporu



ÇİZİMLER



HESAPLAMALAR

MAİZEME	KALINLIK	ISIL İLETKENLİK KATSAYISI(λ)
1- B. perde duvar	20 cm	2,1
2-XPS ısı yalıtımı	10 cm	0,04
3-B. perde duvar	15 cm	2,1

$$U_d = \frac{1}{0,13 + 0,2/2,1 + 0,15/2,1 + 0,1/0,04 + 0,04}$$

$$U_d = 0,35 < 0,57$$

DIŞ DUVAR KONSTRÜKSİYONU

Dış yüzey -> Beton -> 2
 İç yüzey -> Beton -> 2
 Isı yalıtımı -> XPS -> 1

PENCERE İSKELETLERİ VE KAPILAR

İskelet -> Alüminyum -> 2
 Dış kapı -> Cam -> 4
 Denizlik -> Seramik -> 3

KAPLAMA SİSTEMLERİ

Cephe -> Beton -> 2

CAM

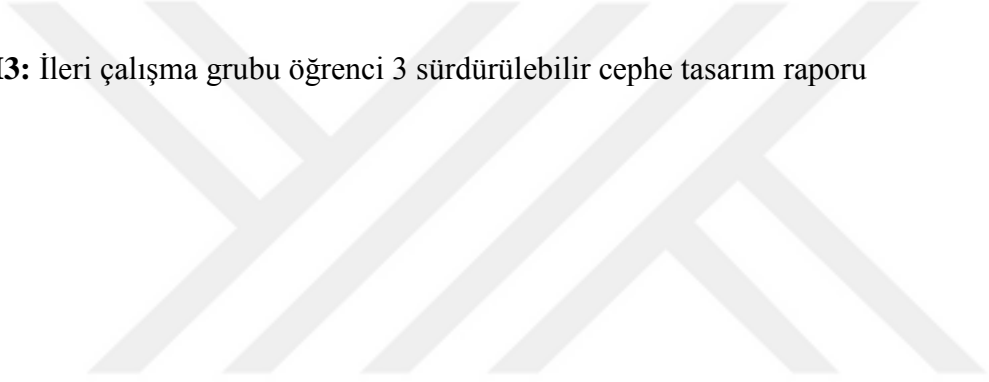
Cam çeşidi -> Argon dolgulu cam -> 4
 Uygulaması -> Kuru cam -> 3

TOPLAM PUAN = 23

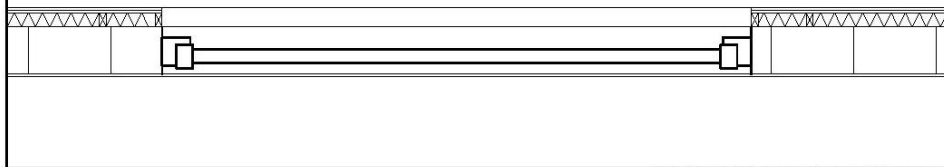
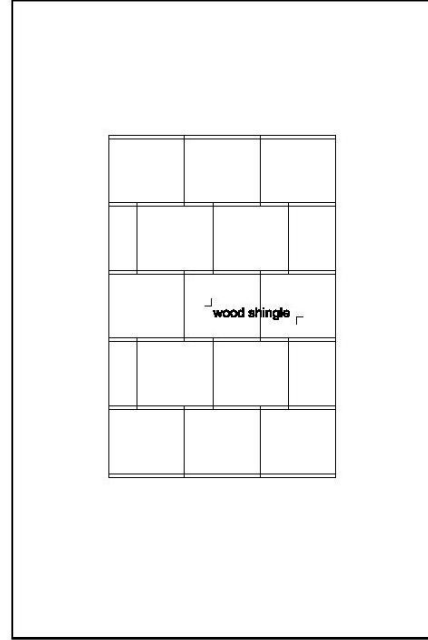
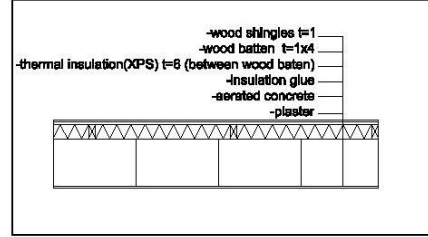
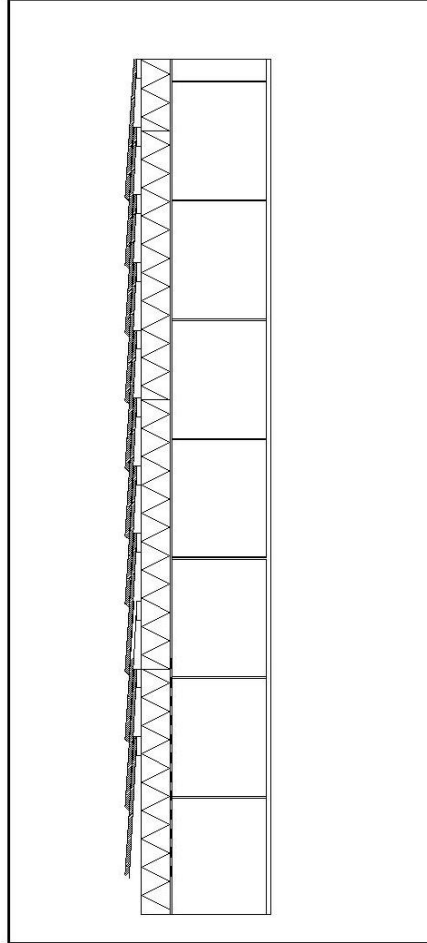
RAPOR

Cephe sistemi bütüncül bir tasarım yaklaşımı ile betonarme perde duvar olarak tasarlanmıştır. Konseptte göre kütlenin yarısından fazlası toprağa gömüldüğü için bu kısımlardaki istinat duvarı yerden yükseldikçe bir dış cepheye dönüşmekte ve gün ışığı cephedeki yarıklar ile içeri alınmaktadır. Isı yalıtımına da katkı sağlayan bu cephe doğal bir görünüme sahiptir. Dış cepheye göre daha saydam yapıda olan iç cephede ısı kaybını minimum tutmak için bütün camlar çift cam seçilmiştir. Malzeme puanlaması yapılırken çift cidarlı olan perde duvar sistemi dış ve iç katmanlar olarak hesaplanırken, yalıtım malzemesi olarak XPS hesaplandı. Kaplama malzemesi olmadığı için sınıflandırmada beton olarak seçildi. Pencere doğramaları alüminyum, dış kapı cam; camlarda Argon gaz doldurulmuş ve fitilli uygulama yapılmış çift cam olarak hesaplandı.

EK H3: İleri çalışma grubu öğrenci 3 sürdürülebilir cephe tasarım raporu



ÇİZİMLER



HESAPLAMALAR

MALZEME	KALINLIK	ISIL İLETKENLİK KATSAYISI(λ)
1- Ahşap şingül	1 cm	0,13
2-XPS ısı yalıtımı	6 cm	0,031
3-Gazbeton	15 cm	0,15
4-Sıva	1 cm	0,35

$$U_d = \frac{1}{0,13 + 0,01/0,13 + 0,06/0,031 + 0,2/0,15 + 0,35}$$

$$U_d = 0,28 < 0,57$$

DIŞ DUVAR KONSTRÜKSİYONU

Dış yüzey -> Gazbeton -> 2
 İç yüzey -> Gazbeton -> 2
 Isı yalıtımı -> XPS -> 1

PENCERE İSKELETLERİ VE KAPILAR

İskelet -> Alüminyum -> 2
 Dış kapı -> Alüminyum -> 2
 Denizlik -> Alüminyum -> 3

KAPLAMA SİSTEMLERİ

Cephe -> Ahşap -> 4

CAM

Cam çeşidi -> Çift cam -> 2
 Uygulaması -> Islak cam -> 1

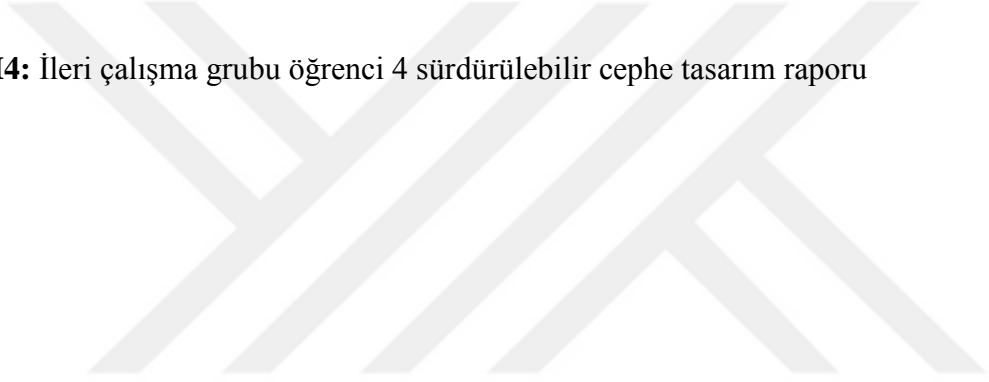
TOPLAM PUAN = 17

RAPOR

Cephe sistemi doğada en çok bulunan doğal bir malzeme olan ahşap ile tasarlanmıştır. Cephenin avantajlı yanlarından bir tanesi gazbetonla birlikte kullanıldığı için ısı performans açısından yüksek bir değer elde edilmektedir. Diğer bir avantajı ise ülkemizde bolca bulunduğu için her zaman bakımı ve onarımı sorunsuz bir biçimde yapılabilir.

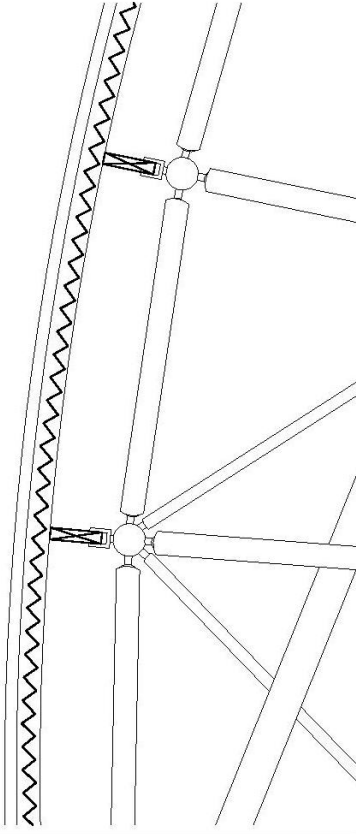
Malzeme puanlaması yapılırken blok gazbeton sistemi cephenin iskeletini oluştururken, yalıtım malzemesi olarak XPS hesaplandı. Kaplama malzemesi olarak ahşap şingüller tercih edildi. Pencere doğramaları, dış kapı alüminyum olarak seçilirken, camlarda fitilli uygulama yapılmış çift cam seçildi ve hesaplandı.

EK H4: İleri çalışma grubu öğrenci 4 sürdürülebilir cephe tasarım raporu

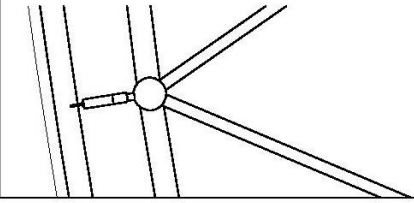


ÇİZİMLER

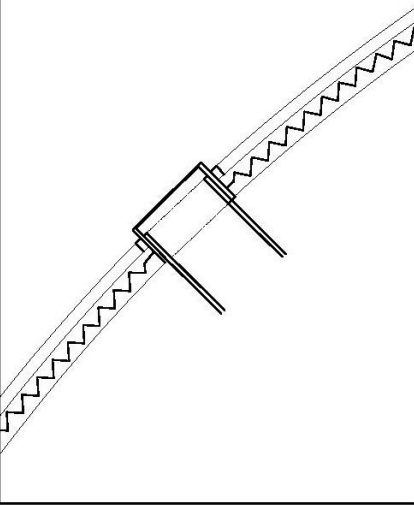
DIŞ DUVAR SİSTEM KESİT DETAYI 1/20



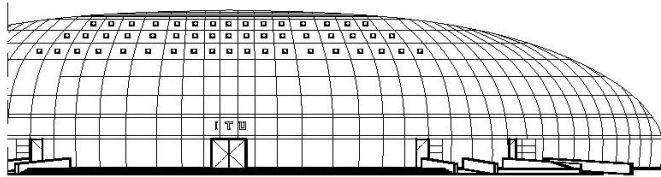
DIŞ DUVAR SİSTEM PLAN DETAYI 1/20



DIŞ DUVAR DOĞRAMA (KAPI - PENCERE) DETAYI 1/20



CEPHE GÖRÜNÜŞÜ 1/100



HESAPLAMALAR

U DEĞERİ HESABI

Aluminium Sandwich Panel (100 mm)

U value = 0.22 W/m²K *

*<https://www.bcoms.com/products/roofandwall/sandwich-panels-thermal-properties>

MALZEME PUANLAMASI

DIŞ DUVAR

Dış Yüzey - Aluminium Sandwich Panel 1

İç Yüzey - Cement Based Board 2

Duvar İzolasyonu - EPS 3

PENCERE İSKELETLERİ VE KAPILAR

Dış Pencere İskeleti - Alüminyum 2

Dış Kapılar - Alüminyum 2

Pencere Denizlikleri - mevcut değil 3

KAPLAMA SİSTEMLERİ

Cephe Kaplama - Alüminyum 1

CAM

Cam Çeşidi - Argon filled LE glazing 4

Cam Uygulaması - Kuru Cam 3

21

İyileştirme:

DIŞ DUVAR

Dış Yüzey - Ahşap 4

İç Yüzey - Cement Based Board 2

Duvar İzolasyonu - Selüloz 4

PENCERE İSKELETLERİ VE KAPILAR

Dış Pencere İskeleti - Alüminyum 2

Dış Kapılar - Alüminyum 2

Pencere Denizlikleri - mevcut değil 3

KAPLAMA SİSTEMLERİ

Cephe Kaplama - Alüminyum 4

CAM

Cam Çeşidi - Argon filled LE glazing 4

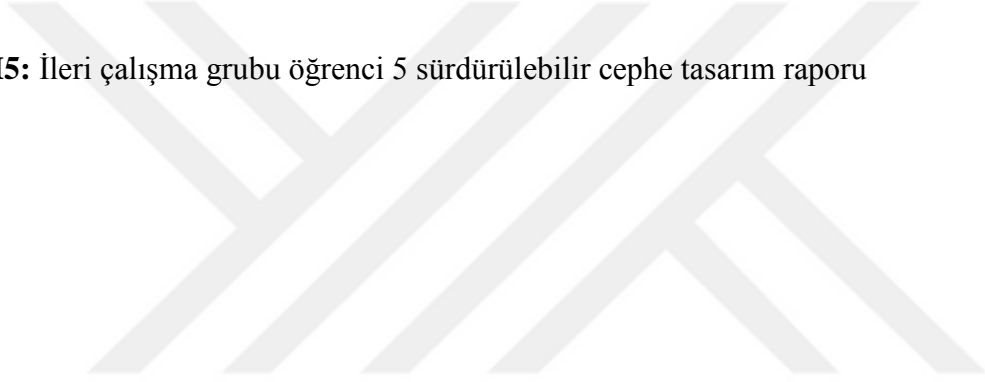
Cam Uygulaması - Kuru Cam 3

28

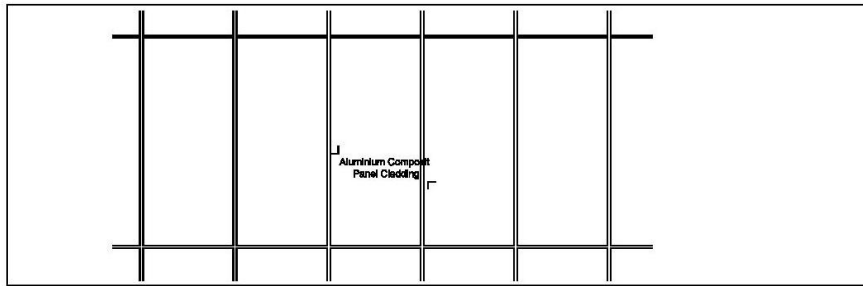
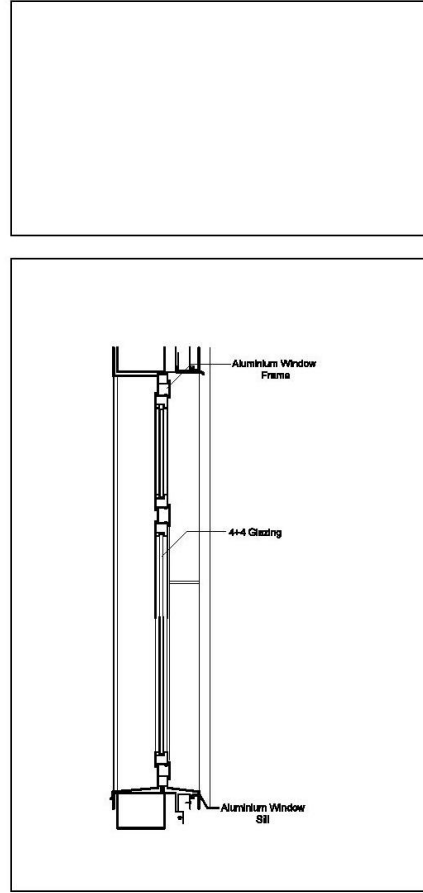
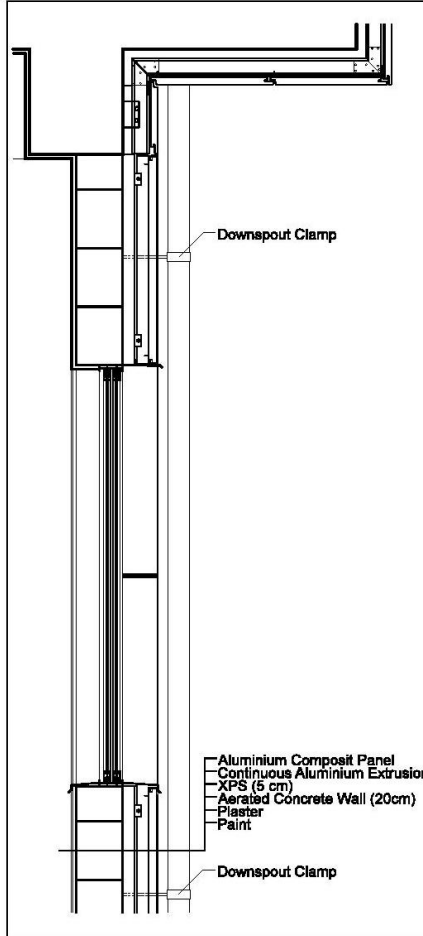
RAPOR

Amorf bir şekil tasarlandığından bu şekilde uyum sağlaması açısından alüminyum sandwich paneller düşünüldü. Daha sonra ekolojik ayak izi dikkate alınarak aynı amorf şekli ahşap ile sağlamak önerildi. Dıştaki Alüminyum Sandwich Panelleri taşıması için içten bir çelik truss tasarlandı. İç mekandan yağmur iniş borusu gibi tesisatların gözükmesini engellemek amacıyla içten Cement Based Board'lar ile kaplandı.

EK H5: İleri çalışma grubu öğrenci 5 sürdürülebilir cephe tasarım raporu



ÇİZİMLER



HESAPLAMALAR

MAİZEME	KALINLIK	ISIL İLETKENLİK KATSAYISI(λ)
1- Alüm. komp. panel	0,4 cm	0,44
2-XPS ısı yalıtımı	5 cm	0,03
3-Gazbeton	20 cm	0,2
4-Sıva	0,5 cm	0,14

$$U_d = \frac{1}{0,13 + 0,009 + 1,67 + 1 + 0,0125 + 0,04}$$

$$U_d = 0,35 < 0,57$$

DIŞ DUVAR KONSTRÜKSİYONU

Diş yüzey -> Gaz beton -> 2
İç yüzey -> Gaz beton -> 2
Isı yalıtımı -> XPS -> 1

PENCERE İSKELETLERİ VE KAPILAR

İskelet -> Alüminyum -> 2
Diş kapı -> Cam -> 4
Denizlik -> Alüminyum -> 1

KAPLAMA SİSTEMLERİ

Alüminyum 1

CAM

Cam çeşidi -> Hava dolgulu çift cam -> 3
Uygulaması -> Kuru cam -> 3

TOPLAM PUAN = 19

RAPOR

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Elif Sarpaşar
Doğum Tarihi ve Yeri : 19.07.1990 / Kütahya
E-posta : sarpasar.elif@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans:** 2014, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- Haziran 2016 yılında DS Mimarlık bünyesinde çalışmaya başladı, halen devam ediyor.
- Ağustos 2015- Mayıs 2016 arası İBB Kültürel Miras Koruma Müdürlüğü'nde çalıştı.

YÜKSEK LİSANS TEZİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- **Yazıcıoğlu F., Sarpaşar E.** Integrating Sustainability Concept Into Architectural Education. *11th Annual International Technology, Education and Development Conference*, March 6-8, 2017 Valencia, Spain.