

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AZ KATLI OFİS BİNALARI İÇİN MODÜLER ÇİFT KABUK CEPHE SİSTEMİ
GELİŞTİRMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Saeid SAHRAEI

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojileri Programı

Eylül 2013

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FENBİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AZ KATLI OFİS BİNALARI İÇİN MODÜLER ÇİFT KABUK CEPHE
SİSTEMİ GELİŞTİRMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Saeid SAHRAEİ

502101509

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojileri Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nihal ARIOĞLU

Eylül 2013

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502101509 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Saeid SAHRAEI**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**AZ KATLI OFİS BİNALARI İÇİN MODÜLER ÇİFT KABUK CEPHE SİSTEMİ GELİŞTİRMESİ** ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Nihal ARIOĞLU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç.Dr. Mustafa Erkan KARAGÜRLER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç.Dr. Mustafa ÖZGÜNLER
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi

Teslim Tarihi : **04 Eylül 2013**

Savunma Tarihi : **09 Eylül 2013**

Anneme ve Babama,

ÖNSÖZ

“Az Katlı Ofis Binaları İçin Modüler Çift Kabuk Cephe Sistemi Geliştirilmesi” adlı tez çalışmam süresince her konuda bana yardımcı olan, ben destekleyen, çalışmalarına yön veren tez danışmanım ve değerli hocam Prof. Dr. Nihal ARIOĞLU’ya değerli hocalarıma, araştırmalarım ve incelemelerimde bana olanak sağlayan yetkililere, araştırmalarım boyunca bana her konuda destek olan arkadaşlarıma, benim için fedakarlıklarını hiçbir zaman esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Eylül 2013

Saeid SAHRAEI

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Metal-Cam Cepheler İle İlgili Problemler:	1
1.2 Çalışmanın Arka Planı:	2
2. ÇİFT KABUK CEPHE SİSTEMLERİ.....	5
2.1 Çift Kabuk Cephe Sistemlerinin Tarihsel Süreç İçerisindeki Gelişimi	5
2.2 Çift Kabuk Cephe Sistemlerinin Tanıtımı.....	7
2.2.1 Çift kabuk cephe sistemlerinin sınıflandırılması	10
2.3 Fonksiyonların Cephe Sistemlerine Entegrasyonu	14
2.3.1 Cephe fonksiyonları	14
2.3.2 Bina tesisatının cephe sistemine entegrasyonu	16
3. MODÜLERLİK	23
3.1 Modülerlik Nedir.....	23
3.1.1 Modülerlikle İlgili Terimler	23
3.1.2 Modüler mimari türleri.....	24
3.1.3 Ürün Değişimi:.....	26
3.1.4 Ürün çeşitliliği.....	28
3.1.5 Standartlaştırma	30
3.1.6 Performans	30
3.2 Modüler ile Bütünleyici	30
3.3 Modülerliğin Avantajları.....	32
3.4 Ürün Geliştirmede Modüler Çözümler	33
3.4.1 Volkswagen Group MLB platform, yeni nesil modüler şasi	34
3.4.2 Hyundai Veracruz ve Hyundai ix55.....	34
3.4.3 IPHONE	35
3.4.4 Bilgisayar	35
3.5 Farklı Seviyelerde Modülerite.....	36
3.6 Cephe Sektöründe Modülerlik	36
3.6.1 <i>Hydro-Building</i> cephe sistemi.....	37
3.6.2 Capricorn Haus Binası	40
4. AZ KATLI OFİS BİNALARI İÇİN MODÜLER ÇİFT KABUK CEPHE SİSTEMİ GELİŞTİRME METOTU VE SİSTEM ANALİZİ.....	43
4.1 Cephe Sistemi Geliştirme Metotunun Farklı Aşamaları	45
4.1.1 Sistem analizi	45
4.1.2 Tasarım Süreci	47
4.2 Sistem Analizi	48

4.2.1 Cephe sisteminden beklenen fonksiyonlar.....	48
4.2.2 Birincil fonksiyon.....	48
4.2.3 Cephe sisteminin kullanıcılarının ve kullanıcı ihtiyaçlarının belirlenmesi	54
4.2.4 Cephe sisteminin farklı süreçler içinde karşılaşacağı muhtemel kısıtlamalar.....	55
4.2.5 Sistem analizi aşamasının sonucu	64
5. AZ KATLI OFİS BİNALARI İÇİN MODÜLER ÇİFT KABUK CEPHE SİSTEMİ TASARIMI.....	67
5.1 Cephe Kriterleri.....	67
5.1.1 Modüler bir cephe sistemi geliştirilmesi için teşvik edici olan esas kriterler	68
5.1.2 Modüleritenin kuralları ve koşulları.....	72
5.2 Uygulama Verileri ve Kabuller	72
5.2.1 Uygulama örneği verileri	73
5.3 Cephe Konsepti Oluşturma	73
5.3.1 Giydirmeye cephe konsepti.....	74
5.3.2 Modüler Ünite cephe konsepti	77
5.3.3 Modüler Kolon cephe konsepti	80
5.3.4 Modüler Çerçeve cephe konsepti	83
5.4 Konsept Seçimi Metotları.....	85
5.4.1 Ordinal değerlendirme metodu	86
5.4.2 Kardinal Metotlar	86
5.4.3 Değerlendirme Sonucu	89
6. DEĞERLENDİRMELER, SONUÇLAR VE ÖNERİLER	91
6.1 Tasarım Sonucunun Değerlendirilmesi	91
6.1.1 Modüler cephe sistemi geliştirilmesi için teşvik edici esas nedenler.....	92
6.1.2 Modüleritenin kural ve koşulları	94
6.1.3 Cephe sisteminin fonksiyonelliği açısından değerlendirilmesi.....	95
6.2 Cephe Sisteminin Dezavantajlarının Değerlendirilmesi	96
6.3 Az Katlı Ofis Binaları İçin Modüler Cephe Sistemi Geliştirme Metotunun Değerlendirilmesi	96
6.3.1 Sistem analizinin değerlendirilmesi	97
6.3.2 Tasarım sürecinin değerlendirilmesi	97
6.3.3 Konsept seçiminin değerlendirilmesi	97
6.4 Öneriler.....	97
KAYNAKLAR.....	99
ÖZGEÇMİŞ.....	103

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.1 Cephe sisteminin farklı kullanıcıları.....	54
Çizelge 5.1 Cpehe fonksyonlarının güncelleme ve değişim ihtiyaçları.....	71
Çizelge 5.2 Cephe konseptlerinin değerlendirme Şeması	88

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Metal-Cam cephelerin strüktürü,	1
Şekil 2.1 : İsveçrenin eski çiftlik evlerinde çift cidar pencere. (Alessi, 2008)	5
Şekil 3.1 : Bütünleyici ürün mimarisi örneği: bir notebook (www.apple.com)	24
Şekil 3.2` : Yuva mimarisi örneği: araba radyosu (www.mazda.com)	25
Şekil 3.3: Veriyolu mimarisi örneği: bellek geliştirme kartı ve genişletme yuvası	25
Şekil 3.4: Seksiyonel mimarisi örneği: genişletilebilir mobilya	26
Şekil 3.5 : Volkswagen Group MLB platform.....	34
Şekil 3.6 : Hyundai Veracruz ve Hyundai ix55	34
Şekil 3.7 : IPHONE cep telefonunun müşteri isteğine göre özelleştirilmesi	35
Şekil 3.8 : Kişisel bilgisayarda modülerite.....	35
Şekil 3.9 : Cephe ünitelerini oluşturan, camlı ve fonksiyonel elemanlar.....	37
Şekil 3.10 : Cephe modüllerinin farklı kombinasyonları,.....	38
Şekil 3.11 : Cephe sistemi konstrüksiyonu: sağ camlı eleman, sol fonksiyonel eleman.....	38
Şekil 3.12 : Modüler kutu ve fonksiyonel bileşenler.	38
Şekil 3.13 : İç mekanın doğal ve mekanik havalandırılması	39
Şekil 3.14 : İç mekanın doğal ve yapay olarak aydınlatılması	39
Şekil 3.15 : <i>Capricorn Haus Binası, Düsseldorf</i>	40
Şekil 3.16 : Cephe modülleri, kombine ısıtma, soğutma ve havalandırma bileşenleri,	41
Şekil 3.17 : İç mekan havalandırması.....	42
Şekil 4.1 :Cephe sistemi geliştirme metotunun şeması	44
Şekil 4.2 : Sistem analizi sürecinde izlenilecek yöntemin şeması.....	46
Şekil 4.3 : Tasarım sürecinde izlenilecek yöntemin şeması	47
Şekil 4.4 : cephe sisteminden beklenen fonksiyonlar	49
Şekil 5.1: Modüler cephe sistemlerine; ısıtma, soğutma, havalandırma, güneş kontrolü ve aydınlatma bileşenlerinin entegre edilmesi.....	69
Şekil 5.2 : Giydirme cephe konsepti.	74
Şekil 5.3 : Giydirme cephe konsepti. Plan ve Kesit.....	75
Şekil 5.4 : Volkswagen Group MLB platform, yeni nesil modüler şasi.....	75

Şekil 5.5 : Pimlerin üzerine oturtulan, yüksekliği ayarlanabilir raflar.....	77
Şekil 5.6 : Modüler Ünite cephe konsepti.....	77
Şekil 5.7 : Modüler Ünite cephe konsepti. Plan ve Kesit	78
Şekil 5.8 : Modüler Kolon cephe konsepti	80
Şekil 5.9 : Modüler kolon cephe konsepti. Plan ve Kesit.....	81
Şekil 5.10 : Modüler Çerçeve cephe konsepti	83
Şekil 5.11 : Modüler Çerçeve cephe konsepti. plan ve kesit	84

AZ KATLI OFİS BİNALARI İÇİN MODÜLER ÇİFT KABUK CEPHE SİSTEMİ GELİŞTİRMESİ

ÖZET

Dünya üzerindeki tüketilebilir enerji kaynaklarının azalması ve maliyetlerinin de her geçen gün artmasından dolayı yapılarda enerji korunumunu sağlayan sistemler ortaya çıkmıştır. Çift kabuk cephe sistemleri de yapılarda kullanılan enerjiden maksimum düzeyde faydalanma ve enerji kayıplarını minimuma indirme ihtiyacından doğmuştur. Ancak mevcut çift kabuk cephe sistemleri zamanla artan kullanıcı beklentilerine ve giderek sıklaşan standartlara ve yönetmeliklere göre güncellenme özelliğine sahip değildir. Bu yüzden sözü geçen değişimler yüksek miktarda maliyet ve çaba gerektirir.

Bu çalışmanın amacı, teknik olarak güncellenme özelliğine sahip olan modüler çift kabuk cephe sistemi geliştirilmesidir. Başarılı bir ürünün elde edilmesi için, cephe sistemi kullanım süreci içinde çevresel değişimlere ve kullanıcı isteklerine göre fonksiyonel olarak esnek olmalıdır. Ayrıca cephe sistemi mimarlara tasarımda form ve geometri özgürlüğü sunmalıdır.

Birinci bölümde çalışmanın ortaya çıkış nedenleri, elde edilmek istenen sonuçlar, çalışmanın kapsamı ve çalışmada izlenen yöntem bulunmaktadır. İkinci bölümde, çift kabuk cephelerin ortaya çıkış süreci, cephe sisteminden beklenen işlevler ve özellikleri hakkında ve çeşitli fonksiyonların cephe sistemine entegrasyonu konusunda bilgi verilecektir. Üçüncü bölümde, modüleritenin kural ve koşulları, modüler bir ürünün tasarımında dikkat edilmesi gereken hususlar, diğer sanayi sektörlerinde ve cephe sektöründe kullanılan modüler sistemler incelenecektir. Dördüncü bölümde ise modüler cephe sistemi geliştirilmesinde izlenilecek yöntem tespit edilir. Bölümün devamında da sistem analizi yapılacaktır. Sistem analizinde ürünün; üretim, uygulama ve kullanım süreçleri boyunca farklı kullanıcıları ve bu kullanıcıların cephe sisteminden bekledikleri fonksiyonlar araştırılacaktır. Elde edilen fonksiyonların sağlanmasında cephe sisteminin karşılaştığı muhtemel kısıtlamalar belirlenecektir. Beraberinde bulunan fonksiyonlar ve muhtemel

kısıtlamalar göz önünde bulundurularak, cephe sistemi tasarımı için başlangıç alternatifleri önerilecektir. Başlangıç alternatifleri, cephe sisteminin tasarımı için yol gösterici olacaktır.

Çalışmanın son aşamasında, sistem analizi bölümünde tasarım için bulunan başlangıç alternatifleri çizim haline getirilecektir. Bu bölümün devamında üretilen cephe konseptleri, önceki bölümlerde belirtilmiş olan kullanıcı beklentileri ve gereksinimlere dayanarak değerlendirilecektir ve konseptlerin arasından nihai ürün, seçilerek ele alınacaktır.

DEVELOPMENT OF MODULAR DOUBLE SKIN FACADE SYSTEM FOR LOW STORY OFFICE BUILDINGS

SUMMARY

Nowadays continuously increasing energy need causes decrease of nonrenewable energy sources in addition to environmental pollution and global warming. Construction has a major share in energy consumption. Definitely, building envelope has an important role in decreasing the energy consumed. That is the reason why engineers and architects collaborate in designing energy effective and environmentally friendly facade system. Double skin facade system emerges for the need of efficient use of the energy consumed in buildings and to minimize the energy loss. Double layer facade systems are more effective than conventional facade systems, as they have energy savings and natural ventilation and decreasing noise pollution inside the building even in multi-storey buildings.

The standards and regulations in energy performance have been increased in the last years. Existing facade systems are not upgradeable and adoptable to the norms specified in the standards and regulations considering technological improvements and customer needs. More precisely future functional and structural changes are not estimated in conventional facade systems and these possible changes are costly and effortful.

There is improvement in facade systems with new materials, increasing in energy performance and addition of new functions. Still this sector depends on different suggestions and solutions from different disciplines. As a result, there appears facades with different layers, each layer represents different function. More layer means more function. Facades with different layers are used for many years in this sector due to the cost saving and practical use. The more development in the current facade systems, causes very complex systems. Tolerances become smaller and smaller, while this is not the case for the primary structure. The systems sometimes get even too complex for the construction workers. On the other hand, the other

sectors like automotive industry is working on decreasing the segments to have integrated designs that increase the quality of the product.

Facades generate comfortable environments interacting indoor and outdoor space. Facade systems have effects on sunlight transmission, glare, heat gain, heat loss and voice transmission as well as heating, cooling, ventilation and decentralization of installment to the facade system. By decentralization of installment to the facade system, there remains no need for central system, so that in the Office buildings each office has its own air-conditioning system and it allows modification of the system against user needs.

Integrated facade system decreases the size of indoor installments and installation shafts so that net area and architectural flexibility increases. Besides the system will be done modular easily and lead time and construction time decreases.

Existing facade systems partly offer solutions. Although this system integrates installations, it restricts the freedom in designing. In the meantime, the demands of façades in terms of energy, user comfort and geometrical possibilities are getting higher and higher. The regulations on energy performance and sustainability are growing; this must be solved by.

Therefore the development of a new façade system may be a better solution than going on trying to continue developing existing systems. A new system will not function as well as existing systems right from the start, but after development a new system can perform better.

This study's aim is to develop technically updateable modular double skin facade system. There is modularity in the existent double layer facade system but cannot use the advantage of modularity in this system. Facade system should be flexible against environmental changes and customer needs in order to succeed. Besides facade systems should provide design and geometric freedom for the architect.

The modular facade is a concept for a façade which is (partially) built up out of modules. The used modules have different functions, and possibly come from different suppliers. The modular façade should bring outcome to the previously mentioned aspects which will be part of the program of demands; and in order to be a successful product the façade must besides that not lose geometrical potential.

In the first part, the reason for the study, results that are achieved, scope of the study and methods followed are mentioned. In the second part, the reason for double layer facade system, development during time, working principle and the fundamental functions of the facade system, integration of the various functions and the basic differences of the double layer facade systems are examined.

In the next step, rules and conditions of modularity, points that take into consideration while designing modular product and the modular systems that are used in other sectors and facade systems are reviewed.

In the fourth part of the study, design period is going to be determined. Besides the needs and goals during this period are going to be identified.

In the fifth part, system analysis is going to be done. In the system analysis, different users are identified during production, practice and exposure time. When the users are identified, the functions of the facade system and the possible limitations are going to be examined. After that, considering the functions and limitations, starting points for designing are proposed. Starting points are guide to facade system design.

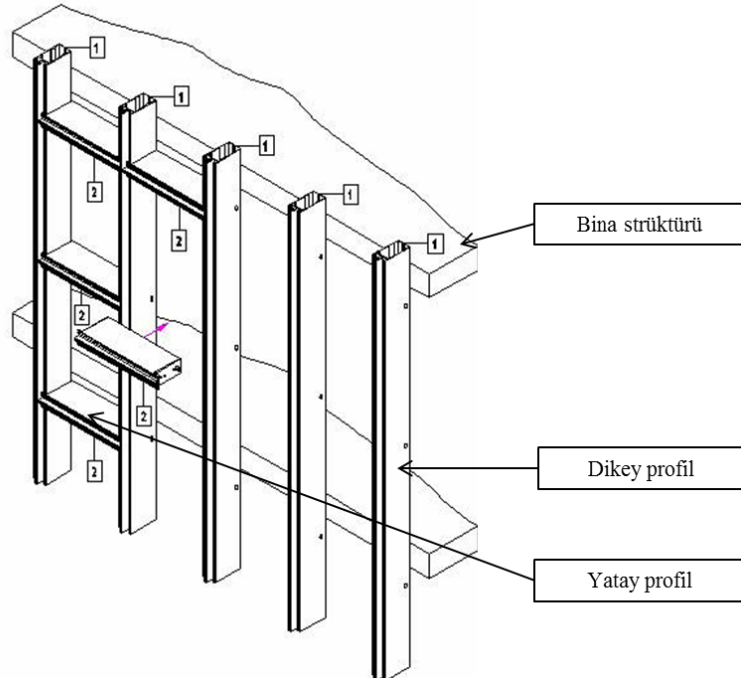
In the last part of the study, the criteria of the design of the double layer facade system are going to be reviewed. After that design ideas are to be drawn based on starting points. The concepts generated during this process are going to be evaluated considering the expectations and needs specified in previous parts and the final product is selected among the concepts generated.

1. GİRİŞ

Çift kabuk cephe sistemlerinin oluşturulmasında en çok kullanılan kombinasyon, metal-cam kombinasyonudur. Bu nedenle sorun, metal cam cephelerle ilgili olarak tanımlanmıştır.

1.1 Metal-Cam Cepheler İle İlgili Problemler:

Günümüzde çoğu ofis ve kamu hizmet binalarının cephesi metal-cam cephe sisteminden oluşmaktadır. Metal-cam cephe sistemlerinin inşaat sektöründeki önemi, geçtiğimiz yüz yılın başından itibaren sürekli artmıştır. Bu cepheler bina strüktürüne ikincil bir strüktür sistemi ile bağlanır (şekil 1.1). Metal-cam cephe sistemleri, bir cephe için beklenen tüm fonksiyonları yerine getirecek nitelikte olduğundan dolayı, sözü geçen prensipte 1930'lardan günümüze dek değişiklik olmamıştır.



Şekil 1.1: Metal-Cam cephelerin strüktürü, (Walder, R. 2009)

Ancak metal-cam cephe sistemleri, enerji performans ve güncellenebilirlik açısından, büyük ölçekte geliştirilebilir bir sistem değildir.

Son yıllarda inşa edilen çoğu bina, bugünün standartlarına uygun olmayıp, termal yalıtım değerlerinin yetersizliği sebebiyle, iç mekanlarda, kullanıcı için konforlu bir ortam sağlayamamaktadır. Böyle durumlarda cephenin iyileştirilmesi, çok karmaşık olmasının yanı sıra, yüksek maliyet gerektirir(Oesterle, 2001).

1.2 Çalışmanın Arka Planı:

Günbegün devamlı artmakta olan enerji ihtiyacı, yenilenemeyen enerji kaynaklarının azalmasının yanı sıra, çevre kirliliğine ve küresel ısınmaya yol açmaktadır. Yapı endüstrisi enerji tüketiminde büyük bir paya sahiptir. Kuşkusuz bina kabuğu, tüketilen enerjinin azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Çift kabuk cephe sistemleri, yapılarda tüketilen enerjiden verimli bir şekilde yararlanmak ve enerji kayıplarını minimum seviyeye indirmek için ortaya çıkmıştır. Geleneksel cephe sistemlerine göre çift kabuk cepheler; enerji tüketiminde tasarruf sağlamalarının yanı sıra çok katlı binalarda bile doğal havalandırmayı sağlarken, iç mekanda ses kirliliği seviyesini düşürür.

Son yıllarda enerji performansı ile ilgili standartlar ve yönetmeliklerin giderek sıklaşması ile birlikte, teknolojik ilerlemeler ve kullanıcı ihtiyaçlarının gelişmelerine dikkat edildiğinde, mevcut çift kabuk cephe sistemlerinin sözü geçen değişimler ve ilerlemelere göre güncellenebilirlik kabiliyetine sahip olmadıkları görülür. Diğer bir anlatımla, bu cephe sistemlerinde, gelecekteki muhtemel fonksiyonel veya yapısal değişiklikler ön görülmemektedir. Bundan dolayı sözü geçen değişiklikler, yüksek miktarda maliyet ve çaba gerektirir.

Cephe sektörüne yeni malzemelerin sunulması, önerilen malzemelerin enerji performanslarının artması ve yeni fonksiyonların eklenmesi ile önemli bir gelişme yaşanmaktadır. Ancak, bu sektör farklı bilim dalları tarafından sunulan farklı öneriler ve çözümlere bağlıdır. Böylelikle birbirlerinden farklı katmanlarının her birinin bir fonksiyonu temsil ettiği çok katmanlı cephe sistemleri ortaya çıkmıştır. Daha fazla fonksiyon daha fazla katman anlamına gelmekte ve katmanlardan oluşan bu cephe sistemleri, maliyet tasarrufu ve pratiklik açısından yıllar boyunca kullanılmaktadır. Diğer yandan, otomobil sanayisi gibi gelişmiş sanayiler daha entegre ve bütünleşik tasarımları ile ürün parçalarını azaltmak için çalışmaktadırlar. Buda ürün kalitesini arttırır.

Bina cephesi dış ve iç ortam arasındaki etkileşimi sağlayarak bina kullanıcısı için konforlu bir ortam oluşturur. Cephe sistemi, güneş ışığının geçişini, kamaşma, ısı kazancı, ısı kaybı ve ses geçişini etkiler. Bu fonksiyonlara ek olarak ısıtma, soğutma, havalandırma ve enerji üretimi gibi fonksiyonların eklenmesi ve desantralize tesisatın cephe sistemine entegre oluşu farklı kullanıcıların ihtiyaçlarını sağlamaya yardımcı olur. Sözü geçen fonksiyonların cephe sistemine entegre edilmesi ile binada merkezi tesisatın kullanılmasına gerek kalmaz. Böylece sistem, bina tesisatının güncellenmesine ve kullanıcı ihtiyaçlarına göre değişimine izin verir.

Ayrıca entegre bir cephe sistemi, iç mekanlarda tesisat ve tesisat bacalarının işgal ettikleri alanı minimum miktara düşürerek net alanın artmasına ve mimari esnekliğe yardımcı olur. Bunun yanı sıra entegre cephe sisteminin modüler olarak yapılması, bu sistemlerin diğer sistemlere göre daha kolay uygulanmasını sağlayarak, projenin teslim ve inşaat sürelerini kısaltır.

Mevcut entegre dış cephe sistemleri bu sorunlara yalnızca kısmi bir çözüm sunabilmektedir. Bu sistemler bina tesisatını entegre etmelerine rağmen, tasarım özgürlüğünü sınırlamaktadırlar.

Çalışmanın amacı teknik olarak güncellenebilirlik özelliğine sahip modüler çift kabuk cephe sistemi geliştirilmesidir. Mevcut çift kabuk cephe sistemlerinde de modülerite görülür, ancak modüleritenin sunduğu avantajlardan bu sektörde tam olarak yararlanılmamaktadır. Başarılı bir cephe sistemi, kullanım süreci içinde çevresel değişimlere ve kullanıcı isteklerine göre fonksiyonel olarak esneklik sunarken, tasarım sürecinde de mimarlara form ve geometri özgürlüğü sunmalıdır.

Çalışmada soruna çözüm bulmak amacıyla, çift kabuk cephe sistemleri ve sistemlerin entegrasyonu analiz edilmiştir. Buna paralel olarak modüler sistemlerin olanakları ve avantajları araştırılmış, ürün geliştirmede modüler çözümler irdelenmiştir.

Farklı aşamalardan oluşan cephe sistemi geliştirmesi sürecinde kullanılacak yöntem, *M. Khanmohammad* tarafından geliştirilmiş olan sistem analizi ve bileşenleriyle tanımlanmıştır (Khanmohammadi, 2010). Elde edilen veriler ışığında, az katlı ofis binaları için modüler çift kabuk cephe sistemi geliştirilmesinde kullanılacak metod oluşturulmuş ve örneklerle açıklanmıştır.

2. ÇİFT KABUK CEPHE SİSTEMLERİ

2.1 Çift Kabuk Cephe Sistemlerinin Tarihsel Süreç İçerisindeki Gelişimi

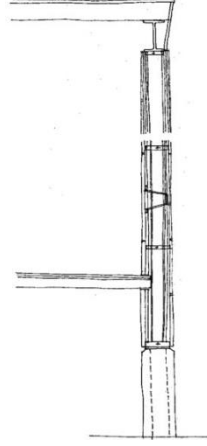
Bina ısıtma yöntemlerinin yetersizliğinden dolayı 17. yüzyılın başlangıcında, Avrupa'da yeni bir cephe konsepti icat edildi. Bu cephe konseptinde binanın dış cephesi iki kabuktan oluşur ve iki kabuğun arasındaki hava boşluğu, binanın ısıl konforunu sağlar. İsviçre'nin eski çiftlik evleri bunun için iyi bir örnektir (şekil 2.1). Bu evlerin kuzey cephesi, çiftliğin ahırıyla bitişiktir. Bina pencereleri güney cephede konumlandırılmıştır. Böylece bu pencereler gün boyunca gün ışığı alır, bu da iki cam katmanı arasındaki hava boşluğunun ısınmasını sağlar. Yaz aylarında ise pencereler binanın aşırı ısınmasına karşı, panjurlar ile kapanır (Alessi, 2008).



Şekil 2.1: İsveçrenin eski çiftlik evlerinde çift cidar pencere. (Alessi, 2008)

1849Yılında Belçikalı mimar *Jean Baptiste Jobard*; yılın zamanına bağlı olarak, iki cidarın arasındaki hava akışının kontrolüyle, ideal termal konforun sağlanabileceğini savundu. İlk gerçek çift kabuk cephe sistemi, Almanya'nın Giengen şehrinde inşa edilen, *Steiff* fabrika binasında uygulandı (şekil 2.2). Soğuk havaların ve şiddetli rüzgarların olumsuz etkilerine karşı varolan cephelerden daha iyi bir performans göstermesi ve bunu yaparken de gün ışığından mümkün olduğunca yararlanılmasına imkan tanıyarak binalarda doğal aydınlatmayı sağlaması, bu cephe sisteminin tercih

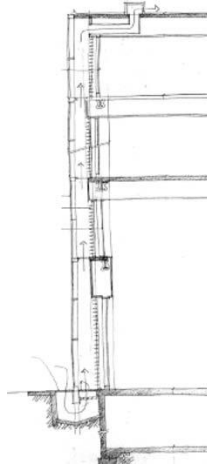
edilmesinin asıl nedenleridir. Şekil 2.2’de gösterildiği gibi bu çift kabuk cephe sistemi, günümüz sistemlerine göre çok ilkel ve gelişmemiş durumdadır.



Şekil 2.2: Steiff Factory, Giengen, Almanya.(B. Alessi, 2008)

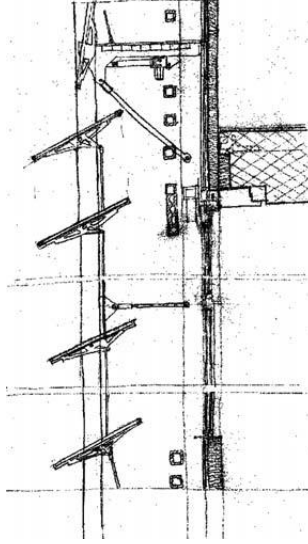
Çift kabuk cephe sistemindeki sonraki gelişme 70’lı yıllarda gerçekleşti. 1978 yılında, *Cannon Design* mimarlık ofisi, *Hok* şirketi ile iş birliği yaparak, New York’ta inşa edilecek olan *Hooker Office Binası*’nı tasarladı(şekil 2.3). Havalandırılan çift kabuk cephe sistemlerinin ilki bu binada uygulandı. Bu cephe sistemi, *Le Corbusier*’in bina havalandırmasıyla ilgili 50 yıl önceki fikrine dayanıyordu. Seksenli yıllarda, çift kabuk cephe sistemlerinin çoğu çevresel kaygılardan dolayı tasarlanmıştır.

İki kabuk arasındaki Cephe boşluğu 20cm genişliğindedir ve güneş kontrolü elemanları iç kabuğun yüzeyine uygulanmıştır. Böylece direkt gün ışınlarının iç mekana geçişi engellenir. Cephenin havalandırma sistemi gücünü baca etkisinden alır(Alesii, 2008).



Şekil 2.3: Hooker Building, Cannon Design, NY 1979.(Alesii, 2008)

Doksanlı yılların sonunda çevreci tartışmaların yeniden gündeme gelmesi, geometrik ve estetik mimari fikirlerin yeniden önem kazanmasına neden oldu (şekil2.4). 1998 yılında İtalyan mimar, *Renzo Piano* o zamana kadar tasarlanmış olan çift kabuk cephe sistemlerinin en çevre dostu olanını tasarladı(Alesii, 2008).



Şekil 2.4: *Debis Tower, Renzo PiyanoBuilding WorkShop*.Berlin, Almanya(Alesii, 2008)

2.2 Çift Kabuk Cephe Sistemlerinin Tanıtımı

Bina cephesinin temel amacı, bina kullanıcılarına konforlu bir ortam sağlamak için sıcaklıkları birbirinden farklı olan iç ve dış ortamlar arasındaki ısı geçişini düzenlemek, gerektiğinde iç mekana gün ışığı ve hava geçişini sağlamaktır. Ticari binalarda ve ofis binalarında bilgisayar, aydınlatma ve insan kaynaklı ısı oluşumu iç mekan sıcaklığının artmasına neden olur. Özellikle ılıman iklimlerde ve taban alanının, cephe alanına oranının büyük olduğu durumlarda, iç termal yükler, dış termal yüklerle kıyasladaha fazla önem kazanır. Sıcak ve ılıman iklimlerde iç mekanın soğutulması yılın büyük bir kısmı için gerekli olabilir. İç mekan soğutma yüklerini en aza indirmek için, bu termal yüklerin kaynağında minimize edilmesi gerekir(Arons, 2000). Günümüzde camlı elemanlarla kaplanan bina sayısının giderek artması soruna dönüşebilir. Çünkü güneş ışınları, cam cepheden bina içine geçtikten sonra, nesnelere ve iç mekan elemanları tarafından emilir ve yüksek frekanslı kızılötesi uzun dalga olarak yayılmaya başlar. Yayılan kızılötesi dalgalar, özelliklerinden dolayı bina cephesindeki cam tabakasından dış ortama geri dönemez.

Böylece konveksiyon yolu ile iç mekan havasını ısıtır. Sözü geçen etkileri azaltmak ve iç mekan konforunu sağlamak karmaşık ve yüksek maliyetli işlemler gerektirir.

Çift kabuk cephe sistemleri, dış gölgeleme elemanları kullanmaksızın, şeffaf cephelerdeki aşırı ısınma sorununun giderilmesine yönelik özel bir sistem kullanarak, daha gelişmiş bir cephe teknolojisini temsil etmektedir. Bu cepheler dış ve iç ortamlar arasında bulunan en az iki katmanlı bir kabuk ile karakterize edilir. Güneş kontrolü elemanları iki kabuk arasındaki hava boşluğuna yerleştirilir.

Çift kabuk cephe sistemleri iç ve dış kabuk arasındaki boşluğun kontrollü bir şekilde havalandırılması ile geleneksel çift veya çok kabuk cephe sistemlerinden ayırt edilir. Değişik termal mekanizmalar, enerji ve konfor üzerinde farklı etkilere neden olur. Çift kabuk cephe sistemleri geleneksel cephe sistemlerin aksine, statik bir nesne değildir. İki kabuk arasındaki hava hareketi, değiştirici bir faktör olarak cephenin performans özelliklerini kontrol altında tutmaktadır (Arons, 2000).

Bu cephe sistemleri, hava hareketi ve güneş kontrolü elemanları gibi hareket edebilen elemanlardan dolayı dinamiktir. Ayrıca cephe performansı mevsimlere bağlı olarak değişmektedir. Sıcak mevsimde, soğuk hava iki kabuk arasındaki sıcak havanın tahliye edilebilmesi için dış ortamdan hava boşluğuna emilir. Böylece iç kabuğun sıcaklığı teorik olarak, hava akımı olmayan duruma göre daha düşük tutulur. Buda ısının kondüksiyon, konveksiyon ve radyasyon yoluyla iç kabuktan iç mekana geçişinin azaltılmasına yardımcı olur. Sonuç olarak daha az ısı dış ortamdan iç ortama aktarılır ve iç mekan soğutulması için daha az enerji gerekir. Ayrıca iç mekanlarda yüzeylerden gelen radyasyonun azaltılmasından dolayı, iç mekan konforu artmaktadır (Loncour, 2004).

Çift kabuk cephe sistemleri ve cephe boşluğuna monte edilen güneş kontrolü elemanları, soğutma yükünü hafifletip, enerji tasarrufu sağlamasından dolayı, pasif bir soğutma mekanizması olarak kabul edilebilir. Güneş kontrolü elemanlarının iki kabuk arasındaki boşlukta bulunması ısının radyasyon yoluyla bina içine geçişini engeller. Güneş ışınları cephe boşluğunun içindeki havayı ısıtarak baca etkisinin artmasını sağlar. Boşluktaki hava sıcaklığı arttıkça boşluğun içine emilen soğuk havanın hızıda artar. Paradoksal olarak, güneş ısısı cephenin soğutulmasında katkıda bulunur (Davies, 1997).

Genel olarak ısıtma sezonunda iki senaryodan yararlanılır: ilk senaryoda, boşluğu içinde herhangi bir hava hareketi olmayan kapalı sistem kullanılır. Kapalı sistemde boşluğun ısınmasına izin verilir. Buda iç kabuk sıcaklığını arttırarak ısı kaybının azaltılmasına yardımcı olur. İkinci senaryoda sıcak hava iç mekandan boşluk içine aktarılır. Boşluk içine emilen sıcak hava iç kabuğun ısınmasına ve yukarıda söylenen sonuçların elde edilmesine yardımcı olur. Bu hava daha sonra boşluk içinden tesisat sistemine emilerek iç mekan havalandırmasında kullanılacak olan taze havanın ısınmasında kullanılır(Arons, 2000).

Vurgulanması gereken bir diğer nokta, gece saatlerinde ve solar radyasyonun olmadığı durumlarda, cephe boşluğu aracılığıyla havalandırma tesisatına aktarılan iç mekan havasının enerjisini kaybetmesidir. Buda ısıtma yüklerinin artmasına neden olur. Bu enerji kaybı, ısı eşanjör sisteminden geri kazanılan enerji miktarının azalması ile hesaplanabilir(Arons, 2000).

Güneş kontrolü elemanları iç ve dış kabuk arasında konumlandırılır. Genellikle güneş kontrolü için; ayarlanabilir, açılıp kapanan ve döndürülebilen güneş kontrolü elemanları kullanılır. Yaz mevsiminde güneş enerjisi, soğutma yüklerinin azaltılması için havalandırma sistemi tarafından dış ortama tahliye edilmelidir. Güneş kontrolü elemanlarının rolü, istenmeyen güneş ışınlarını emmek veya yansıtmaktır. Güneşkontrolü elemanları tarafından emilen ısının konveksiyonla kaldırılması için, havanın cephe boşluğunda ve güneş kontrolü elemanlarının yüzeyi boyunca dikey olarak hareket edip, cephe sisteminden dış ortama geçmesi gerekmektedir.

Isıtmaya ihtiyaç duyulan mevsimde, bina ısıtma yükünü düşürebilmek için direkt güneş ışığından yararlanmak çok faydalı olur. Ancak iç kabuğa yakın alanlarda aşırı ısınma meydana gelebilir. Bu durumda güneş kontrolü elemanlarının konumu ve dağıtımını önem kazanır. Güneş kontrolü elemanları güneş ışınlarını emerek cephe boşluğundaki havanın sıcaklığını arttırır ve iç mekanla cephe boşluğundaki hava arasındaki sıcaklık farkını düşürür.

Çift kabuk cephe sistemlerinin tercih edilmesinin asıl nedeni; enerji tasarruflu olmalarının yanı sıra, ses geçişini azaltma, kullanıcı kontrolü ve konforu, kirlenmeyi önleme ve açılıp kapanan pencerelerin gece güvenliği gibi özellikleridir. Diğer nedenler, azaltılmış mekanik tesisatın maliyet tasarrufu, yüksek saydamlık oranı, bina kullanıcılarına kaliteli bir çevre manzarası sunmak ve yapay aydınlatma bağımlılığının azaltılmasını içerir. Ayrıca bu mimari konseptin geniş bir şekilde

kullanılmasının başka bir nedeni, pencerelerin, yüksek hava basıncına maruz kaldığı durumlarda, özellikle yüksek binalarda ek bir cam kabuk tarafından korunmasıdır.

2.2.1 Çift kabuk cephe sistemlerinin sınıflandırılması

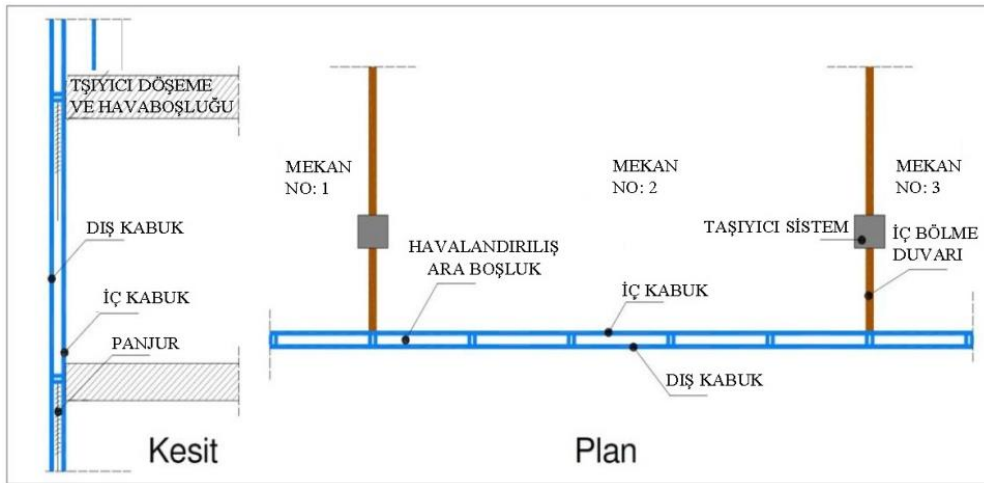
Çift kabuk cephe sistemlerini birbirinden ayıran esas faktör, iki cam yüzeyin arasındaki boşluğun bölümlene türüne bağlıdır. Bölümlene türüne bağlı olarak dört alt başlıkta sınıflandırılır (Oesterle, 2001).

Bu metota göre çift kabuk cepheler:

1. Kutu tipi çift kabuk cepheler.
2. Koridor tipi çift kabuk cepheler.
3. Çok katlı çift kabuk cepheler.
4. Şaft-kutu tipi çift kabuk cepheler.

Kutu Tipi Çift Kabuk Cepheler:

Kutu tipi çift kabuk cephe; içte çift camlı, dışta ise tek camlı kabuktan oluşan kutu şeklinde bir panel sistemdir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5: Kutu tipi bir çift kabuk cephenin şematik çizimi (Ünal, 2008)

Bu tip cephede, boşluk fiziksel biçimde yatay ve düşey olarak bölümlenir. Cephe modülünün yüksekliği Şekil 2.5'de gösterildiği gibi yalnızca bir kat yüksekliğiyle sınırlıdır.

Kutu tipi çift kabuk cephe sisteminin avantajları (Compagno, 2002):

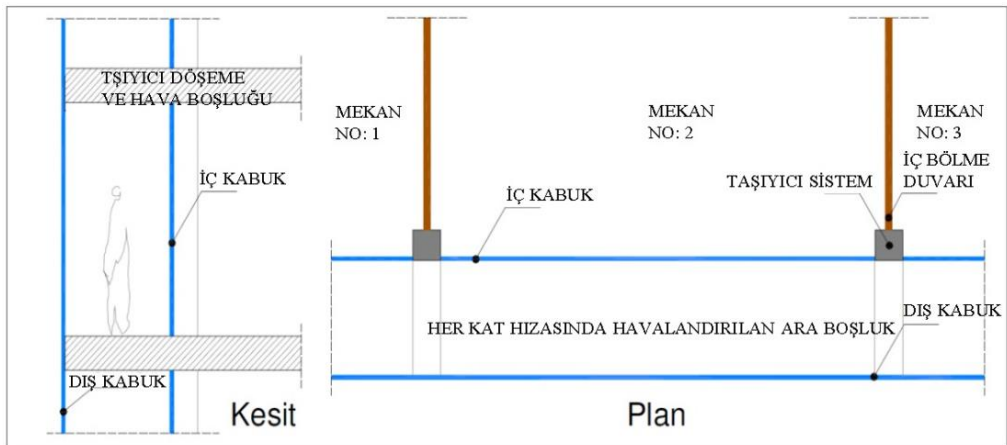
- Dış kabuk, iç kabuğu rüzgar, yağmur ve kara karşı korur.

- Cephe boşluğuna yerleştirilen güneş kontrolü elemanları yağmurdan korunur ve aşırı güneş radyasyonlarının iç mekana geçişini engeller.
- Cephe boşluğunun düşey ve yatay bir şekilde bölünmesi iyi bir seviyede ses izolasyonu sağlar. Cephenin düşey olarak sınırlandırılması, iç mekanlardan kaynaklanan sesin cephe boşluğuna yayılmasını engeller.
- Bölümleme türüne bağlı olarak yangın durumunda, alev ve duman bütün cephe boşluğuna yayılmaz.
- Cephe üzerinde konumlanan pencereler aracılığı ile iç mekanlar doğal olarak havalandırılabilir.
- Cephe boşluğunun havalandırılması, boşluğun üst ve alt kısmına konumlanan giriş, çıkış ventleri vasıtasıyla yapılır.

Hava giriş ve çıkış ventleri her kat boşluğunun alt ve üst kısmında yer almaktadır. Boşluk içindeki havanın güneş ışınlarından dolayı ısınması, baca etkisinin artmasını ve boşluğun doğal olarak havalandırılmasını sağlar (Compagno, 2002).

Koridor Tipi Çift Kabuk Cepheler:

Çift kabuk cephelerin en çok kullanılan çeşitlerinden biridir. Her kata taze hava alma ve kirli havayı verme kanalları yerleştirilir; her kattaki boşluklar birbirinin üzerine gelecek şekilde düzenlenir. Her katta gerekli olan havalandırma boşlukları ve bölücülerinden dolayı, kesintisiz çift kabuklu cepheden daha karmaşık yapıdır. Buna karşın cephenin işlevi çok gelişmiştir. Yapıdaki ısı izolasyonu, ses izolasyonu ve yangın korunumu diğer çift kabuk cephelerden daha iyidir (Oesterle, 2001).



Şekil 2.6: Koridor tipi çift kabuk cephenin şematik çizimi (Ünal, 2008)

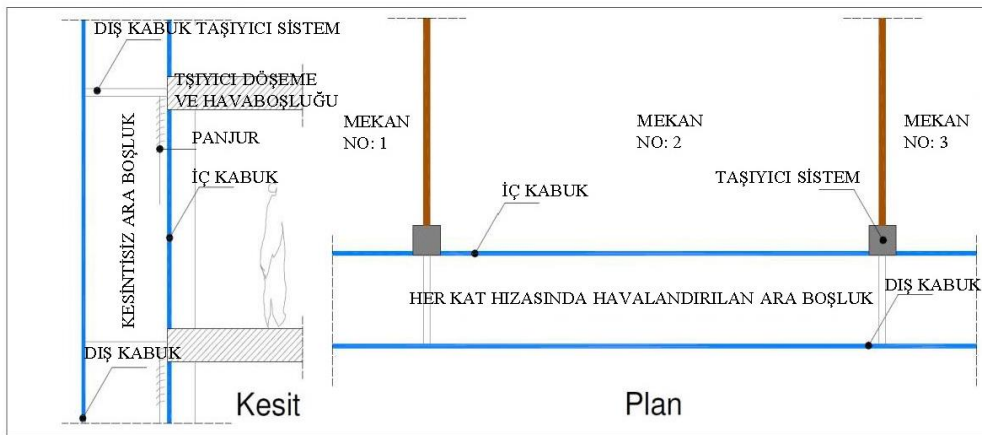
Koridor tipi çift kabuk cephelerde her katın boşlukları birbirinden bağımsızdır. Koridor tipi havalandırılmış çift kabuki cepheler içinde genellikle bakım ve onarım için yürüme yolu bulunmaktadır (şekil 2.6).

Koridor tipi çift kabuk cephelerin avantajları: (Compagno, 2002)

- Dış kabuk, iç kabuğu rüzgarın, yağmurun ve karın etkilerine karşı korur.
- Cephe boşluğuna yerleştirilen güneş kontrolü elemanları yağmurdan korunur ve aşırı güneş radyasyonlarının iç mekana geçmesini engeller.
- Çevre sesinin iç mekanlara geçişini engellediğinden dolayı yüksek bir seviyede ses izolasyonu sağlar.
- Yangın durumunda duman ve alevlerin yayılmasını önlemek için, cephe boşluğu bölücü elemanlar ile düşey olarak bölümlenebilir.
- İç mekanlar doğal olarak havalandırılabilir.

Çok Katlı Çift Kabuk Cepheler:

Çok katlı havalandırılan çift kabuk cephelerde, çift kabuk arasındaki hava boşluğu yatay veya düşey olarak sınırlandırılmaz ve boşluk tüm katlar boyunca devam eder. Yalnız kat hizasında temizlik ve bakım amaçlı yürüme yolları olabilir. Yürüme yolları hava akımına engel olmayacak şekilde tasarlanır. Dışkabuki, yapının taşıyıcı sistemine genellikle çelik taşıyıcılar (şekil 2.7) aracılığı ile taşınır (Oesterle, 2001).



Şekil 2.7: Çok katlı bir çift kabuk cephenin şematik çizimi (Ünal, 2008)

Çok katlı çift kabuk cephelerin hava boşluğunun çalışma prensibi baca etkisine dayanmaktadır. İki kabuk arasındaki boşlukta bulunan hava, güneşli günlerde ısınır. Sıcak hava cephenin üst kısmına konumlandırılan çikış ventlerinden tahliye olur,

soğuk hava ise boşluğun alt kısmındaki hava girişi ventlerinden hava boşluğuna emilir (Compagno, 2002).

Çok katlı çift kabuk cephelerin avantajları:(Compagno, 2002)

- Dış kabuk, iç kabuğu rüzgarın, yağmurun ve karın etkilerine karşı korur.
- Cephe boşluğuna yerleştirilen güneş kontrolü elemanları yağmurdan korunur ve aşırı güneş radyasyonlarının iç mekana geçişini engeller.
- Çevre sesinin iç mekanlara geçişini engellediğinden dolayı iyi bir seviyede ses izolasyonu sağlar.

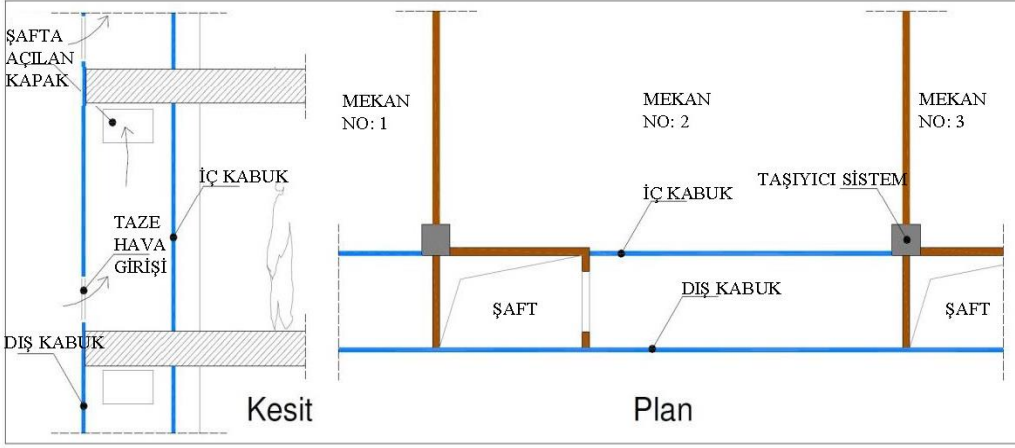
Çok katlı çift kabuk cephelerin dezavantajları: (Compagno, 2002)

- Bu tip cephelerde iç mekanlar doğal olarak havalandırılmaz. Bunun nedeni alt katlardan iki kabuk arasındaki cephe boşluğuna boşaltılan havanın üst katlardaki pencerelerden iç mekana emilmesidir.
- Cephe boşluğu bölümlenmediğinden dolayı, iç mekanlardan kaynaklanan ses cephe boşluğuna yayılarak diğer mekanlara geçer.
- Yangın durumunda duman ve alevler cephe boşluğuna yayılır. Boşluk içindeki alevler ve sıcak hava iç kabuktaki cam yüzeylerin kırılmasına neden olarak, yangının diğer mekanlara yayılmasına yol açabilir.

Şaft Kutu Tipi Çift Kabuk Cepheler:

Şaft kutu tipi çift kabuk cepheler, çok katlı çift kabuk cephe ile koridor tipi çift kabuk cephe sistemlerinin bir kombinasyonudur. Bina yüksekliğinde olan hava boşluğu, atık havanın tahliyesi için merkezi bir şaft oluşturur. Dikey şaftın iki tarafında koridor tipi yatay boşluklar mevcuttur. Taze hava yatay boşlukların alt kısmındaki hava giriş ventlerinden boşluk içine emilir. Boşluk içine emilen hava ısıdıktan sonra boşluğun üst kısmındaki ventlerden merkezi şaftta tahliye olur (şekil 2.8). Dış ortamda hava akımının olmadığı durumlarda bile binanın doğal havalandırması baca etkisinden dolayı sağlanır (Uttu, 2001).

Belirli yüksekliklerde şafttaki hava basıncının aşırı bir şekilde artmasından dolayı, sıcak hava yatay boşluklara girebilir. Bu olayı engellemek için şaftın yüksekliği sınırlandırılmalıdır. Bu sınırlama toplam bina yüksekliği ve hakim rüzgar gibi çeşitli faktörler tarafından etkilenmektedir ve her bina için ayrı ayrı hesaplanmalıdır(Compagno, 2002).



Şekil 2.8: Şaft kutu tipi bir çift kabuk cephenin şematik çizimi (Ünal, 2008)

Şaft kutu tipi çift kabuk cephelerin avantajları: (Compagno, 2002)

- Dış kabuk, iç kabuğu rüzgarın, yağmurun ve karın etkilerine karşı korur.
- Cephe boşluğuna yerleştirilen güneş kontrolü elemanları yağmurdan korunur ve aşırı güneş radyasyonlarının iç mekana geçmesini engeller.
- Çevre sesinin iç mekanlara geçişini engellediğinden dolayı yüksek bir seviyede ses izolasyonu sağlar.
- İç mekanlar, iç kabuk üzerine yerleştirilen pencereler vasıtası ile doğal olarak havalandırılabilir.

Şaft kutu tipi cephelerin dezavantajı:(Compagno, 2002)

- Yangın durumunda merkezi şaft duman ve alevler ile dolar ve şaft içindeki hava basıncı yükselir. Böylece şafttaki yüksek basınçtan dolayı, duman yatay boşluklara dolabilir.

2.3 Fonksiyonların Cephe Sistemlerine Entegrasyonu

Bu bölümde, birçok farklı fonksiyonları kapsayan bina cephelerinin temel fonksiyonları üzerine odaklanılacaktır. Tasarlanacak cephe sisteminin başarılı olması için en azından mevcut cephe sistemlerinin sağladıkları fonksiyonlara sahip olması şarttır. Bu bölümdeki bulgular tasarım sürecinin başlangıcındaki fikir üretimi için çok önemli bir veri oluşturacaktır.

2.3.1 Cephe fonksiyonları

Fonksiyonların cephe sistemine entegrasyonunu tartışmak için, öncelikle cephe sisteminin birincil fonksiyonunun ve diğer

fonksiyonlarının belirlenmesi gerekmektedir. Birincil fonksiyon, cephenin ana fonksiyonudur ve aşağıdaki gibi tarif edilmektedir.

Bina cephesi, iç ve dış ortamların etkileşimini düzenleyen, iç ve dış mekan arasındaki arayüzdür (Bilow, 2012).

İnsanlar tarafından inşa edilen ilk evlerin cepheleri sadece iç mekanı çevreden gelentehlikelere karşı koruma fonksiyonuna sahipti. Zaman akışı içerisinde fonksiyonların yeni türleri eklenmiştir. Günümüzde bina cephesi yalnızca koruyucu bir eleman olmaktan ziyade, dış ortam faktörlerini iç mekanda kullanan düzenleyici bir eleman olarak tarif edilir.

Birincil fonksiyon, cephenin temel işlevini anlatmaktadır ve alt fonksiyonlara bölünür. Alt fonksiyonlar birincil fonksiyonu sağlayan fonksiyonlardır. Örneğin cephedeki ısı yalıtımı bir alt fonksiyon olarak, cephe sisteminin iç ve dış ortamları arasında sıcaklık farkını dengelemesine yardımcı olur.

Bir cephe sistemi birincil fonksiyonunun dışında ikincil fonksiyonlara sahip olabilir. İkincil fonksiyonlar, cephenin birincil fonksiyonları dışındaki uygulamaların yapılabilmesini sağlar. Her cephe sistemi ikincil fonksiyonlara sahip olmak zorunda değildir. Örneğin ışıklı veya görüntülü cepheler. Işık veya görüntü yaymak cephenin ilginç bir özelliği olmasına rağmen, cephe sisteminin birincil fonksiyonunu sağlamaz (Fritz, 2012).

Bölümün devamında birincil fonksiyonun alt fonksiyonları açıklanacaktır. Cephe sisteminden beklenen fonksiyonlar (birincil ve ikincil fonksiyonlar) daha sonra bölüm 5'te detaylı bir şekilde anlatılacaktır.

Birincil fonksiyonu oluşturan alt fonksiyonlar, konfor, strüktürel fonksiyonlar, güvenlik ve estetikten ibarettir (Elder Riba, 1974).

Konfor:

Bu fonksiyon grubunun merkez noktasında kullanıcı yer alır. Konfor grubu alt fonksiyonlardan oluşur. Konfor grubunun alt fonksiyonları; su geçirmezlik, toz ve kirlilik, havalandırma, aydınlatma, termal konfor ve akustiktir. Konfor grubunun altında yer alan fonksiyonlar, kullanıcı için konforlu bir iç ortamın oluşturulmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu fonksiyonlar grubundaki herhangi bir başarısızlık kullanıcı hayatını tehlikeye sokmaz, ancak kullanıcı rahatsızlığına neden olur.

Strüktürel fonksiyon:

Bu fonksiyon grubunda, cephe ve yapıyı dış etkenlere karşı koruyan fonksiyonlar yer almaktadır. Ayrıca bu fonksiyonlar statik ve dinamik yüklerin bina strüktürüne aktarılmasından sorumludurlar. Bu fonksiyonların başarısızlığı yapıda büyük hasarlara yol açarak yapıyı ve kullanıcıyı tehlikeye sokabilir.

Güvenlik:

Bu kategori kullanıcıyı koruyan bütün fonksiyonları içermektedir. Strüktürel fonksiyon grubundaki fonksiyonlardan farklı olarak, bu gruptaki fonksiyonlar cephenin dış etkenlere karşı mukavemet ve dayanımı ile yapılır. Örneğin, cephe sistemi kullanıcıyı hırsızlık gibi olaylara karşı korumaktadır.

Estetik:

Cephe estetiği yukarıda gelen tüm diğer fonksiyonların bir sonucu olduğundan dolayı, fonksiyonlar listesinin sonunda yer almaktadır. Sosyal ve kültürel bağlamlar ve binanın çevresi ile ilişkisinden dolayı, tasarım sürecinde bu grubun göz önünde bulundurulması şarttır. Bu grubun ihmal edildiği takdirde, bina değerini hem ekonomik hemde görsel olarak kaybeder. Buda bina ömrünün kısa olmasına neden olur.

2.3.2 Bina tesisatının cephe sistemine entegrasyonu

Çalışmanın bu kısmında iç ve dış ortamlar arasındaki etkileşimi düzenleyen farklı tesisat hakkında kısa bir giriş yapılacaktır ve ardından aktif cepheler ve bütünleşik cepheler kısaca ele alınacaktır.

2.3.2.1 Çeşitli tesisatların cephe sistemine entegrasyonu

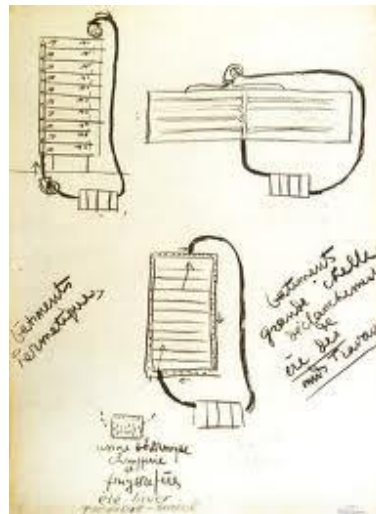
Bina cephesi dış ve iç ortamlar arasındaki etkileşimi sağlamak için çeşitli tesisatlar sahip olabilir. Bu tesisatların bazıları yönetmelikler ve standartlar gereği cepheye entegre edilmelidir, diğerleri ise isteğe bağlı olmakla birlikte, yüksek performanslı bir cephe sistemi oluşturmak için gereklidir.

Yukarıda anlatılan fonksiyonlar listesi, bir cephenin başarılı olması için gereken farklı fonksiyonlara genel bir bakış sunmaktadır. Bu fonksiyonlara çok farklı yollar ve çok farklı kombinasyonlar ile ulaşılır. Listede mevcut olan fonksiyonların yaklaşık hepsi için çeşitli tesisatlardan yararlanmak mümkündür. Farklı kombinasyonlara genel bir bakış yapmak çok uzun ve ayrıntılı olacağından dolayı

önümüzdeki paragraflarda havalandırılan çift kabuk cephe sistemlerinin genel bir incelemesi yapılacaktır. Bu incelemede cephe türlerinde kullanılan elemanlar ve tesisatlara değil, cephenin temel prensipleri üzerine odaklanılacaktır.

2.3.2.2 Mimarlar tarafından sunulan farklı çözümlere genel bir bakış

Cephe sistemleri, zaman içinde birincil fonksiyonları olan iç ve dış ortamlar arasındaki etkileşimin düzenlenmesi konusunda az çok başarılı olmuşlardır. Düzenleme işlevini geliştirmek için havalandırılan aktif çift kabuk cephe sistemlerinin ilk Le Corbusier tarafından geliştirildi. 1933 yılında Le Corbusier, Paris'te, Cite De Refuge pansiyonu için Le Mur Neutralisant adlı nötralize çift kabuk cephe sistemi konseptini öne sürdü (şekil 2.9). Bu sistem, aralarında hava dolaşımının sağlandığı iki cam veya taş cidardan oluşuyordu, ancak bütçe kısıtlamaları nedeni ile projede uygulanmadı. Mur Neutralisant sistemi havalandırılan çift kabuk cephe sistemlerinin ilk örneği olarak kabul edilebilir. İki cidar arasındaki hava dolaşımı, havalandırma sisteminden bağımsız bir şekilde çalışan, özel bir sistemle sağlanmaktadır. Bina cephesinde herhangi bir güneş kontrolü elemanı ön görülmemiştir. Binada mekanik havalandırma ve ısıtma sistemleri olmasına rağmen, soğutma sistemi mevcut olmadığından dolayı yaz aylarında aşırı ısınma problemi ortaya çıkmaktadır. Havalandırma sistemi, cephe boşluğundaki havanın bir saat içinde 3 defa tam değişimine imkan vermektedir. İlk çift kabuk cephe sistemine sahip olmasının yanı sıra, bu bina mekanik kontrollü, sızdırmaz binaların erken versiyonudur (Heimrath , Hengsberger, 2005).



Şekil 2.9: Le Mur Neutralisant mekanik havalandırmalı çift kabuk cephe.

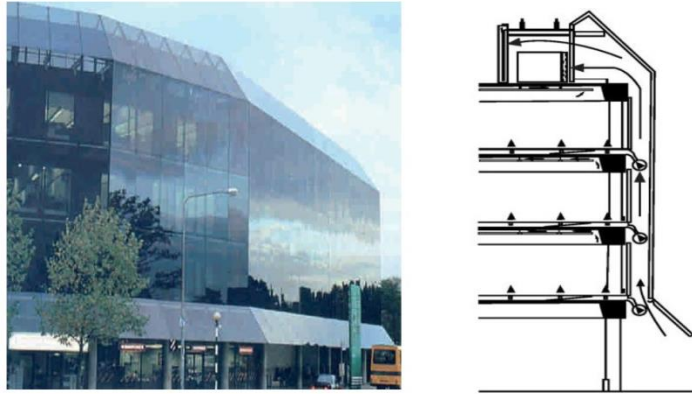
Le Corbusier, 1933 (www.facadesconfidential.blogspot.com)

Le Corbusier binanın bulunduğu yerel iklime bakmaksızın kullanıcı için konforlu bir yaşam ortamı sunmak amacı ile ürettiği makine yapı konseptini ayrıntılı bir şekilde açıklıyordu:

‘Nötralize duvarların cidarları arasındaki dar boşluğa, Moskova’da sıcak hava, Dakar’da ise soğuk hava üflenir. Böylece iç cidar sıcaklığını 18°c’de sabitleştirerek, her şeyi kontrolümüz altında tutabiliriz’(Banham, 1984).

Havalandırılan çift kabuk cephe sisteminin patenti ilk olarak İsveç’te *Ekono* şirketi tarafından alındı. *Ekono*, 1967 yılında, havalandırılan çift pencere sistemini inşa ettiği bir binada kullandı (şekil 2.10).

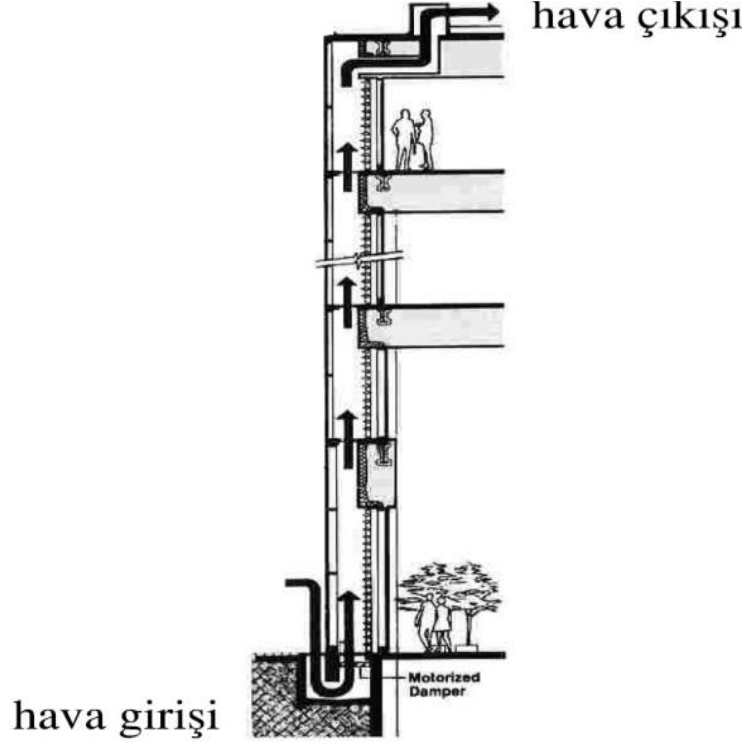
İngiltere’nin Farnborough şehrinde bulunan, *Briarcliff* konut binası, havalandırılan çift kabuk cephe sisteminin ilk defa geniş bir şekilde kullanıldığı bina olarak tanınmaktadır. Güneş kontrolü elemanları, bir metre genişlikte olan cephe boşluğunda bulunmaktadır. Hava cephenin alt kısmında bulunan havalandırma ventleriyle dış ortamdan cephe boşluğuna emilir ve daha sonra çatı üzerindeki havalandırma sistemi aracılığıyla dış mekana tahliye edilir. İç mekan havalandırması cephe boşluğunda bulunan havalandırma sistemi ile yapılır. Taze hava cephe boşluğundan bu havalandırma sistemi aracılığı ile emilip, iç mekanlara aktarılır. Bu bina, az katlı binaların güneş yükü ve gürültü kontrolü konusunda devrime yol açmıştır(Hunnay, 1984).



Şekil 2.10: Mekanik havalandırmalı cephe, *Briarcliff House*, Farnborough/İngiltere, 1967 (Ayçam 2011).

Canon Design mimarlık ofisinin 1977 yılında New York’ta tasarladığı *Hooker Ofis Binasında*, *le Corbusier*’in *Cite De Refuge* konseptinde kullandığı cephe sisteminden yararlanılmıştır. Şekil 2.11’de görüldüğü üzere yapı kabuğu, iki cam yüzey ve bu yüzeyler arasında bırakılan 30 cm boşluktan oluşmaktadır. İç mekanları güneşten

korumak için ara boşlukta metal jaluziler konumlandırılmıştır. Cephe sisteminin en üst kısmında yer alan havalandırma sistemi iç ve dış kabuk arasındaki ısınan havanın dışarı atılmasını sağlar. Bu hava hareketi sayesinde yüzeyler arasındaki boşluk doğal havalandırılır. İç mekanların havalandırılması ise cephe boşluğunda, taban seviyesinde bulunan havalandırma sistemi aracılığı ile yapılmaktadır(Boake, 2002).



Şekil 2.11: Hooker Ofis Binası, Cannon Design mimarlık, New York 1977 (Ayçam 2011).

Bir sonraki adımlar 1997 yılında mimar *Helmut Jahn* tarafından *Deustch Post Binasında* (şekil 2.12) atıldı. Bina çift kabuk cephe sistemine sahiptir. Cephe boşluğuna desantralize havalandırma sistemi (şekil 2.12) entegre edilmiştir(Deutsche Post DHL Corporate Communications, 2009).

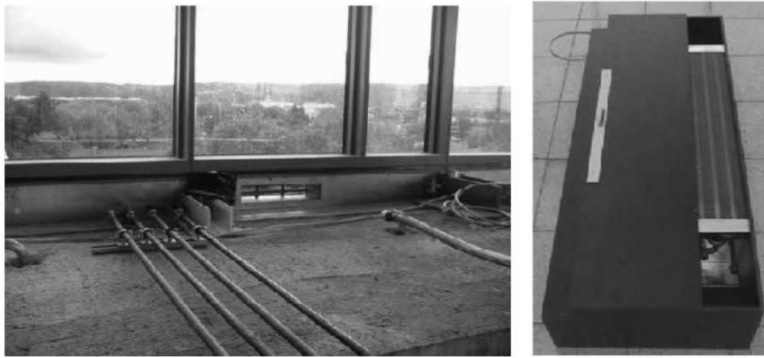
Bina kullanıcılarının iç mekan koşulları üzerinde daha fazla kontrol sahibi olabilmeleri için iç kabuk üzerine doğal havalandırmayı sağlayan pencereler konumlandırılmıştır.

Binanın beton strükürü hidronik ısıtma ve soğutma sistemine sahiptir. Saniyede 130 litre su, ısı esanjörleri için tasarlanan su kuyularından 210 kilometre uzunlukta olan borulara pompalanmaktadır. Bu sistem suyun ve betonun termal depolama kapasitesinden yararlanarak, ofis mekanlarının ısıtılmasına ve soğutulmasına katkıda bulunmaktadır. Sistemde yalnızca elektrikli su pompalarından dolayı enerji harcanır (National Science and technology Council, 2008).



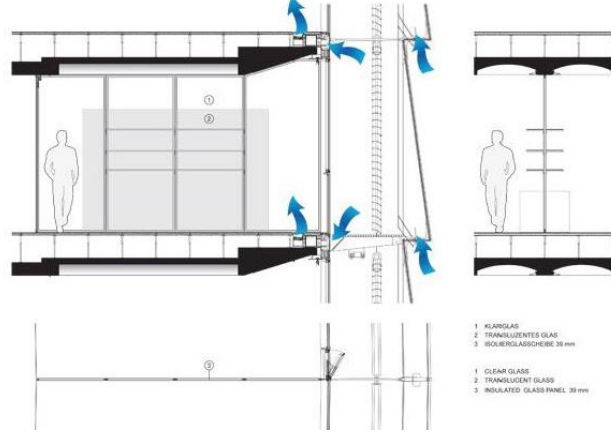
Şekil 2.12: Deutsche Post DHL, Helmut Jahn, Bonn - Almanya 1997 (National Science and technology Council, 2008)

Binanın beton strükürü hidronik ısıtma ve soğutma sistemine sahiptir. Saniyede 130 litre su, ısı esanjörleri için tasarlanan su kuyularından 210 kilometre uzunlukta olan borulara pompalanmaktadır. Bu sistem suyun ve betonun termal depolama kapasitesinden yararlanarak, ofis mekanlarının ısıtılmasına ve soğutulmasına katkıda bulunmaktadır. Sistemde yalnızca elektrikli su pompalarından dolayı enerji harcanır (National Science and technology Council, 2008).



Şekil 2.13 : *Deustch Post Binası*, cephe boşluğuna entegre olunan havalandırma sistemi (Knnack, 2008)

Doğal havalandırma ve hidronik sistemlerin, iç mekan konforunu sağlamakta yetersiz kaldıkları durumlarda (özellikle yaz ve kış aylarında), cephe boşluğuna entegre edilen mekanik havalandırma sistemi devreye girer.



Şekil 2.14: *Deustch Post Binası*, İç mekan havalandırması (Knnack, 2008)

3. MODÜLERLİK

Modüler sistemlerin olanaklarını ve avantajlarını keşfetmek için, ilk olarak modülerlik kavramı ele alınacaktır. Modüleriteninsunduğu avantajlar, diğer sanayi alanlarınınaraştırılması ile daha iyi anlaşılabilir. Modülerliğin avantajlarını anlayabilmek için, modülerite ile ilgili kural ve koşulların belirlenmesi gerekir.

3.1 Modülerlik Nedir

Modülerlik ile ilgili terimlerin bir kaçı, yanlış anlaşılmasını önlemek için, açıklanacaktır. Terimlerin tanımları modülerite ile ilgili literatürden alınmıştır.

3.1.1 Modülerlikle İlgili Terimler

Ürün Mimarisi

*K. Ulrich*ürün mimarisini; bir ürünün fonksiyonlarını, fiziksel bileşenlere tahsis eden bir şema olarak tarif etmektedir (Ulrich, 1993). Daha doğrusu (1) fonksiyonel elemanların düzenlenmesi; (2) fonksiyonel elemanların fiziksel bileşenlere eşlenmesi; (3) etkileşimde olan fiziksel bileşenlerin arasındaki ara yüzlerin belirtilmesi.

Ürün mimarisi; imalatçı firmaların, firma performanslarında önemli bir faktör olmasından dolayı ve buna bağlı olarak yönetsel kararların alınmasında etkili olduğundan dolayı önemlidir.

Ürün mimarisinin başlıca iki türü, bütünleyici ürün mimarisi ve modüler ürün mimarisidir. Bu iki ürün mimarisi türlerinin farklı ara yüzleri vardır: Bütünleyici ürün mimarisinde, fonksiyonel elemanlardan fiziksel bileşenlere karmaşık bir eşleştirme¹ ve fiziksel bileşenler arasında birleştirilmiş² ara yüzlerin olması söz konusudur. Modüler ürün mimarisinde ise bire bir eşleştirme³ söz konusudur.

¹Farklı fonksiyonların her biri, birden fazla bileşen tarafından sağlanır.

²Bir bileşenin değiştirilmesi, diğer bileşenlerin de değiştirilmesini gerektirir.

³Farklı fonksiyonların her biri, sadece bir bileşen tarafından sağlanır.

Bununla da, fonksiyonel elemanlarla fiziksel bileşenler arasındaki bire bir ilişkiler kastedilmektedir.



Şekil 3.1: Bütünleyici ürün mimarisi örneği: bir notebook (www.apple.com)

Modüler ürün mimarisi örneği: bir PC (www.apple.com)

Modülerlik:

Tasarımda modülerlik; bağımsız olarak tasarlanabilen daha küçük alt sistemlerin birleşerek daha karmaşık bir sistemi veya ürünü meydana getirmesi şeklinde ifade edilir.

Ara Yüz:

Modüler ürün mimarisini bütünleyici ürün mimarisinden ayıran bir değer özellik arayüz bağlantısının çeşitidir. Modüler ürün mimari, ayrıştırılmış⁴ bir ara yüze, bütünleyici ürün mimari ise birleştirilmiş bir ara yüze sahiptir.

Ürünün birleştirilmiş ara yüzü şu anlama gelmektedir: Ürünün düzgün bir şekilde çalışması için, bir bileşenin değişimi diğer bileşenlerin de değişimlerini gerektirir.

K.Ulrich'e göre, bir bileşen kısmi montajın ayrılabilir bir fiziksel parçasıdır.

3.1.2 Modüler mimari türleri

Modüler ürün mimarisi farklı gruplara ayrılabilir. Ulrich modüler ürün mimarisini, yuva mimarisi, veriyolu mimarisi ve seksiyonel mimari olarak üç farklı türe ayırmıştır. Bu üç türün her biri modüler olup, fonksiyonel elemanlarla bileşenler arasındaki bire bir eşleştirmeyi temsil eder ve bileşenlerin arasındaki ara yüzler ayrıştırılmıştır. Modüler ürün mimarileri türlerinin aralarındaki fark, bileşen etkileşimlerinin düzenlenme şekillerinden gelmektedir.

⁴Bir bileşenin değiştirilmesi, diğer bileşenlerin değiştirilmesini gerektirmez.

3.1.2.1 Yuva

Yuvamimarisine göre, bir üründeki çeşitli bileşenler birbiriyle yer değiştirilemez. Araba radyosu bu tür mimariye güzel bir örnektir (şekil 3.2). Araba radyosu bir fonksiyonu yerine getirmektedir ve çevredeki bileşenlerden ayrılmıştır; ara yüzü aracın ön konsolundaki diğer bileşenlerden farklıdır ve bu nedenle hız göstergeleri gibi farklı fonksiyona sahip bileşenlerle değiştirilemez.



Şekil 3.2: Yuva mimarisi örneği: araba radyosu (www.mazda.com)

3.1.2.2 Veriyolu

Veriyolu mimarisinde, bileşenlerin bağlanabileceği ortak bir eleman (veriyolu) vardır. Yani bileşenlerin arayüzü aynıdır, bu da farklı fonksiyonları olan bileşenlerin birbirleriyle yer değiştirebileceği anlamına gelir. Veriyolu mimarisine örnek olarak bilgisayar ve bellek genişletme kartı (şekil 3.4) verilebilir.



Şekil 3.3: Veriyolu mimarisi örneği: bellek genişletme kartı ve genişletme yuvası (www.en.wikipedia.com)

3.1.2.3 Seksiyonel

Seksiyonel mimaride bütün ara yüzler aynı türdendir ve tüm bileşenlerin bağlanacağı ortak bir parça mevcut değil (şekil 3.5). Bu mimari türüne örnek olarak şekil 3.4'te yer alan genişletilebilir mobilya takımı gösterilebilir.



Şekil 3.4: Seksiyonel mimarisi örneği: genişletilebilir mobilya
(www.qayot.it/vedit/15/)

3.1.3 Ürün Değişimi:

Bir ürünün modüler mimarisi o ürünün nasıl değişeceğini belirlemektedir. Ürünün bir bileşeni değiştirildiğinde, diğer bileşenlerin de değiştirilmesinin gerekli olup olmadığı ürünün ara yüzüne bağlıdır. Modüler kurallara göre tasarlanmış olan ürünler, tüm bileşenlerin değişimini gerektirmeksizin duymadan, yalnızca bir tek bileşenin değişimine izin vermektedir. Modüler ürün mimarisinin tersine, bütünleyici ürün mimarisinde bir bileşenin değiştirilmesi, diğer bileşenlerin de değiştirilmesini gerektirir.

Ulrich, ürün bileşenlerinin değiştirilmesine gerek duyulan durumları şöyle tanımlamıştır:

- Güncelleme:

Teknolojik ilerlemeler ve kullanıcı ihtiyaçlarının gelişimine göre, bazı ürünler güncelleştirmeler sayesinde bu gelişime uyum sağlayabilirler. Bu tip değişimlere bir bilgisayarın işlemci kartı örnek olarak verilebilir.

- Eklentiler:

Değişimin bu türü kullanıcıların fonksiyonel olarak yetersiz bir üniteye bileşen ekleyebilecekleri anlamına gelmektedir. Bu bileşenler ya aynı üreticinin ya da

başka üreticilerin ürünü olabilir. Bu tip değişimler bilgisayar endüstrisinde de bulunabilir. Örneğin bilgisayarın ana kartı.

- Adaptasyon:

Bir ürünün farklı ortamlarda kullanılabilmesini sağlayan bir yöntemdir. Buna örnek olarak benzinden, LPG yakıtına dönüştürülen motorlar gösterilebilir.

- Arızalanma:

Bir ürünün kullanım esnasında bozulması, o ürünün değiştirilmesini gerektirir. Araçlardaki vites kutusu buna iyi bir örnektir.

- Tüketim:

Tüketim ve arızalanma arasındaki fark, tüketimin bir ürün için planlanmış bir hedef olmasıdır, ancak arızalanma ürünün kullanım süresi içinde planlanmamıştır. Fotokopi ve yazıcı kartuşları ile kameraların film kartuşları bu türe örnektir.

- Kullanımda esneklik:

Bazı ürünler kullanımı esnasında kullanıcı tarafından farklı bir kapasitesini ortaya çıkarmak amacıyla, değiştirilebilirler. Buna örnek olarak fotoğraf makinelerinde farklı lenslerin kullanılması söylenebilir.

Benim şahsi fikrime göre *Ulrich* ürün değişiminin gerekçelerini tam olarak göstermemiştir. Ayrıca gösterdiği gerekçeler de yeterince net değildir. Örneğin; güncelleme seçeneği bir gerekçe olarak çok geniş bir kavramdır. Güncelleme ürün değişiminin bir şeklidir, gerekçesi değildir. Güncellemenin, son teknolojiyi yakalamak gibi çok farklı gerekçeleri olabilir.

Ayrıca *Ulrich* ürün değişimine gerekçe olarak arızalanmaktan bahsetmektedir. Zarar görme ile arızalanma arasındaki fark iyi bir şekilde anlaşılmalıdır. Örneğin cam paneller aşınma belirtisi göstermezler ancak dış etkenler sonucu zarar görebilir(kırılabilir).

Yukarıdaki listeye ek olarak, aşağıdaki maddeler tamamlayıcı olacaktır:

- Zarar görme / kırılma
- Moda değişikliği
- Ortam değişikliği
- Yönetmelikler ve standartlarda yapılan değişiklikler
- Kullanıcı değişimi veya kullanıcı taleplerinin değişimi

- Teknoloji değişimi
- Bilinç değişimi

Modüler mimari ürünlerdeki bu değişimlere olanak sağlar; böylece minimum bileşen değişimi ile ürün bütünlüğünde en fazla değişikliği sağlamak mümkün olur. Modüler mimari genellikle, tüketim ve arızalanma tiplerindeki değişim gerekçelerinden dolayı değiştirilmesi gereken bileşenler için kullanılır. Modüler mimarinin, ürün maliyetini önemli ölçüde düşürmesi bu mimarinin kullanımında bir diğer tercih nedenidir. Bütünleyici mimaride ürünler genellikle atılır ya da geri dönüştürülür. Örneğin değiştirilebilir filmlik kamera ve tek kullanımlık kamera arasındaki fark gibi. Değiştirilebilir filmlik kamera pahalıdır ve sadece sıklıkla değiştirilebilen parçası ucuzdur. Diğer taraftan tek kullanımlık kamera çok ucuzdur, bundan dolayı kullanıldıktan sonra atılır veya geri dönüştürülür.

3.1.4 Ürün çeşitliliği

Ulrich ürün çeşitliliğini, üretim sisteminin pazarlamaya imkân sağladığı ürün zenginliği olarak tanımlamaktadır. Ürün çeşitliliği üretim rekabetinin önemli bir elemanı olarak ortaya çıkmaktadır. Yüksek çeşitlilik, yüksek maliyetli herhangi bir sistem tarafından üretilebilir. Doğru ekipmana sahip olunarak, aynı fonksiyonlu bileşenler farklı formlarda üretilebilir. Teknik olarak bu mümkündür ancak ekonomik olarak mümkün değildir. Üretici olan fabrikanın donanımı çok maliyetli olur, buda istenilen ürün çeşitliliğinin ekonomik bir şekilde üretilmesine mani olmaktadır. Üretim sürecinin esnekliği, ürün çeşitliliğinin sağlanmasını en ekonomik şekilde mümkün kılar. Bu bağlamda, esnek bir üretim süreci her bir ürün için düşük ve sabit maliyetlerin yanı sıra düşük değişim maliyetlerini de doğurmaktadır.

Müşteriler için çeşitlilik, yalnızca ürünün işlevselliğinde herhangi bir değişiklik olursa bir anlam ifade eder. Teknolojik ilerlemelerin yanı sıra, ürünün görünümünde yapılan değişiklikler, ürün türüne bağlı olarak fonksiyonel bir değişiklik sayılabilir(K. Ulrich, 1993).

Bir ürün platformu, ortak (değişmeyen) parçalarla birlikte, farklı piyasa segmentlerine göre değişen parçaları da içerir. Ürünün değişen parçaları, ürün kimliğini taşırlar (K. Ulrich, 1993). Modüler cephe sisteminde ise, bina tipolojisi cephenin değişen parçaları ile yansıtılabilir. Buda ortak ve değişen parçaların tanımlanmasını gerektirir. Modüler bir ürün veya sistem, bütün ürün grubu için ortak olan belirli parçalara

sahiptir. Örneğin bütün kullanıcılar tarafından beklenen fonksiyonları yerine getiren parçalar, ürünlerin ortak parçaları olarak kabul edilebilir. Stratejik olarak müşteri taleplerini karşılamak amacıyla çeşitlendirmeleri gereken ürün parçaları, iyi bir şekilde tanımlanmalı ve ürünün ortak birimleri olan parçalardan ayrıştırılmalıdır.

Ortak olmayan parçaların üründen ürüne değişmesi, gerçek ürün çeşitliliğini sağlar.

Bu çalışmada yeni bir dış cephe tasarımı, ürün çeşitliliği ve esnekliği ele alınacaktır. Cephe sisteminin ortak olmayan parçalarının tanımlanması ve çeşitlenmesi, tasarımcılara değişik çözümler yaratma imkanı sunar.

Ürün çeşitliliğini ve özelleştirmeyi etkin bir şekilde ele almak için, bir tasarımcı olabildiğince az ürün parçalarıyla maksimum varyasyon yaratmak için çaba göstermelidir. Ürünlerdeki bazı parçalar müşteri beğenisi ve modanın güçlü etkisinde kalmakta veya bir markaya sıkı bir şekilde bağlanmaktadır. Bundan dolayı cephe üzerinde görünen modüller ile ürün kimliğini vurgulamak gerekir. Bu modüller çok özel birimler olabilir. Bir cephe sistemi durumunda, bu prensip müşteriye tasarım esnekliği sunmak için kullanılabilir.

Cephe sistemi ile bağlantılı olarak amaçlanan hedefin belirlenmesine şu soru yardımcı olabilir: modüler bir çözümle bir üretici ne elde etmek ister? Bence üretici böyle bir cephe sisteminin geliştirilmesi ile, aşağıda listelenen amaçlara ulaşmak istemektedir:

- Cephe sistemi kullanım süresi içinde giderek sıklaşan yönetmeliklere ve standartlara göre güncel tutulabilmelidir.
- Giderek artan kullanıcı ihtiyaçlarını karşılamak doğrultusunda güncel tutulabilmelidir.
- Tasarım sürecinde mimarlara daha fazla özgürlük sunarak, cephe sisteminin daha çok sayıda mimar tarafından kullanılmasını sağlamalıdır.

Modüler ürün platformunun amacı; genel ürün tasarımında değişiklik gerektirmeden ürün varyasyonlarına izin vermek ve her zaman yeni bir ürün çeşidi sunup, stratejik olarak esnek ürün tasarımını yaratmaktır.

Optimal bir ürün için, optimal bir tasarımı aramak yerine, genel ürün tasarımında bir değişim yapılmasını gerektirmeden ürün varyasyonlarına izin veren, her zaman yeni bir ürün çeşidi sunan ve stratejik olarak esnek ürün tasarımını mümkün kılan modüler ürün mimarisi daha iyi bir çözüm olabilir.

Modüler bina cephe sistemi imalatçısının hedefi, ürettiği cephe sisteminin değişikliklere açık ve esnek olmasıdır. Modüler cephe sistemlerini, ana parçalarını değiştirmeden yalnızca diğer parçalarda yapılan küçük değişikliklerle uzun süre güncel tutmak mümkündür.

3.1.5 Standartlaştırma

K.Ulrich tarafından standartlaştırmanın tanımı, birden çok üründe aynı bileşenin kullanılabilmesi ve ürün çeşitliliğine yol açan, bileşen standartlaştırması şeklinde verilmiştir. Bileşen standartlaştırması tek bir firmada veya birden fazla firma arasında meydana gelir. Birinci standartlaştırma türüne dâhili standartlaştırma, ikincisine ise harici standartlaştırma denir (K. Ulrich, 1993).

Bileşen standartlaştırması, genel bir fonksiyonu sağlayan bir bileşenin, birden fazla üründe kullanılabilmesi özelliğine denir. Bir bileşenin birden fazla farklı üründe kullanılabilmesi için, bileşenin farklı ürünler üzerinde arayüzü aynı türden olmalıdır. Standartlaştırma kurallarına göre birden fazla farklı üründe kullanılmayan bir ürün, modüler değildir (K. Ulrich, 1993).

Modüler mimari standartlaşma olanaklarını artırır. Eğer bir ürün birebir eşleştirme yöntemine uygun olarak tasarlanmış ise, yani her bir bileşen sadece ve yalnızca bir fonksiyonu sağlıyorsa, sözü geçen bileşendiğer ürünlerde de kullanılabilir.

Modüler mimari farklı ürünlerde bileşen ara yüzlerinin aynı olmasını sağlar. Özellikle modüler mimarinin ara yüzleri ayrıştırıldığında (bir bileşenin değişimi, başka bileşenlerin değişimini gerektirmediğinde); farklı ürünlerde bir ara yüzü standardının kullanılmasıyla aynı bileşenlerin farklı ürünlerde kullanılmaları sağlanır.

3.1.6 Performans

Bir ürünün performansı, o üründen beklenen fonksiyonları sağlamanın başarı derecesine göre tanımlanır. Modüler mimari bileşen özelliklerinin optimize edilmesini sağlar. Standartlaştırma, nihai ürün üreticilerine (örneğin modüler cephe üreticisi) farklı üreticilere ait olan bileşenler arasından en optimize bileşenleri seçmelerine imkan verir.

3.2 Modüler ile Bütünleyici

Çoğu zaman tamamen modüler yada tamamen bütünleyici mimari arasında bir seçim yapılmasındansa, hangi bileşenin modüler yönde ve hangisinin bütünleyici yönde ele alınması gerektiği üzerine karar verilmesi daha doğrudur.

Bir ürün mimarisi türünün seçimi yapılacağı zaman, önce bahsi geçen faktörlerin analiz edilmesi gerekmektedir. *Ulrich* doğru mimariyi seçmek amacıyla cevaplanacak soru konularının her birini formülize etmiştir:

- **Ürün değişimi:**

- Hangi elemanlar güncellenmeye ihtiyaç duyacaktır?
- Üçüncü şahısların eklentileri tercih edilir mi?
- Hangi fonksiyonel bileşenler bozulma veya tüketimi ilgilendirir?
- Konfigürasyondaki esneklik kullanıcı açısından nasıl kullanışlı olacaktır?
- Bir ürünün hangi fonksiyonel elemanları gelecekteki ürün modeli için aynı kalabilir?
- Hangi fonksiyonel elemanlar piyasaya veya teknolojik ilerlemelere uyum sağlamak için hızla değişmelidir?

- **Ürün çeşitliliği:**

- Hangi ürün çeşitleri, müşteri tercihlerindeki değişikliklere yetişmek için uygundur?
- Bileşenlerin kullanım süresi içinde, hangi esneklik düzeyi uygundur veya temin edilebilir?
- Özel ürünleri sağlamak için sipariş teslim süresini minimize etmek ne kadar avantaj sağlar?

- **Elemanların standartlaştırılması:**

- Fonksiyonel elemanlar için uygun bileşenler üretici tarafından veya başka bir tedarikçi tarafından temin edilebilir mi?
- Bir bileşenin başka bir üründe kullanılması o ürünün maliyetini nasıl etkiler?

- **Ürün performansı:**

K. Ulrich modüler ürünün performansını, Lokal ve Global performanslar olarak iki gruba ayırır. Lokal performans, ürünün tüm fonksiyonlarını değil, yalnızca bir kısmını etkiler. Buna örnek olarak; bir araba koltuğunun belirli bir konfor sunması, arabanın Lokal ürün performansıdır. Global ürün performansı, tüm ürünün fonksiyonları düzeyinde ürün performansını etkiler. Örnek olarak yine arabadan yardım alınarak, Global ürün performansı daha iyi anlatılabilir. Arabanın

aerodinamiği arabanın bütün performansını etkileyen bir fonksiyondur. Bu fonksiyon iyi bir şekilde gerçekleşmediğinde arabanın tamamı düşük bir performansa sahip olur. Bütünleyici ve modüler ürün mimarisi arasında tercih yapmak için, sorulması gereken sorular şunlardır:

- Hangi Lokal performans özellikleri müşteriler için büyük önem taşır ve bu nedenle modüler mimari ile optimize edilmelidir?
- Hangi Global performans özellikleri müşteriler için büyük önem taşır ve bu nedenle modüler mimari ile optimize edilmelidir?

- **Ürün geliştirme yönetimi**

- Organizasyonda ve tedarikçi ağında ne kadar odaklanma ve uzmanlaşma mevcuttur?
- Ürün, doğası gereği büyük ve karmaşık mıdır?
- Organizasyon, yapıda ve tarzda değişiklik yapacak kadar yeterlilik gösteriyor mu?

Çalışmada modüler cephe sistemi geliştirmesine odaklanıldığından dolayı, ulaşılması hedeflenen amaç, kullanılan ürün mimarisi türünün bütünleyici veya modüler olup olmamasıyla ilgili değildir. Çalışmanın amacı, teknik olarak güncellenme özelliğine sahip olan ve mimarlara form ve geometri özgürlüğü sunan modüler çift kabuk cephe sistemi geliştirilmesinin yanısıra, modülerliğin kullanımının uygun olup olmadığı sorusuna cevap vermektir.

3.3 Modülerliğin Avantajları

Modülerliğin, gerçekte ürüne getirdiği avantajları belirlemek amacıyla bu avantajlar listelenmelidir. Ürün geliştirmede modülerliğin birçok avantajı vardır. Bu avantajlara aşağıda getirilmiştir (Pirbabayi,2008):

- **Ürün geliştirme sürecinin kısaltılması:**

Ürün modüllerinin Global ve Lokal fonksiyonlu modüllere ayrıştırılması, ürünün karmaşıklığını ortadan kaldırırken, aynı zamandafarklı bileşenlerin geliştirilmesini de mümkün kılar.

- **Özelleştirme ve güncellemeler:**

Modüler ürünler, birbirleriyle etkileşen birçok fonksiyonel bileşenleri cephe sistemine entegre ederek müşteri beklentilerini yerine getirmektedir.

- Ürün çeşitliliği:

Modüler bileşenler birçok ürün grubunda kullanılır ayrıca bileşenlerin farklı kombinasyonları, aynı miktardaki modüllerle yüksek çeşitliliğe olanak sağlar.

- Kalite:

Modülerlik, farklı üretim aşamalarının aynı anda yapılabilmesine izin verir. Böylece bileşenler bir araya getirilmeden önce ayrı ayrı üretilip test edilir.

- Tasarımda standartlaştırma:

Modüler tasarım, bileşen fonksiyonlarını anlaşılır bir şekilde tanımlayarak ve farklı bileşenlerin arasındaki olası etkileşimleri minimize ederek, tasarımın standartlaştırılmasını kolaylaştırır.

- Sipariş teslim süresinin azaltılması:

Modüler bir ürün, standartlaştırılmış ve özelleştirilmiş bileşenlerin birleştirilmesi ile üretilir. Farklı müşterilerin farklı tercihleri olabilir, bu da farklı performanslı bileşenlerin kullanılmasını gerektirir. Standartlaştırılmış bileşenlerin kullanılması, piyasadaki farklı performanslı bileşenlerin arasından müşteri tercihini karşılayabilecek bileşenlerin seçilebilmesini mümkün kılar.

Gerçek bir dış cephe tasarımına sahip olmadan, bu avantajların dış cepheler açısından kullanışlı olup olmadığını yargılamak zor olur. Cephe sistemi geliştirme sürecinin son aşamasında modüleritenin cephe sistemi için getirilerini ve kullanışlı olup olmadığını öğrenmek için, geliştirilecek olan cephe sisteminin sağladığı avantajlar ile modüler bir ürünün sağlaması gereken avantajlar kıyaslanacaktır.

3.4 Ürün Geliştirmede Modüler Çözümler

Modülerlik ile ilgili genel bilgilerin yanısıra, mevcut modüler ürünlerden, modüleritenin başarılı veya yenilikçi olarak uygulanması ile ilgili bilgi edinilebilir. Bölüm 3.4'ün amacı, aslında bu ürünlerden ne öğrenilebileceğini bulmaktır. Paragrafın sonunda dış cephelerde modülerlik örnekleride gözden geçirilecektir.

3.4.1 Volkswagen Group MLB platform, yeni nesil modüler şasi

2012 yılında Volkswagen, MLB adlı yeni nesil modüler araba şasisi konseptini (şekil 3.5) ortaya çıkardı. MLB şasi; sedanın ileri itiş, vites kutusu, direksiyon ve frenleme sistemi parçalarının hepsini barındırmakla birlikte 30 cm yüksekliğinde bir çerçeveye sahiptir. Şasi sistemi arabanın kasasıyla elektronik bir bağlantı sağlar. Şasiyi standardize etmek; otomotiv tasarımcılarının model tasarımlarını tüketici pazarlarının ilgi ve isteklerine uyarlamasını sağlarken üretimde de verimi artırır.

Global ürün performansının çoğu, otomobilin kasasına bağlıdır, örneğin görünüş, aerodinamik ve yolcu kapasitesi. Lokal ürün performansı ise şasi, koltuklar, ışıklar ve ses donanımına göre belirlenen modüler birimlere bağlıdır (www.cars.sulekha.com, 2012).



Şekil 3.5: Volkswagen Group MLB platform, (www.cars.sulekha.com)

3.4.2 Hyundai Veracruz ve Hyundai ix55

2006-2012 yılları arasında Hyundai, ix55 adlı yeni nesil Crossover ürününü Avrupa ve Rusya piyasasına sundu. Bir yıl sonra Hyundai firması ix55'i Veracruz adıyla ABD, Kuzey Amerika ve Asya pazarlarına sundu (şekil 3.6). Teknik özellikler ve görünüş açılarındanbu iki araba modelinin arasında herhangi bir fark yoktur, ancak Veracruz serisi pazara yeni bir ürün olarak sunulmuştur. Böylelikle Hyundai farklı isimlerle aynı tekniği satmıştır (http://en.wikipedia.org/wiki/Hyundai_Veracruz).

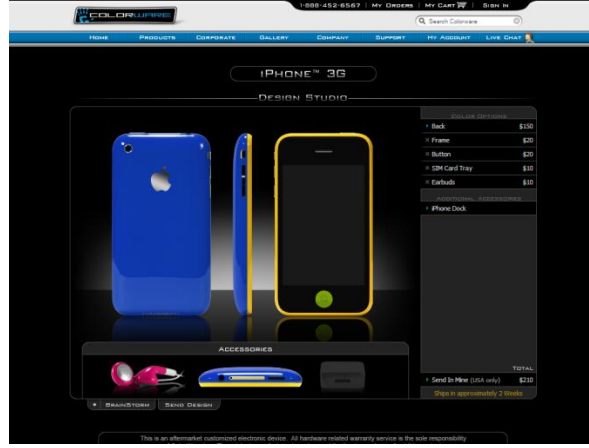


Şekil 3.6: Hyundai Veracruz ve Hyundai ix55

(http://en.wikipedia.org/wiki/Hyundai_Veracruz)

3.4.3 IPHONE

IPHONE cep telefonu isteğe göre özelleştirilmiş ürünlere çok iyi bir örnektir (şekil 3.7). Telefonun rengi, aksesuarları ve görselleri, kullanıcının kendi isteği dorultusunda bir cep telefonu oluşturması için, bir internet sayfası aracılığıyla seçilebilir (<http://www.colorware.com/p-355-iphone-5.aspx>).



Şekil 3.7: IPHONE cep telefonunun müşteri isteğine göre özelleştirilmesi
(<http://www.colorware.com/p-355-iphone-5.aspx>)

3.4.4 Bilgisayar

Kişisel bilgisayarlar farklı seviyelerde modülerlik özellikleri göstererek, modüleriteye iyi bir örnek oluşturur. Bilgisayar; kasa, ekran, fare, klavye ve hoparlörler gibi farklı modüllerden oluşmaktadır (şekil 3.8). Bu parçalar bağlantıları bozmadan birbirinden ayrılabilir (ayrıştırılmış arayüzler) ve hepsi kendi tekil fonksiyonuna sahiptir (birebir fonksiyon).



Şekil 3.8 : Kişisel bilgisayarda modülerite

(http://www.shopping.hp.com/en_US/home-office/-/products/Desktops/Desktops)

Bilgisayar kasası ise; hardisk, anakart ve CD okuyucu gibi farklı modüler ünitelerden oluşmaktadır. Bu ünitelere kasanın açılması ile ulaşılır ve değişim işlemleri kolay bir şekilde gerçekleştirilir.

Endüstriyel ürünlerde farklı seviyelerde olan modüleriteden, cephe sistemi tasarımında da yararlanılabilir.

3.5 Farklı Seviyelerde Modülerite

Güncel cephe sistemleri de modüler sayılabilir. Giydirme cephelerin neredeyse tüm parçaları tam olarak bir fonksiyona sahiptir ve karşılıklı bağlantıları ayrıştırılmıştır. Buda modüleritenin bileşen seviyesinde kullanıldığı anlamına gelir. Ancak, bu çalışmada modüleritenin bu seviyesi hedeflenmemektedir. Günümüz cepheleri, eleman seviyesinde modülerdir.

Eleman, binanın bir parçası olarak, tek bir bileşenden ya da karma bileşenden meydana gelir. Elemanların birleşmesinden bina bütünlüğü oluşturulur. Elemanın bu tanımı bir bakımdan modüleritenin tanımı ile de uyumaktadır. Elemanlar; bir fonksiyonu yerine getirirler ve elemanların kombinasyonu bina bütünlüğünden beklenen fonksiyonları gerçekleştirir. Modüler cepheler, farklı elemanların birleşmesinden oluşmaktadır.

Elemanlar farklı bileşenlerden ve/veya alt-bileşenlerden oluşan bağımsız işlevli parçalardır. Bu parçalar şantiye alanı dışında montajladıktan sonra, şantiye alanına taşınıp uygulanır.

Bu çalışmada eleman seviyesinde modüler çift kabuk cephe sisteminin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Modüler cephe sisteminin tasarımının hedeflerinden biri, sistemden beklenen fonksiyonların cephe sistemine entegrasyonudur.

3.6 Cephe Sektöründe Modülerlik

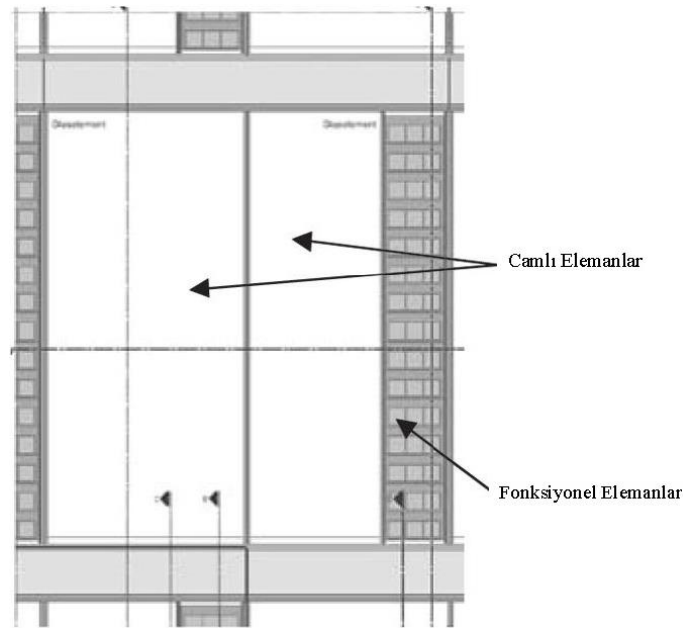
Son yıllarda bir kaç mimarlık şirketi ve cephe sistemi üreticisi, bina tesisatlarını içeren modüler cephe sistemlerinin geliştirilmesi konusunda başarılı olmuştur. Çalışmanın bu kısmında *Trox* ve *Schueco* firmaları ve *Wicona-Hydro* şirketi ile *Dortmund Üniversitesinin* ortak bir şekilde geliştirdikleri iki cephe sistemi ele alınacaktır.

3.6.1 *Hydro-Building* cephe sistemi

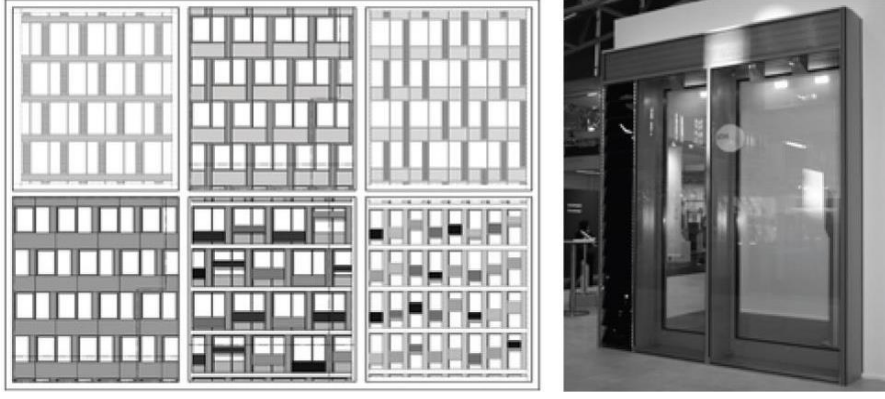
Wicona-Hydro şirketi 2007 yılında *Dortmund Üniversitesi* ile işbirliği yaparak *Hydro-Building* cephe sisteminin bir prototipini geliştirdi. Cephe sistemi, optimize edilmiş enerji yönetimi, otomatik ısıtma-soğutma sistemleri, doğal ve mekanik havalandırma fonksiyonlarını içermektedir. Ayrıca cephe sistemine yapay aydınlatma ve güneş kontrolü elemanları entegre edilmiştir (şekil 3.9) (Castrillon, 2009).

Hydro Building cephe sisteminin geliştirilmesinin temel amaçlarından biri, tasarımcılara tasarım sürecinde form ve geometri özgürlüğü sunmaktır. Bu amaca ulaşmak için fonksiyonel bileşenlerin entegre edildikleri elemanlar ve camlı elemanlar birbirinden ayrılmıştır (şekil 3.9). Böylece bu elemanlar, mimar tarafından birbirlerinden bağımsız bir şekilde tasarlanabilir. Ayrıca bu elemanların cephe üzerindeki farklı kombinasyonları ile farklı formlar elde edilir (şekil 3.10). Şekil 3.10'da, sağ kısımda görülen cephe sistemi, sol kısımdaki cephe sistemi alternatiflerinden sol üst köşede görülen cephe türünün üretilmiş prototipidir.

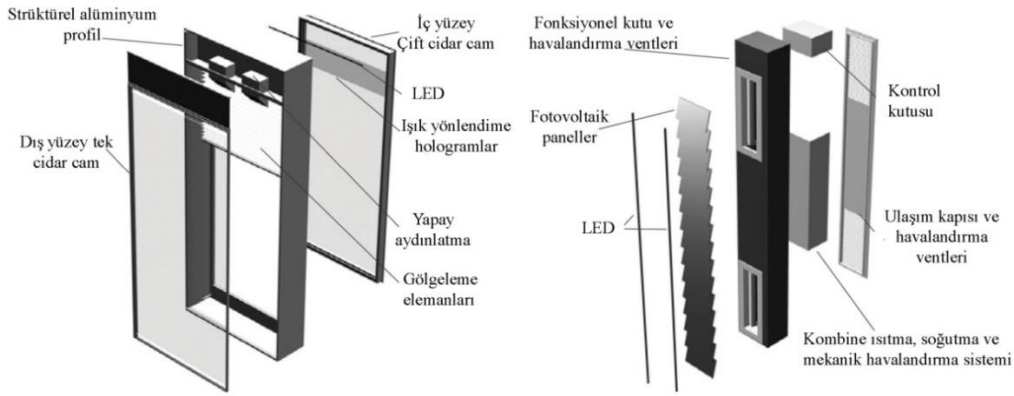
Cephe ünitelerinin strüktüründe, *Wicona-Hydro* şirketi tarafından üretilen alüminyum profiller kullanılmıştır (şekil 3.11). Camlı elemanlar havalandırılmış kutu tipi çift kabuk cephe sistemi türündedir. Elemanların dış yüzeyi tek cidar camdan, iç yüzeyi ise çift cidar camdan oluşmaktadır. İki cam yüzeyin arasındaki boşluğa güneş kontrolü elemanları entegre edilmiştir. Cephe boşluğu, camlı ünitenin alt ve üst kısımlarındaki hava giriş ve çıkış ventleri aracılığı ile havalandırılmaktadır (Schuster, 2007).



Şekil 3.9 : Cephe ünitelerini oluşturan, camlı ve fonksiyonel elemanlar
(Schuster, 2007).



Şekil 3.10 : Cephe modüllerinin farklı kombinasyonları, (Schuster, 2007).



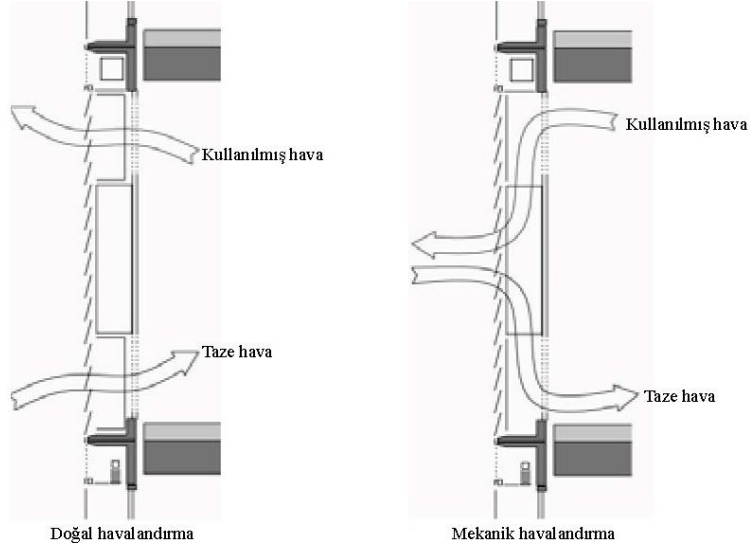
Şekil 3.11: Cephe sistemi konstrüksiyonu: sağ camlı eleman, sol fonksiyonel eleman, (Schuster, 2007).

Soğutma, ısıtma, havalandırma ve enerji üretimi gibi fonksiyonlar ise modüler bir kutuya entegre edilmiştir (şekil 3.12). Sözü geçen fonksiyonel bileşenler *Trox* şirketi tarafından temin edilmiştir. Kutunun dış yüzeyine fotovoltaik paneller uygulanmıştır. İç yüzeyde ise ahşap kapı kullanılmıştır. Fonksiyonel bileşenlere bu kapı aracılığı ile ulaşılır.



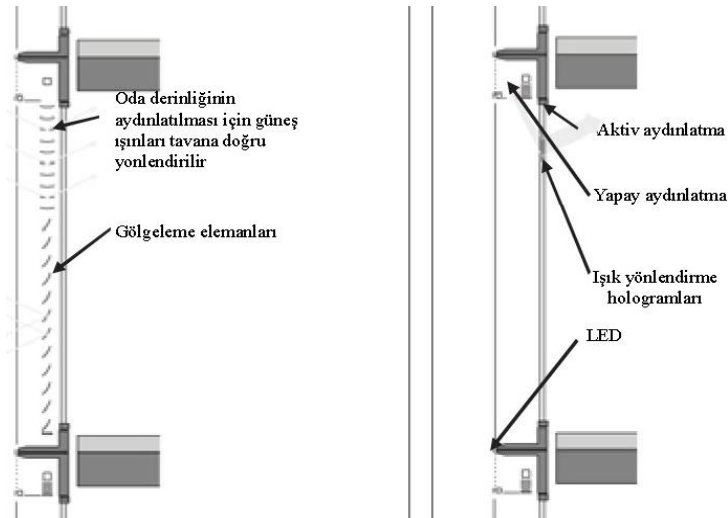
Şekil 3.12 : Modüler kutu ve fonksiyonel bileşenler, (Ebbert, Kannack, 2007).

İç mekanın doğal ve mekanik havalandırması, kutunun alt ve üst kısmındaki havalandırma ventleri vasıtası ile gerçekleşir. Taze hava kutunun alt kısmındaki hava giriş ventinden temin edilir. Kullanılmış hava ise kutunun üst kısmındaki hava çıkış ventinden tahliye edilir. Dış hava sıcaklığının mekanik havalandırmayı gerektirdiği durumda, taze hava cephe sistemine entegre edilen kombine ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemi tarafından koşullandırılır. Cephe sisteminin çalışması için gereken enerjinin bir kısmı fotovoltaik paneller tarafından temin edilir.



Şekil 3.13 : İç mekanın doğal ve mekanik havalandırılması (Schuster, 2007).

İç mekan iklimlendirilmesi manuel veya otomatik olarak kontrol edilir. Bu yüzden kullanıcı manuel olarak tercih ettiği ayarların enerji verimliliği hakkında, bir ekran vasıtası ile bilgilendirilir. Sistem kullanıcı tercihini elde etmek için en az enerji tüketen yöntemi otomatik olarak seçer. Örneğin daha yüksek bir aydınlatma düzeyi seçildiğinde, sistem yapay aydınlatmayla ya da termal olarak mümkün olduğunda güneş kontrolü elemanlarının açılmasıyla bu isteğe yanıt verir (şekil 3.14).



Şekil 3.14 : İç mekanın doğal ve yapay olarak aydınlatılması (Schuster, 2007).

3.6.1.4 Sistemin avantajları:

- Desantralize iklimlendirme üniteleri gibi fonksiyonel bileşenlerin cephe sistemine entegre edilmesi.
- Cephe sisteminin tüm elemanlarının prefabrik olarak üretilmesiyle ürün kalitesinin yükseltilmesi.
- Cephe sisteminin güncelleme ve bakım işlemlerinin kolaylıkla yapılabilmesi için, cephenin çalışmasını sağlayan mekanik sistemlerinin kolayca ulaşabilir olması .
- Lokal ve Global fonksiyonlardan sorumlu olan bileşenlerin birbirlerinden ayrıştırılmasıyla, form tasarımında mimarlara daha fazla tasarım özgürlüğü ve geometrik esneklik sunulması.
- Cephe ünitelerinin farklı kombinasyonlarıyla, 6 farklı cephe konseptinin oluşturulabilmesine imkan sağlaması.

3.6.1.5 Sistemin dezavantajları:

- Cephe sisteminin form açısından mevcut çift kabuk cephe sistemlerinden pek farklı olmaması.

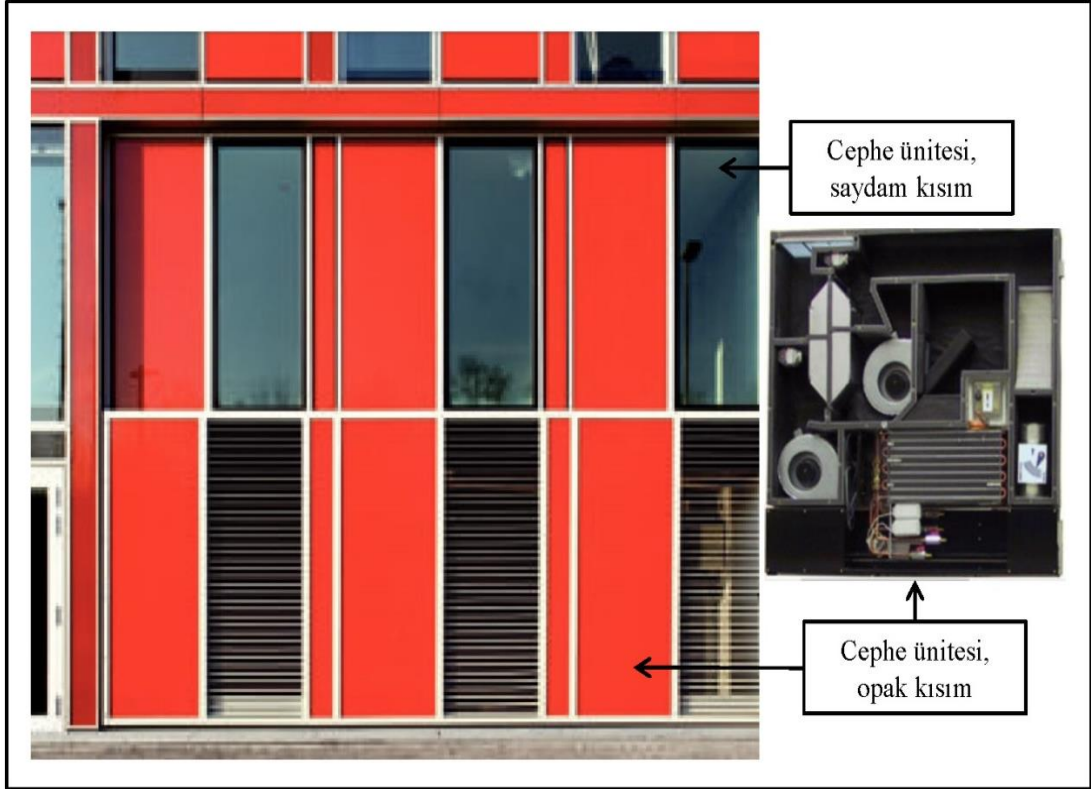
3.6.2 Capricorn Haus Binası

Capricorn Haus Binası 2007 yılında *Düsseldorf*'ta mimar *Gatermann* ve *Schossig* tarafından tasarlanmıştır. *I-Module* cephe olarak adlandırılan bina cephesi, *Trox* ve *Schueco* firmaları tarafından geliştirilmiştir ve ısıtma, soğutma, ısı geri kazanım ve kontrol sistemlerini içermektedir.



Şekil 3.15 : *Capricorn Haus Binası, Düsseldorf*,
(<http://dabonline.de/2009/01/01/das-gebaude-als-ganzes/>)

Bina cephesi, 2.7m × 3.35m ebatlarında, prefabrik modüllerden oluşmaktadır. Her bir cephe modülü saydam ve opak olmak üzere iki farklı kısımdan oluşmaktadır. Opak kısma mekanik havalandırma, ısıtma, soğutma, ısı gerikazanım ve kontrol sistemlerientegre edilmiştir. Saydam kısım ise doğal havalandırma, doğal aydınlatma ve güneş kontrolü fonksiyonlarını içerir. Bu modüller döşeme plakalarına üst ve alt kısımlarından sabitlenebilir. Her oda saydam ve opak modüllerden en az bir tanesine sahiptir (Sacht, 2009).

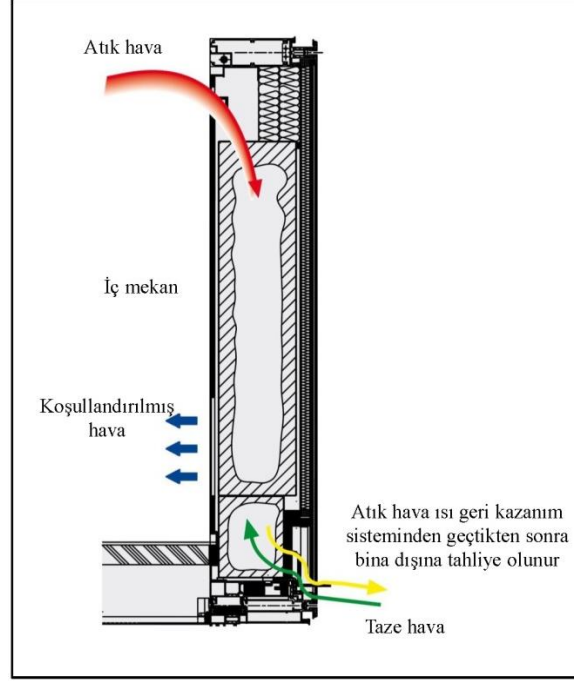


Şekil 3.16 : Cephe modülleri, kombine ısıtma, soğutma ve havalandırma bileşenleri, (Konstruktion der i-modulFassade, 2007).

Cephe sistemi *Capricorn Haus Binası* için özel olarak tasarlanmıştır ve başka bir binada uygulanmamıştır. Cephe sisteminin tasarımından amaç, bina tesisatlarının cephe sistemine entegre edilmesiyle iç mekan planlamasının özgür bir şekilde yapılmasına imkan sağlamaktır.

Taze hava, cephe modüllerinin alt kısmındaki hava giriş ventili ve toz filtresinden geçerek iklimlendirme sistemine aktarılır ve iç mekan için uygun koşullara getirildikten sonra modüllerin iç yüzeyindeki ventillerden iç mekana geçer. Atık hava ise bina dışına tahliye edilir. Kış aylarında, atık hava, ısı geri kazanımı sisteminden geçerek, taze havanın ısıtılmasında kullanılır (Castrillon, 2009).

İklimlendirme sistemi otomatik veya manuel olarak kontrol edilir ve saatte 60m³ taze hava besleme kapasitesine sahiptir.



Şekil 3.17 : İç mekan havalandırması (*Konstruktion der i-modulFassade*, 2007).

3.6.2.6 Cephe sisteminin avantajları

- Bina tesisatının ve başka fonksiyonların cephe sistemine entegre edilmesi, iç mekanların özgür bir şekilde planlanmasına yardımcı olur.
- Cephe sisteminin tüm elemanları prefabrik olarak üretilmiştir. Bu da ürün kalitesinin yükseltilmesine yardımcı olur.
- Binaya özgün bir dış görünüş sağlar.

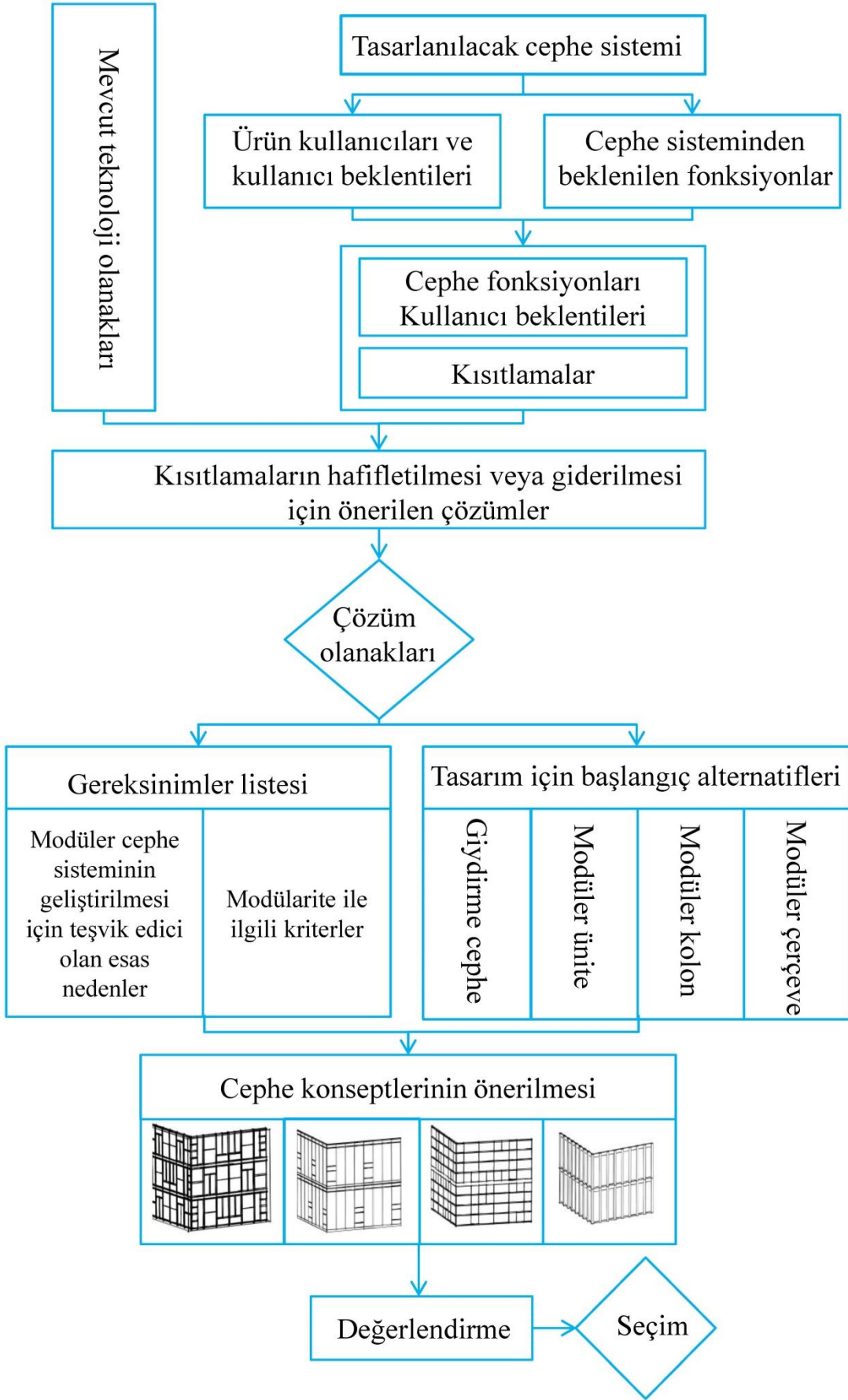
3.6.2.7 Cephe sisteminin dezavantajları

- Yalnızca tek ve özel bir bina için tasarlandığından dolayı, standart bir cephe sistemi değildir.

4. AZ KATLI OFİS BİNALARI İÇİN MODÜLER ÇİFT KABUK CEPHE SİSTEMİ GELİŞTİRME METOTU VE SİSTEM ANALİZİ

Modüler cephe sistemi geliştirme metodunda, mimari tasarım sürecinin yanı sıra, endüstriyel ürün geliştirme sürecindeki tasarım aşamasından da yararlanılmıştır. Tasarlanılacak olan cephe sistemi binalara uygulanacağından dolayı, mimari değerler ve perspektifler, tasarım süreci için inkar edilemez derecede önemlidir. *M.Khan Mohammadi*, çoğu mimarın, tasarımda yöntemli ve sistematik bir yaklaşımın uygulanmasının yaratıcılığı kısıtlayacağını düşündükleri için, yapılandırılmış bir tasarım sürecinden yararlanmadığını ifade eder (Khanmohammadi, 2010). Ancak aslında bina sistemlerinin tasarımında yöntemli ve sistematik bir tasarım sürecinin izlenmesi, tasarım aşamasında daha çok kontrol sağlayacaktır ve istenilen sonuca ulaşılmadığında devam etme ya da verilen kararları değiştirme imkanı verecektir.

Çalışmada izlenen modüler cephe sistemi geliştirme süreci farklı basamaklardan ve değerlendirme aşamalarından oluşmaktadır (çizelge 4.1). Bütün süreç, birbirini takip eden iraksak ve yakınsak bir yapıya sahiptir. Iraksak ile çözümlerin ya da fikirlerin sayısının arttığı, yakınsak ile çözümlerin ve fikirlerin sayısının azaltıldığı kastedilmektedir. Süreci yakınsamak için şartlar ve isteklere göre en iyi çözüm değerlendirilerek seçilecektir (M. Khanmohammadi, 2010).



Şekil 4.1: Cephe sistemi geliştirme metodunun şeması.

4.1 Cephe Sistemi Geliştirme Metotunun Farklı Aşamaları

Cephe sistemi geliştirilmesinde uygulanan metot aşağıda tanımlanan iki farklı aşamadan oluşmaktadır.

4.1.1 Sistem analizi

Sistem analizi, cephe sisteminin karşılaşılabileceği muhtemel kısıtlamaları ve sistemden beklenen fonksiyonları ele alarak en uygun çözümlerin üretilmesini amaçlamaktadır. Bu yöntem, üretilen farklı fikirlerin ilişkilendirilmesi ve birleştirilmesi esasına dayanmaktadır. Böylece problemlere yeni bakış açısıyla yeni çözümler üretilebilir. Bu özelliklerden dolayı bu yöntem tasarım sürecinin başlangıcında yer almaktadır.

Sistem analizi yönteminde, çeşitli fikirlerin üretilmesinden yararlanılacaktır. Bu sürecin ilk aşaması, farklı ve yeni fikirlerin ve çözümlerin üretilmesini teşvik etmektedir. Fikir üretiminin başarılı olması için, dikkate alınması gereken kurallar aşağıda belirtilmiştir (Khanmohammadi, 2010):

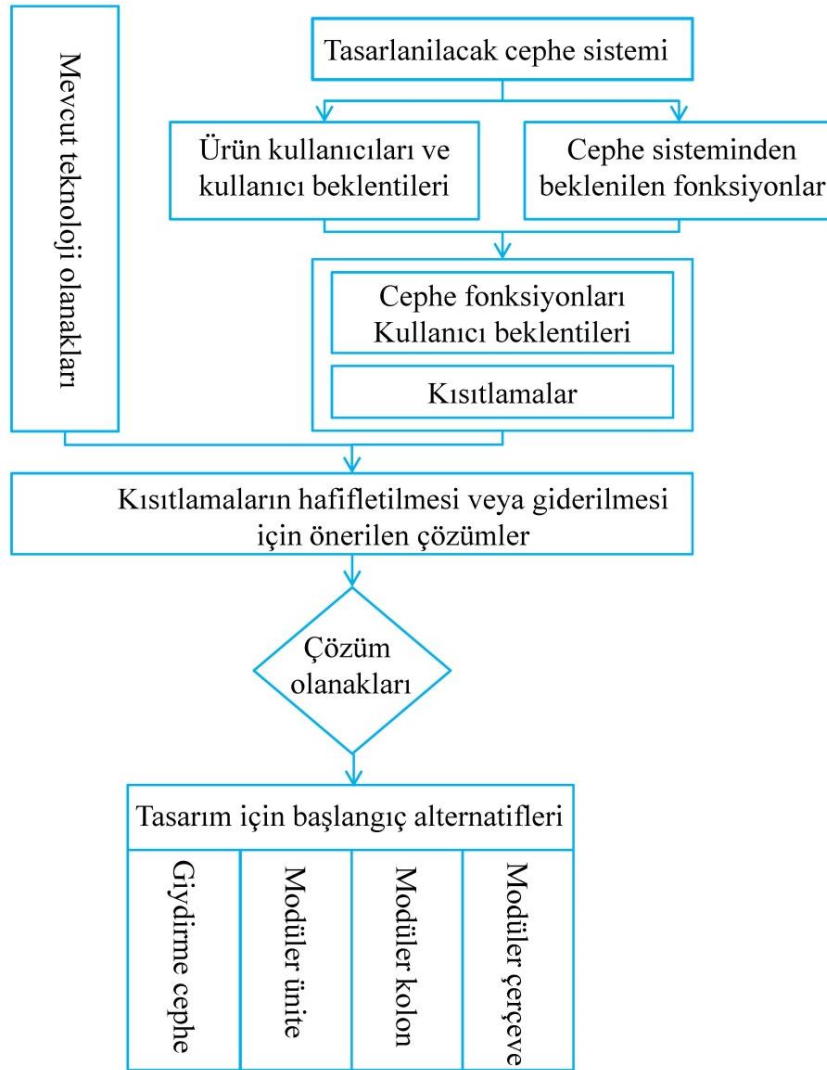
- Fikir üretimi esnasında eleştiri yapılmamalıdır. Fikir üretiminde; kullanım, önem, yapılabilirlik ve buna benzer husular düşünülmemelidir. Fikirlerin değerlendirilmesi sonraya bırakılmalıdır. Bu kural yeni fikirlerin üretilmesi için çok önemlidir, ayrıca ikinci kuralın uygulanabilmesi için de gereklidir.
- Fikirler özgürce üretilmelidir ve düşünceler özgür bir şekilde ifade edilmelidir. Dolayısıyla fikir üretimi esnasında ortam bu açıdan rahat olmalıdır.
- Fikir üretimi aşamasında başka mimarlar veya cephe firmalarının fikirlerinden yararlanılabilir. Buda yaratıcı ve yeni fikirlerin üretilmesine yardımcı olur.
- Üretilen çözüm ve fikirlerin sayısı mümkün olduğunca çok olmalıdır. Bunun sebebi üretilen fikirlerin niceliğinin, niteliği doğuracak olmasıdır.

Fikir üretimi aşamasında, cephe sisteminin karşılaşılabileceği muhtemel sorunlar ve kısıtlamalar, fonksiyonelliğin ve mevcut teknolojik olanakların yardımıyla çözülecek veya hafifletilecektir. Aşağıdaki şema bu süreci göstermektedir (çizelge 4.2). Fikir üretimi mantığında, tasarlanılacak olan cephe sisteminden beklenen fonksiyonellik, teknoloji bilgisine dayanarak mevcut teknoloji olanakları ile ilişkilendirilir. Şemanın sol tarafında mevcut teknoloji olanakları listelenmiştir. Kısıtlamaların kaldırılması

veya hafifletilmesinde kullanılacak olan teknolojilerin, mevcut teknolojik olanakların içinden amaca en uygun olanının seçilmesi gereklidir. Bu bağlamda teknolojinin dikkate alınması, cephe sistemi fonksiyonlarının mevcut teknolojik olanaklarla ilişkilendirilmesini sağlar.

Şemanın sağ tarafında cephe sisteminden beklenen fonksiyonlar ve cephe sisteminin karşılaşılabilecek muhtemel kısıtlamalar yer almaktadır. Fonksiyonlar fikir üretimi aşamasında mevcut teknoloji olanaklarıyla birleştirilerek, cephe sisteminin karşılaşılabilecek muhtemel kısıtlamalar için yenilikçi çözümler üretilecektir.

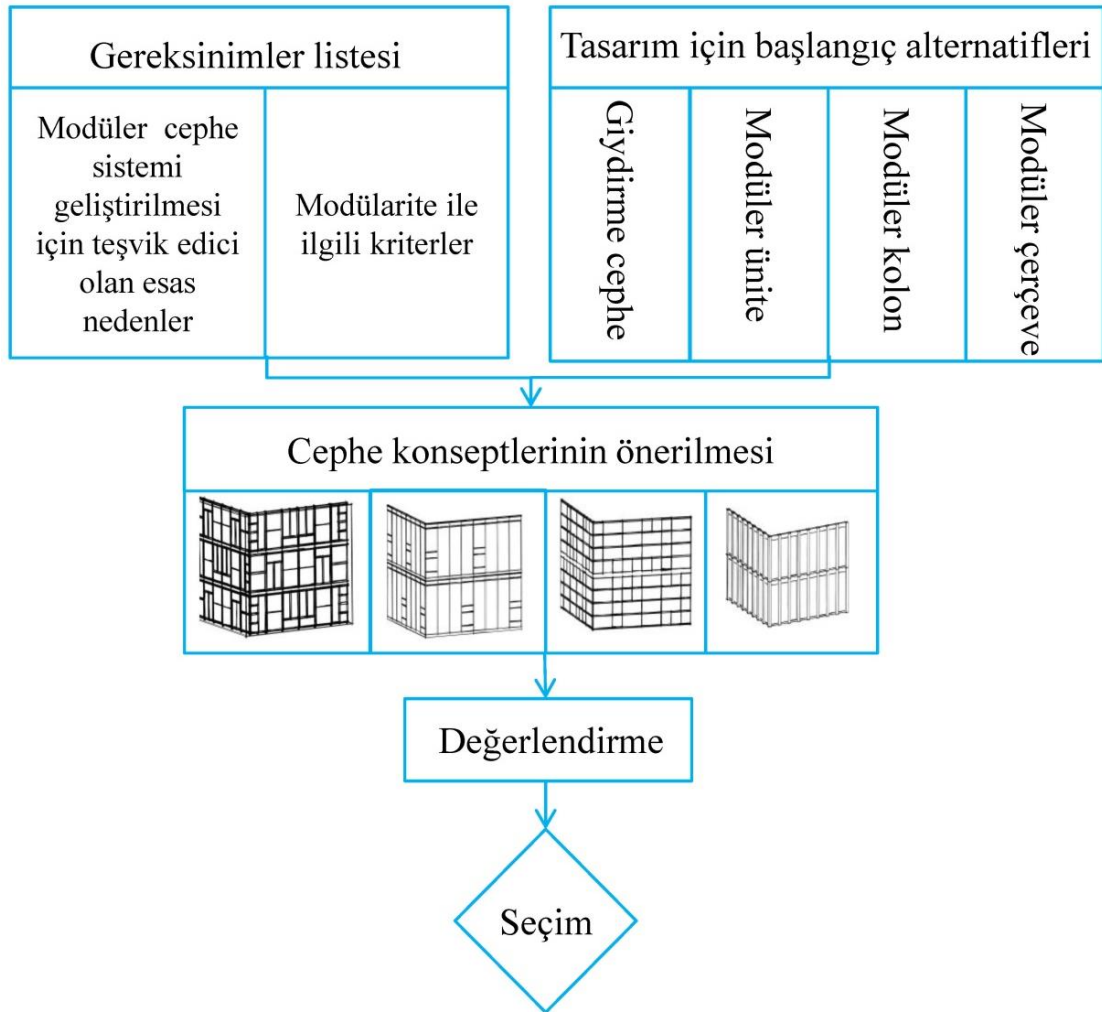
Sistem analizinin devamında, fikir üretiminin sonucu olan çözüm olanakları, cephe sistemi tasarımı için başlangıç alternatiflerine dönüştürülecektir. Başlangıç alternatifleri, üründen istenilen fonksiyonları yerine getiren ürün parçalarını kabaca belirten bir model olarak düşünülebilir.



Şekil 4.2 : Sistem analizi sürecinde izlenilecek yöntemin şeması

4.1.2 Tasarım Süreci

Sistem analizi, tasarım süreci için başlangıç alternatiflerini sunmaktadır. Ancak bu aşamada sözü geçen alternatifler biçimlendirilmemiş ve boyutlandırılmamışlardır. Tasarım sürecinde, fikir üretiminin sonucu olan başlangıç alternatifleri eskiz olarak boyutlandırılır ve cephe konseptleri üretilir. Tasarım süreci, üretilen farklı cephe konseptlerinden dolayı ırsaktır. Sürecin devamında üretilen cephe konseptlerinden bir tanesi nihai cephe sisteminin tasarımı için değerlendirilerek seçilecektir. Seçilen cephe konsepti, ön tasarım olarak değerlendirilebilir. Ancak tasarlanan cephe sistemi, konsept halindedir ve üretilmeye hazır değildir. Üretime hazır bir hale getirilmesi için, kullanılacak olan materyallerin belirlenmesi ve cephe sisteminin detaylandırılması gerekir. Ayrıca maliyet, üretim teknikleri, yönetmelikler ve standartlar gibi konularda daha fazla araştırmaların yapılması gerekir. Aşağıda, ele alınan tasarım süreci, şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 4.3 : Tasarım sürecinde izlenilecek yöntemin şeması.

4.2 Sistem Analizi

Mevcut çift kabuk cephe sistemlerinden gelişmiş olan ve kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayan modüler çift kabuk cephe sisteminin geliştirilmesi için sistem analizi yapılacaktır.

Sistem analizinde sistemden beklenen fonksiyonlara ve kullanıcı beklentilerine karar verilerek, sistemin geliştirilmesi için bir yöntem tanımlanacaktır. Bu yöntem sistem analizinin son aşamasında sunulacaktır. Bu aşamada, cephe fonksiyonları ve kullanıcı beklentilerinin sağlanmasında karşılaşılabilecek muhtemel kısıtlamalar listelenecektir. Sürecin devamında, cephe fonksiyonları mevcut teknoloji olanaklarıyla birleştirilerek, kısıtlamaların hafifletilmesi veya giderilmesi için öneriler ve çözümler araştırılacaktır. Bulunan kısıtlamalar ve çözümler, bu süreçlerle ulaşılmak istenen fikir üretiminin temelini oluşturur.

Sistem analizinin son aşamasında; bulunan fonksiyonlar, kısıtlamalar ve çözümler göz önünde bulundurularak fikir üretimi yapılır. Üretilen fikirler, tasarım süreci için başlangıç alternatiflerini oluşturur. Başlangıç alternatifleri tasarlanılacak olan cephe konseptlerinin genel bir görünümünü oluşturur (bkz. Çizelge 4.2).

4.2.1 Cephe sisteminden beklenen fonksiyonlar

Cephe sistemi analizinin ilk aşamasında, düşünülebilir fonksiyonların hepsi araştırılacaktır. Bulunan fonksiyonların tamamının cephe sistemi tarafından sunulması gerekmez, ancak nihai ürünün tasarımında göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Bu fonksiyonlar belli amaçlara ulaşmak ya da belli problemleri çözmek için yol gösterici olabilir.

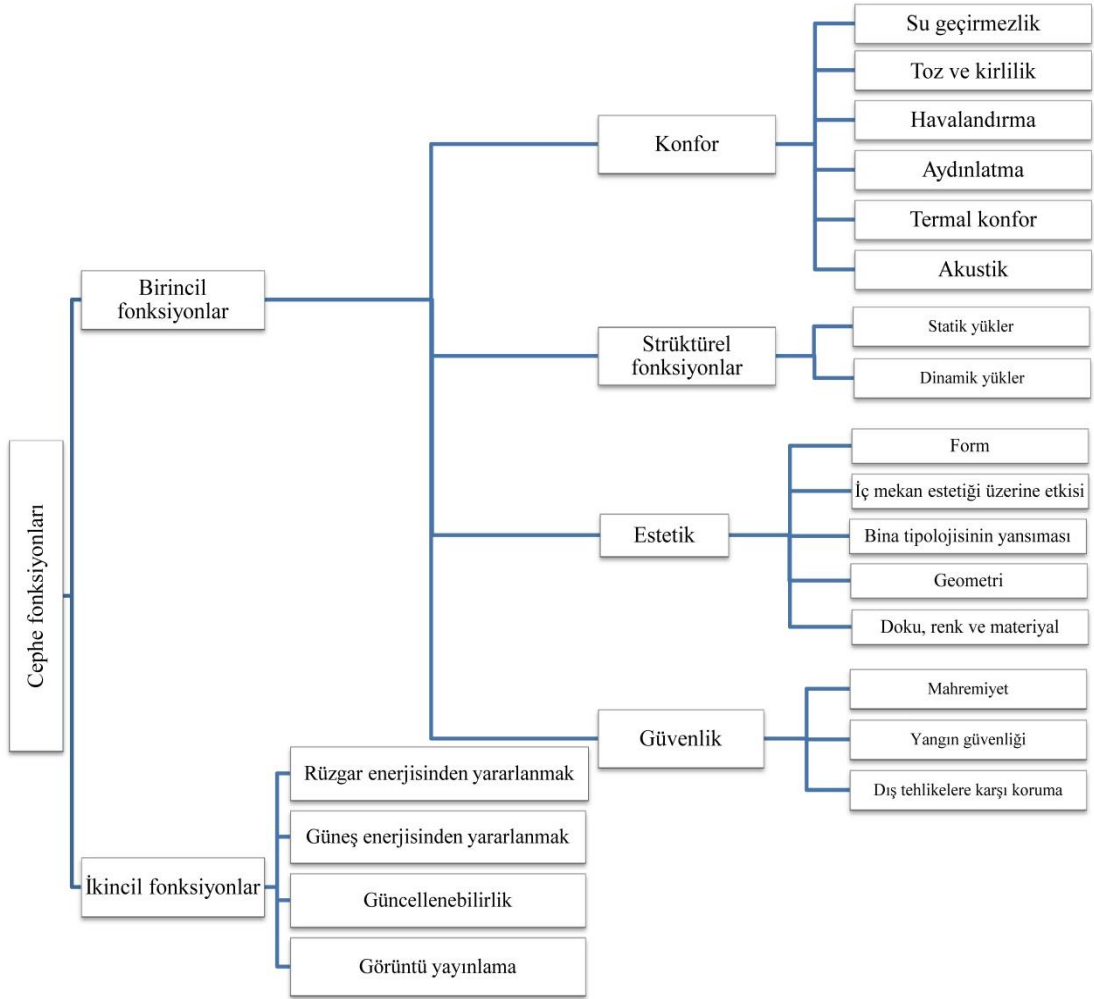
Bölüm 2.3.1’de anlatıldığı gibi cephe fonksiyonları birincil ve ikincil fonksiyonlar olarak iki fonksiyon grubundan oluşmaktadır. Birincil ve ikincil fonksiyonlar daha sonra alt fonksiyonlara ayrılır (bka. çizelge 4.4).

4.2.2 Birincil fonksiyon

Bina cephesi dış ve iç ortamların etkileşimini düzenleyen, dış ve iç ortamlar arasındaki arayüzdür (Bilow, 2012). Birincil fonksiyon, cephenin temel işlevini anlatmaktadır ve alt fonksiyonlara ayrılır. Alt fonksiyonlar birincil fonksiyonu

sağlayan fonksiyonlardır. Örneğin cephe yalıtımı bir alt fonksiyon olarak, cephe sisteminin iç ve dış ortamlar arasında optimize bir ilişki kurmasına yardımcı olur. Birincil fonksiyonun alt fonksiyonları:

- Konfor
- Strüktürel fonksiyonlar
- Güvenlik
- Estetik



Şekil 4.4 : cephe sisteminden beklenen fonksiyonlar.

4.2.2.1 Konfor

Kullanıcı bu fonksiyon grubunun merkez noktasında yer almaktadır. Bu gruptaki fonksiyonlar kullanıcı için konforlu bir ortam sağlamaktadır. Bu fonksiyonların başarısızlığı, kullanıcıya uygun olmayan iç ortam koşullarına, bu suretle de kullanıcı rahatsızlığına neden olur. Konfor grubunun alt fonksiyonları:

- Su geçirmezlik
- Toz ve kirlilik
- Havalandırma
- Aydınlatma
- Termal konfor
- Akustik

Su geçirmezlik:

Bina cephesi yağmur ve kar suyunun iç mekana girmesini engellemektedir. Öte yandan, su buharı çevrede, iç mekanın havasındave yapı elemanlarının içerisinde her zaman mevcuttur. Bu durumda cephenin fonksiyonu,su buharının iç mekana girmesini engellemekten ziyade iç mekanlardaki su buharını kontrol altında tutmaktır (Elder Riba, 1974).

Bu fonksiyonun başarısızlığı kullanıcı rahatsızlığına ve zamanla yapıda çürüme ve korozyon hasarlarının meydana gelmesine neden olur.

Toz ve kirlilik:

Atmosfer kirliliği (havadaki toz, duman ve zehirli gazlar) mümkün olduğu kadar iç mekandan uzak tutulmalıdır. Atmosfer kirliliğinin iç mekana sızmasını engellemek, kullanıcıların taze hava ihtiyaçlarının tamamen gözden çıkarılmasını gerektirdiği için, oldukça zordur. Havanın nispeten temiz olduğu çevrelerde ve bina kullanıcılarının küçük toz derişimlerinden etkilenmedikleri hallerde, filtreleme işleminin yüksek maliyetli olması sebebiyle, iç mekanların havalandırılmasında filtrelenmemiş havanın kullanılmasına izin verilir. Çevre havasının kirli olduğu durumlarda, iç mekan havalandırılmasında kullanılacak olan havaya filtreleme işleminin uygulanması gerekir. Filtreleme işleminin gerekli olup olmadığına; maliyet, çevre havası üzerine yapılan analizler ve iç mekan iklimi ile ilgili gereksinimler göz önünde bulundurularak karar verilir (Elder Riba, 1974).

Havalandırma:

Bina cephesinin çevre kirliliği ile ilgili fonksiyonu, bariyer oluşturmaktır. Ancak havalandırma durumunda cephenin işlevi çevresel faktörleri iç mekanda kullanarak kullanıcı ihtiyaçlarını karşılamaktır (Elder Riba, 1974).Ayrıca iç mekanın iklimi, yalnızca kullanıcıların varlığı ile etkilenir. İnsan vücudu, yapılan faaliyet türüne bağlı

olarak, gün içersinde bir kaç litre suyu, su buharı olarak havaya katarır. Bunun yanı sıra, kullanıcıların nefes almaları ve hareket etmeleri iç mekan havasında bulunan Co2 miktarını yükseltir. İç mekan havasında bulunan Co2 miktarı %0.1-0.15'den fazla olmamalıdır. Havalandırma, iç ortam sıcaklığının yanı sıra bağıl nem oranını da dengeler. Kullanılmış havanın taze hava ile değiştirilmesi, havadaki zararlı ve kötü kokulu maddelerin uzaklaştırılmasına yardımcı olur. Doğal havalandırmanın miktarı, ilgili normlar ve kurallar tarafından düzenlenir. İç mekanın havalandırılması doğal veya mekanik yollarla sağlanır (Meijs, 2007).

Aydınlatma:

Cam cephenin, yapay aydınlatma sağlanırken tüketilen enerjiyi minimuma indirmesi gerekmektedir. Bunu sağlarken de, iç mekanda doğal aydınlatma kaynaklı ölçülebilecek kamaşmanın engellenmesi önem taşımaktadır (Waldner, 2007).

Ayrıca insan metabolizması güneş ışığına ihtiyaç duyar. Bu yüzden güneş ışığının mevcut olduğu süre içinde doğal aydınlatmadan yararlanılmalıdır (Meijs, 2007).

Doğal aydınlatma bazı özelliklerinden dolayı kullanıcı için caziptir. Doğal aydınlatma, yapay aydınlatmaya kıyasla, nesnelere üç boyutlu görünmelerini daha iyi sağlar. Ayrıca doğal aydınlatmanın renksel geriverimi insanların alışık oldukları koşullardadır (Elder Riba, 1974).

İç meknlarda kamaşmayı, aşırı ısınmayı ve gölge oluşumundan kaynaklanan açık ve koyu renkli alanlar arasındaki kontrastı önlemek için cepheden geçen güneş ışınlarının kontrol altına alınması gerekir (Meijs, 2007).

Termal konfor:

Bina kullanıcılarının termal konforu karmaşık bir konudur. İnsan vücudu ısı üretir, ancak vücut sıcaklığının doğru bir seviyede kalması için üretilen bu ısının dağıtılması gerekir. Dağıtılan ısı miktarının yanı sıra, ısı kaybının üç farklı formları (radyasyon, konveksiyon ve buharlaşma) arasında doğru dengeyi kurmak, dikkat edilmesi gereken önemli bir husustur (Elder Riba, 1974).

Bu noktayı vurgulamak gerekirken, kullanıcıyı termal konfor açısından her zaman tatmin etmek için herhangi bir değer veya değerler mevcut değildir. Yaş, cinsiyet ve kullanıcıların alışık oldukları koşullar (yapılan faaliyet türü, giyilen kıyafetler, yılın zamanı vs.) konforlu bir ortamı oluşturan fiziksel koşullar üzerinde etkilidir. Bu

yüzden kullanıcıların, kişisel eğilimlerine göre iç mekan sıcaklığına müdahale etmelerine izin verilerek, termal konfor açısından tatmin edici bir iç mekan iklimi sağlanabilir (Elder Riba, 1974).

Bina cephesi kış aylarında ısı kaybını azaltarak, yaz aylarında ise güneş enerjisinin bina içine geçişini kontrol ederek, iç mekan hava sıcaklığını optimum seviyeye getirir. Bina cephesinin bu iki kabiliyeti cephe elemanlarının ısı geçirgenlik özelliklerine bağlıdır. Buna örnek olarak, konveksiyon, kondüksiyon ve radyasyon ile ısının bir ortamdan diğer ortama geçmesi ve yaz aylarında güneş ışınlarıyla bina içine geçen güneş radyasyonundan kaynaklanan, iç mekanlarda biriken güneş ısı kazancı, gösterilebilir. Son yıllarda termal yalıtım ile ilgili standartlar; yakıt maliyeti, çevre duyarlılığı ve artmakta olan kullanıcı beklentileri gibi faktörlerden dolayı giderek sıklaşmaktadır (Elder Riba, 1974).

Yukarıda anlatılanları özetleyecek olursak; ısı iletimi, güneş ısı kazancı ve doğal havalandırma, iç mekan hava sıcaklığını etkileyecek cephe sisteminin dört özelliğidir. Bu yüzden cephe sistemi tasarımında dikkate alınmaları gereklidir.

Akustik konfor:

İç mekandaki akustik konfor seviyesi bina çevresindeki gürültü miktarından, bina kullanıcılarından ve yapılan aktivitelerden kaynaklanan seslerden etkilenir. Çevredeki şantiye faaliyetleri ve trafik, bina dışındaki ses kirliliğinin en önemli kaynaklarıdır. Çift kabuk cepheler şehir merkezlerinde var olan yüksek seviyelerdeki trafik gürültüsüne karşı alınabilecek en güzel önlemdir. Çift kabuk cephelerdeki dış kabuğun sesi perdelemesinden dolayı ara boşlukta gürültü seviyesi düşüktür. İç kabuktaki pencerelerin açılması durumunda dahi gürültü seviyesi düşük olduğu için iç mekanlarda konfor şartları sağlanmış olur (Oosterle, 2001).

Cephe kabuğundaki açık alanların miktarı, kabuğun gürültüyü perdeleme potansiyelini doğrudan etkiler. Cephe kabuğundaki havalandırma boşluklarının fazlalığı da havalandırmaya doğrudan bir katkı sağlarken, ses yalıtımını olumsuz yönde etkiler. Dolayısıyla, havalandırma boşlukları hesaplanırken ses geçişinde hesabının yapılması gerekmektedir (Oosterle, 2001).

4.2.2.2 Strüktürel fonksiyon

Strüktürel fonksiyon gurubu cephe strüktürünün statik ve dinamik yükleri taşıma kabiliyetine dayanmaktadır (Elder Riba, 1974). Ayrıca bu grupta, yapıyı olumsuz dış

etkilere karşı koruyan fonksiyonlar yer almaktadır. Bu fonksiyonların başarısızlığı yapıda büyük hasarlara yol açabilir.

4.2.2.3 Güvenlik

Güvenlik gurubu fonksiyonu, bina kullanıcılarını ve yapıyı dış etkilere ve yangına karşı korumaktadır.

- **Dış etkilere karşı koruma**

Bu kategori kullanıcıyı ve yapıyı koruyan bütün fonksiyonları listelemektedir. Bu gruptaki fonksiyonlar, cephenin dış etkilere karşı mukavemet ve dayanımının sağlanmasıyla gerçekleştirilir. Örneğin, cephe sistemi kullanıcıyı hırsızlık gibi olaylara karşı korumalıdır.

- **Yangın güvenliği**

Yangın ortam sıcaklığının artmasına sebep olarak, camın bünyesinde bazı değişiklikler meydana getirir. Camın mekanik mukavemetinin azalmasına neden olan bu değişiklikler, kullanılan camın özelliklerine, sıcaklık derecesine ve yanma süresine göre farklılık göstermektedir. Cam cephenin yangına dayanımında; kullanılan camın özelliklerinin yanısıra, cam paneller ile diğer bileşenlerin bağlantı noktalarında yer alan derzlerin özellikleri de önem taşımaktadır (Çetiner, 2002).

Cephenin yangın dayanımı, cephe bileşenlerinin yangına dayanıklı malzemelerle oluşturulması ve cephe ile taşıyıcı sistem arasındaki birleşimlerin herhangi bir kattaki alevin ya da dumanın diğer katlara yayılmasını önleyebilecek şekilde tasarlanması ile mümkün olmaktadır (Çetiner, 2002).

Hiçbir durumda, dış katmandaki hava alma ve atma delikleri cephe boşluğundaki dumanın dışarı atılmasını tam olarak sağlayamaz. Sonuç olarak, konstrüksiyon formuna bağlı olarak, duman iç cepheden cephe boşluğuna girerek yatay ve dikey doğrultularda yayılır. Cephe boşluğundaki dumanın atılması, doğal hava akımının yaratılması ya da duman tahliye edici ünitelerin (mekanik fanların) konulmasıyla sağlanır. Dış kabuktaki hava alma açıklıkları yeterli bir şekilde boyutlandırılmalıdır. Açıklıklar hava çıkış kanallarından küçük olmamalıdır. Eğer duman tahliye üniteleri yerleştirmek gerekiyorsa, bu sistem yangın alarmına bağlı olarak çalışacak hale getirilmelidir (Çetiner, 2002).

Alevlerin iç kabuktan cephe boşluğuna geçmesi, yangının binanın diğer alanlarına yayılmasına neden olur . Yangın dikey ve yatay olarak yayılabilir. Yangının cephe boşluğundan diğer alanlara yayılmasını engellemek için alınacak olan tedbirler şunlardır:

- Odalarda ve cephe boşluğunda otomatik yangın ikaz sistemlerinin bulunması.
- Cephe boşluğunda, yangının algılanmasıyla birlikte otomatik olarak çalışmaya başlayacak bir duman tahliye sisteminin olması.
- Odalarda ve cephe boşluğunda, yangın algılanmasıyla birlikte otomatik olarak çalışmaya başlayacak yangın müdahale sistemlerinin olması.
- Cephe tasarımının izin verdiği hallerde, iki kabuk arasındaki boşluğun, dumanın yayılmasını engelleyecek şekilde, yatay ve dikey olarak bölümlenmesi.

4.2.3 Cephe sisteminin kullanıcılarının ve kullanıcı ihtiyaçlarının belirlenmesi

Sistem analizinde, cephe fonksiyonları ve kullanıcı beklentilerinin sağlanmasında karşılaşılabilecek muhtemel kısıtlamalar ele alınarak, giderilmeleri veya hafifletilmeleri için çözümler ve öneriler üzerine çalışılacaktır. Buda farklı süreçlerde (üretim, uygulama ve kullanım) cephe kullanıcılarının belirtilmesini gerektirir (çizelge 4.5).

Çizelge 4.1 : Cephe sisteminin farklı kullanıcıları ve kullanıcı beklentileri

Bina kullanıcıları	Ürünün karşılayacağı kullanıcı ihtiyaçları
Binanın ana kullanıcıları: ofis çalışanları	Konfor – Güvenlik – manzara – cephenin, iç mekan iklimlendirilmesine olan etkisi
Binanın ikincil kullanıcıları: müşteriler	Konfor – Güvenlik – cephenin, iç mekan iklimlendirilmesine olan etkisi
Binanın üçüncül kullanıcıları: yayalar – çevre binaların kullanıcıları	Güvenlik – Estetik dış görünüş – Çevre binaları üzerinde etkisi
İtfaiye	Güvenlik
İnşaat işçileri (bitirme işlemleri)	Güvenlik – Ulaşabilirlik – Taşınabilirlik

Tesisat mühendisi (bakım işlemleri)	Güvenlik – Ulaşabilirlik – Taşınabilirlik
Temizlikçi	Güvenlik – Çalışma kolaylığı – Temizlenebilir materyaller
Mimar (tasarım işlemleri)	Tasarım özgürlüğü – Esneklik
Klima mühendisi	Özgürlük – Esneklik – Ulaşabilirlik
İnşaat mühendisi	Ağırlık – Yangın güvenliği
Bina sahibi	Enerji tasarrufu – Estetik dış görünüş – Konfor

4.2.4 Cephe sisteminin farklı süreçler içinde karşılaşılabileceği muhtemel kısıtlamalar

Bu kısımda cephe sisteminin üretim, uygulama ve kullanım süreçleri içerisinde karşılaşılabileceği muhtemel kısıtlamalar ve bu kısıtlamaların olumsuz etkilerinin nasıl giderilebileceği veya hafifletilebileceği ele alınacaktır.

4.2.4.1 Üretim Süreci İçinde Karşılaşılabilecek Muhtemel Kısıtlamalar ve Önerilen Çözümler

- **Cephe sistemi form tasarımında mimar için geometrik özgürlük sunmalıdır.**

Kısıtlama: Cephesistemi özgür form tasarımına izin vermeyebilir / yüksek maliyet

Çözüm:

- Cephe estetiğini sağlayan elemanların mimar tarafından özgür bir şekilde tasarlanabilmesi için, cephenin teknik ve estetik fonksiyonlarını karşılayan bileşenlerin birbirinden ayrıştırılmaları.
- Cephe sisteminin, mimar tarafından tasarlanan ekstra giydirme cam cephe ile kaplanması.
- Fonksiyonel bileşenlerin entegrasyonu için, standart bir fonksiyonel kutu tasarlanması.

- **Klima mühendisi farklı üreticilerin iklimlendirme ünitelerini kullanmayı tercih edebilir.**

Kısıtlama: Farklı üreticilere ait iklimlendirme ünitelerinin, farklı ebatlarda olmasından dolayı, cephe sistemi tasarımında öngörülen alana sığmaması.

Çözüm:

- İklimlendirme ünitelerinin entegre edilmesi için yeterli miktarda alanın öngörülmesi.
- Cephe sistemi için boyutları ayarlanabilir bir çerçeve sistemi tasarlanması.
- Kullanılacak olan iklimlendirme ünitelerin aynı standartlarda olması.
- Klima üniteleri için cephe boşluğunda boyutları değiştirilebilen fonksiyonel bir kutu tasarlanması.

- **İnşaat mühendisi farklı strüktürler için cephe modülleri isteğinde bulunabilir.**

Kısıtlama: Tasarlanılacak olan cephe sisteminin, sınırlı sayıda yapı strüktürüne uygun olması.

Çözüm:

- Cephe sistemi için farklı çerçeve türlerinin tasarlanması.
- Cephe sistemi ile strüktür arasında esnek bağlantıların kullanılması.

- **Depolama**

Kısıtlama: Yüksek miktarda ürünün depolanmasının depolama maliyetini yükseltmesi.

Çözüm:

- Depolanabilir miktarda üretim yapılması.
- Diğer üreticilerin ürettikleri bileşen ve elemanların kullanılması.
- Yalnızca sipariş edilen miktarda üretim yapılması.

- **Farklı binalar için esneklik**

Kısıtlama: Cephe sisteminin, uygulanacağı binanın tipolojisine uygun olmaması.

Çözüm:

- Cephesisteminin sadece bazı bina tipleri için tasarlanması.
- Farklı bina tipleri için farklı sistemlerin tasarlanması.

4.2.4.2 Uygulama Sürecinde Karşılaşılabilecek Olan Muhtemel Kısıtlamalar ve Önerilen Çözümler

- **Cephe modüllerinin yükleme, boşaltma, taşıma ve kaldırma işlemleri.**

Kısıtlama: Camların kırılması / Modüllerin deforme olması / Çerçeve ve köşelerin ezilmesi

Çözüm:

- Taşıma işlemleri sırasında kullanılan ürün ambalajlarının yüksek kaliteli olması.
- Taşıma ve depolama aşamalarında koruyucu bir çerçeveden yararlanılması.
- Ünitelerin, forklift veya vinçle kaldırılabilmesi için özel bağlantı noktalarının bulunması.

- **Ünitelerin işçiler tarafından elle taşınması.**

Kısıtlamalar: Ünitelerin ağır olması.

Çözüm:

- Ünitelerin daha hafif parçalardan oluşması.
- Ünitelerin özel ekipmanların yardımıyla taşınması.
- Ünitelerin birden fazla işçiyle taşınması.
- Ünitelerin boyutlarının daha küçük olması.

4.2.4.3 Kullanım Sürecinde Karşılaşılabilecek Olan Muhtemel Kısıtlamalar ve Önerilen Çözümler

- **Direkt gün ışığının iç mekana geçişi.**

Kısıtlama: İç mekanın aşırı ısınması.

Çözüm:

- Güneş kontrolü elemanlarının kullanılması.
- Yansıtıcı camların kullanılması.
- Dış kabukta panjurların kullanılması.

- **Direkt güneş ışığının yetersiz olması.**

Kısıtlama: Doğal aydınlatmadan az miktarda yararlanmak.

Çözüm:

- Işığın aynalar vasıtasıyla iç meknlara yansıtılması.

- Saydam bileşenlerin, opak bileşenlere oranının yüksek olması.

- **Saydam bileşenlerin ısı iletkenliği.**

Kısıtlama: Kış mevsiminde ısı kaybı ve ısıtma yüklerinin çoğalması / Yaz mevsiminde güneş enerjisinden dolayı ısınan cephe boşluğundan iç mekanlara ısı geçişinin soğutma yüklerini arttırması.

Çözüm:

- İç ve dış yüzeylerde çift veya çok cam cıdarların kullanılması.

- **Metal çerçevelerin ısı iletkenliği.**

Kısıtlama: Enerji kaybı / Isıtma yüklerinin çoğalması.

Çözüm:

- Metal çerçevenin hiç bir kısmının dış ortamda bulunmaması.
- Çerçeve profillerinin içlerinin köpükle doldurulması.

- **Bir odada birden fazla ofis elemanı çalışabilir, farklı elemanların konfor koşullarının birbirinden farklı olabilir.**

Kısıtlama: Bir mekanın, aynı anda, yalnızca tek bir sıcaklık derecesine ve iklim özelliğine sahip olamasından dolayı, iç mekan iklimi kullanıcı için tatmin edici olmayabilir.

Çözüm:

- Her ofis elemanının çalıştığı özel alanın ikliminin, o alana özel olan kontrollü havalandırma ventleri aracılığıyla ayarlanabilir olması.
- Bilgisayar destekli kontrol sistemlerinin kullanılması.

- **Kullanıcıların iç mekanın doğal aydınlatması ile isteklerinin farklı olması.**

Kısıtlama: Kullanıcı isteği dikkate alınmaksızın günışığının iç mekana geçiş miktarının cephe bütünlüğünde kontrol edilmesinden dolayı, iç mekan aydınlık seviyesi kullanıcı için tatmin edici olmayabilir.

Çözüm:

- Güneş kontrol elemanlarının kullanıcı tarafından kontrol edilebilmesi.
- Güneşin gün içindeki hareketine göre içeri giren doğal ışık miktarının otomatik olarak düzenlendiği sistemlerin kullanılması.
- Kullanıcı tanımlama sistemlerinin kullanılması.

- **Kullanıcıların değişmesi.**

Kısıtlamalar: yeni kullanıcı ile bir önceki kullanıcının beklentileri birbirinden farklı olabilir, bu da cephe bileşenlerinin değiştirilmelerini gerektirir. Ancak bileşenlerin değiştirilmesi yüksek maliyeti olur.

Çözüm:

- Kolaylıkla değiştirilebilir bileşenlerin tasarlanması.
- Bileşenlerin, iç mekandan ulaşılabilir ve değiştirilebilir olması.
- İklimlendirme sisteminin farklı kullanıcıların çeşitli ihtiyaçlarını karşılayabilecek kapasitede olması.

• **Manzaranın cephe sistemi tarafından engellenmesi.**

Kısıtlama: İş ortamı sıkıcı ve rahatsız bir hale gelir.

Çözüm:

- Cephe yüzey elemanları olarak büyük boyutlu ve saydam bileşenlerin kullanılması.

• **Yeni teknolojilere veya yönetmeliklerdeki değişikliklere göre bazı bileşenlerin değişmesi gerekebilir.**

Kısıtlama: Değişmesi gereken bileşenlerle birlikte, diğer tüm bileşenlerin değişmesi zorunluluğu.

Çözüm:

- Modüllerin cephe sisteminin diğer bileşenlerinden tamamen bağımsız olması.
- Esnekliğe ihtiyacı olan fonksiyonların tasarım aşamasında belirlenmesi ve bu esneklik ihtiyacına göre uygun bileşenlerin seçilmesi.

• **Güneş enerjisi**

Kısıtlama: Yılın mevsimine bağlı olarak güneş enerjisinin tamamından veya bir kısmından doğal aydınlatmada veya iç mekan ısıtılmasında yararlanılabilir, ancak bu enerjinin geri kalan kısmı boşa gider.

Çözüm:

- Fotovoltaik panellerden yararlanarak elektrik enerjisi üretilmesi.
- Üretilen elektrik enerjisinin depolanması.

• **Rüzgar enerjisi**

Kısıtlama: Enerji kaybı.

Çözüm:

- Rüzgar türbinlerinden yararlanılarak elektrik enerjisi üretimi.
- Üretilen elektrik enerjisinin depolanması.

- **Kullanıcının bilgi yetersizliği.**

Kısıtlama: Kullanıcının cephe sisteminin nasıl çalıştığı konusundaki bilgisizliği nedeniyle cephe sisteminin sunduğu fonksiyonlardan verimli bir şekilde yararlanmaması.

Çözüm:

- Cephe sisteminin çalışma şeklini basit bir şekilde anlatan bir kullanım kılavuzu hazırlanması.
- Cephe sisteminde sade ve anlaşılabilir arayüzler kullanılması.

- **Kullanım süreci içerisinde modüllerin değiştirilmemesi.**

Kısıtlama: Kullanılan eski teknolojiden dolayı cephe sisteminin güncellenme imkanının olmaması.

Çözüm:

- Modüllerin belirli zaman aralıklarıyla değiştirilmesi.
- Cephe sisteminde sade ve anlaşılabilir arayüzlerin kullanılması.
- Cephe sisteminin manüel kontrollü olması.

- **Farklı bileşenler.**

Kısıtlama: Güncelleme veya arızalanmadan dolayı modüllerin değiştirilmesi gerektiği zaman, yeni tedarikçilerden (üreticiden) temin edilen parçaların mevcut sistemle uyumsuzluk göstermesi.

Çözüm:

- Parçaların boyutlarının büyüyebileceğini göz önünde bulundurarak, tasarım aşamasında, daha büyük parçalar için yeterli büyüklükte alanın tasarlanması.
- Cephe tesisatlarının entegre edildiği ünite çerçevesinin, cephe boşluğunun genişliğinin değiştirilebilmesi için, ayarlanabilir olarak tasarlanması.

- **İç ve dış ortamlar arasındaki yüksek sıcaklık farkı.**

Kısıtlama: Cephe modüllerinin genişmesiyle, modüllerin bağlantı noktalarında oluşan yüksek basıncın bu noktaları sıkıştırması.

Çözüm:

- Cephe modüllerinin arasındaki derzlerinesnek materyaller ile doldurulması.
- Üniteler arasında, genişleme payıda hesaba katılarak yeterli miktarda boşluk bırakılması.
- **İç ve dış ortamlar arasındaki yüksek sıcaklık farkı.**

Kısıtlama: Cephe modüllerinin büzülmesiyle, modüllerin bağlantı noktalarında oluşan çekme kuvvetinin bu noktaları germesiyle modüllerin arasında boşlukların oluşması.

Çözüm:

 - Cephe ünitelerinin arasındaki derzlerinesnek materyaller ile doldurulması.
 - Oluşan derzleri gizlemek için, bağlantı noktalarının elastik malzemelerle kaplanması.
- **Rüzgar yükü**

Kısıtlama: Modüllerin rüzgarın etkisiyle hareket ederek rahatsız edici sesler çıkartması, kötü görünüm, modüllerin veya elemanların düşme tehlikesi.

Çözüm:

 - Cephenin dış kısmına fazladan bir giydirme cam kabuk eklenmesi.
 - Elemanlar arasında öngerilmeli bağlantıların kullanılması.
- **Modüllerin tesisat mühendisi tarafından güncellenmesi.**

Kısıtlama: Güncellenmesi gereken modüllerin erişilebilir olmaması.

Çözüm:

 - Modüllerin tabana daha yakın bir konumda yer alması.
 - Güncellenmesi gereken modüllerin iç mekandan değiştirilebilir şekilde tasarlanması.
 - İç yüzeylerin üzerinde, cephe modüllerine erişmek için erişim kapaklarının öngörülmesi.
- **Sürdürülebilirlik**

Kısıtlama: Mekan içinde sadece bir kullanıcı olmasına rağmen bütün iklimlendirme ünitelerinin çalışması.

Çözüm:

 - Kullanıcı tanımlama sistemi vasıtası ile mekandaki havalandırma ihtiyacının otomatik olarak algılanması.

- Havalandırma sisteminin ve gölgeleme elemanlarının kullanıcı tarafından devreye geçirilmesi ve hareketsizliği algılayan sistem vasıtası ile devre dışı bırakılması.

Yukarıda kullanılan sistem analizi yöntemi, cephe sisteminin farklı süreçler içinde karşılaşılabileceği muhtemel kısıtlamaları ve bu kısıtlamaların giderilmesi veya hafifletilmesi için gereken çözümleri bulmak için yardımcı olmaktadır. Sözü geçen kısıtlamaların hepsi sık karşılaşılan kısıtlamalar değildir, ancak bulunan çözümler, tavsiye ve öneriler olarak göz önünde bulundurulmalıdır.

- Teknik fonksiyonlar ile görsel fonksiyonların birbirinden ayrıt edilmeleri, mimar tarafından esnek bir tasarımın yapılabilmesine yardımcı olur.
- Bileşenler arasında yeterince boşluk düşünülmelidir. Farklı üreticilere ait olan ve farklı zamanlarda üretilen parçaların boyutları birbirinden farklı olabilir.
- Ürün sadece sipariş üzerine üretilmelidir. Böylece ürünler satış zamanını beklemek için depolanmaz ve depolama maliyeti düşürülür.
- Cephe sistemi belli bina tipleri için tasarlanmalıdır. Aksi takdirde cephe bina tipolojisini yansıtmaz.
- Kullanılan modüllerin ve bileşenlerin fonksiyonları ve güncellenme ihtiyaçları belirtilmelidir.
- Farklı fonksiyonlara sahip olan modüller, birbirinden tamamen bağımsız olmalıdırlar.
- Sistemin başarılı bir şekilde güncellenmesi için, kullanılan modüller belirlizaman aralıklarıyla değiştirilmelidir.
- Havalandırma üniteleri cephe boşluğunda uygun bir yere (örneğin döşemeplakası kalınlığının önü) konumlandırılmalıdır.
- Havalandırma sistemi ve diğer fonksiyonlar için standart bileşenler kullanılmalıdır. Böylece, cephe boşluğu içinde kendileri için tasarlanan yerlere sığabilirler.
- Cephe modülleri ve strüktür arasında esnek ve ayarlanabilir bağlantı türleri kullanılmalıdır. Böylece cephe sistemi farklı bina tiplerine uygulanabilir.
- Cephe modüllerinin boyutlarının ızgara sisteminde (X ekseni ve Y ekseni yönlerinde) değişebilir olması, formun özgün bir şekilde tasarlanmasına yardımcı olur.

- Modüllerin tasarımı, verimli bir şekilde depolanmalarını sağlamalıdır.
- Başka üreticilerin ürünü olan ve sipariş üzerine üretilen iklimlendirme ünitelerinin kullanılması, depolama masraflarını düşürür.
- Bina tipinin (ofis, kamu, vs) dış cepheye yansması için, farklı bina tipleri için farklı cephe sistemleri tasarlanmalıdır.
- Taşıma aşamasında, cephe modüllerinin hasar görmemesi için, kaliteli ambalajlardan veya taşıma için özel olarak tasarlanan çerçeve sistemlerinden yararlanılmalıdır.
- Bileşenler ve modüller ile çerçeve arasındaki bağlantılar olabildiğince basit olmalıdır. Böylece sistemin montajı ve güncellenmesi daha rahat bir şekilde yapılır.
- Farklı boyutlardaki modüller için çerçeve üzerinde sürgülü bağlantı noktaları tasarlanmalıdır.
- Direkt güneş ışığının iç mekana geçişini engellemek için iki cam cidar arasında gölgeleme elemanları kullanılmalıdır.
- Gün ışığının yeterli olmadığı durumlarda, yapay aydınlatmayı minimum miktara düşürmek için, gün ışığının aynalarla yansıtılarak iç mekanlara dağılması sağlanmalıdır.
- Havalandırma sistemi, aynı anda birçok kullanıcının, birbirinden farklı konfor koşullarını sağlayabilecek kapasitede olmalıdır.
- Aynı anda farklı kullanıcıların, birbirinden farklı konfor koşullarını sağlayabilmek için, her ofis elemanının çalıştığı alana özel havalandırma ventleri öngörülmelidir.
- Havalandırma sistemi, kullanıcı tanımlama sistemi vasıtasıyla, gerektiğinde otomatik olarak devreye geçebilir, gerektiğinde de otomatik olarak devre dışı kalabilir olmalıdır.
- Manzaranın görüntüsünün engellenmemesi için büyük ebatla saydam bileşenler kullanılmalıdır.
- Fotovoltaik paneller ve rüzgar türbinlerini kullanarak güneş ve rüzgar enerjisi gibi doğal kaynaklardan elektrik enerjisi üretilebilir.
- Sıcaklık farklarından kaynaklanan genleşmeye izin vermek için cephe ünitelerinin arasındaki boşluklar elastik malzemeler ile doldurulmalıdır.

- Rüzgar yükünden kaynaklanan küçük hareketlere izin vermek için yukardaki yöntemden yararlanılabilir. Bunun yanı sıra rüzgar yükünü hafifletmek için rüzgar kırıcısı görevini yapan extra bir kabuktan yardım alınabilir.

4.2.5 Sistem analizi aşamasının sonucu

Sistem analizinin ilk aşamasında, cephe sisteminin düşünülebilir fonksiyonlarının hepsi araştırıldı. Bulunan tüm fonksiyonların cephe sistemi tarafından sunulması gerekmez, ancak nihai cephe sistemi tasarımında göz önünde bulundurulmaları gerekir. Bu fonksiyonlar belirli amaçlara ulaşmak ya da belirli problemlerin çözülmesi için yol gösterici olabilir.

Sürecin ikinci aşamasında, cephe sisteminin çeşitli kullanıcıları tanımlanarak, bu kullanıcıların cephe sisteminden beklentileri listelendi ve farklı aşamalarda (üretim, uygulama ve kullanım) kullanıcı beklentilerinin gerçekleştirilmesinde karşılaşılabilecek muhtemel kısıtlamalar ele alınarak, öneriler ve çözümler sunuldu. Bulunan kısıtlamalar ve çözümler sürecin ulaşmak istediği fikir üretiminin temelini oluşturur. Bu fonksiyonlar ve kısıtlamalar, ürün tasarımı için çözümler veya tasarım tekniklerinden ziyade, tasarım şartlarını belirtmektedir.

Sistem analizinin son aşamasında, bulunan fonksiyonlar ve muhtemel kısıtlamalar ile çözümleri göz önünde bulundurularak, cephe sisteminin tasarımı için başlangıç alternatifleri sunulacaktır. Başlangıç alternatifleri, tasarlanacak olan cephe sisteminin genel bir görünümünü oluşturmaktadır. Sistem analizinde bulunan başlangıç alternatifleri:

- Modüler bir kutu veya modüler kolon tasarımı. Havalandırma sistemleri ve enerji üreticileri gibi fonksiyonel bileşenler bu kutu veya kolonların içine entegre edilir. Modüler kutu ile cephe sisteminin farklı kombinasyonları, çeşitli formları oluşturur.
- Çerçeve strüktürlü bir cephe sistemi tasarımı. Cephe modülleri çerçeve sistemine yerleştirilir. Modüller, sürgülü raf sistemine uygun olarak, içeri konulabilir yada dışarı alınabilir.
- Modüllerden oluşan cephe, mimar tarafından tasarlanan giydirme kabuk ile kaplanabilir. Giydirme kabuk cephe sisteminden bağımsız olduğu için özgür bir şekilde tasarlanabilir ve bina cephesinin formunu oluşturur.

Esnek bir tasarımın yapılabilmesi için teknik bileşenler ile, cephe estetiğinden sorumlu olan bileşenlerin (cephe formunu oluşturan bileşenler) ayırt edilmeleri gerekir. Teknik bileşenler, cepheden beklenen fonksiyonları gerçekleştirirken, cephe estetiğinden sorumlu olan bileşenler, cephe sistemi için geometrik esnekliği sunacaktır.

5. AZ KATLI OFİS BİNALARI İÇİN MODÜLER ÇİFT KABUK CEPHE SİSTEMİ TASARIMI

Çalışmanın asıl amacı, modüler çift kabuk cephe sistemi geliştirilmesidir. Bu fikrin arka planı mevcut çift kabuk cephe sistemlerinin günümüzdeki durumudur. Mevcut çift kabuk cephe sistemleri performansları açısından, kullanım süreleri içerisinde, giderek artan kullanıcı beklentilerini karşılayamadıklarından ve yeni çıkan standartlara uyum sağlamadıklarından dolayı güncellenebilir sistemler değildir. Bu da, kullanım süresi içinde güncellenebilen yeni bir dış cephe sistemine ihtiyaç duyulduğunu gösterir. Başarılı bir sistemin geliştirilmesi için dikkate alınması gereken iki husus vardır. Bu hususların birincisi, tasarlanan cephe sisteminin, mevcut çift kabuk cephe sistemleri ile rekabet edebilecek nitelikte olmasıdır. Ayrıca tasarlanan cephe sistemi üzerinden, modüler cephe sistemlerinin değerlendirilmesi yapılacaktır.

Geliştirilecek olan cephe sistemi, herhangi bir modüler sistemin sahip olması gereken, güncellenebilirlik ve esneklik özelliklerine sahip olmalıdır. Güncellenebilir ve esnek bir cephe sisteminin kullanım ömrü geleneksel sistemlere göre daha uzundur.

Çalışmanın tasarım kısmına geçmeden önce, yeni bir cephe sistemi geliştirilmesinde dikkate alınması gereken kriterlerin belirlenmesi gerekir.

5.1 Cephe Kriterleri

Çalışmanın bu kısmında cephe sisteminin sağlaması gereken kriterler tanımlanacaktır. Kriterler farklı konulardan oluşmaktadırlar.

- 1) Modüler bir cephe sistemi geliştirilmesi için teşvik edici olan esas kriterler.
- 2) Ürün modülerliği ile ilgili kriterler.

Bölümün devamında, yukarıda değinilen kriterlerin tam olarak neleri ifade ettikleri ve başarılı bir cephe sisteminin elde edilmesi için sağlanması gereken gereksinimler üzerine açıklama yapılacaktır.

5.1.1 Modüler bir cephe sistemi geliştirilmesi için teşvik edici olan esas kriterler

- Beklenen fonksiyonların cephe sistemine entegrasyonu.
- Cephe sisteminin güncellenebilirliği.
- Cephe sisteminin, tasarımda form ve geometri özgürlüğü sunması.

5.1.1.1 Beklenen fonksiyonların cephe sistemine entegrasyonu

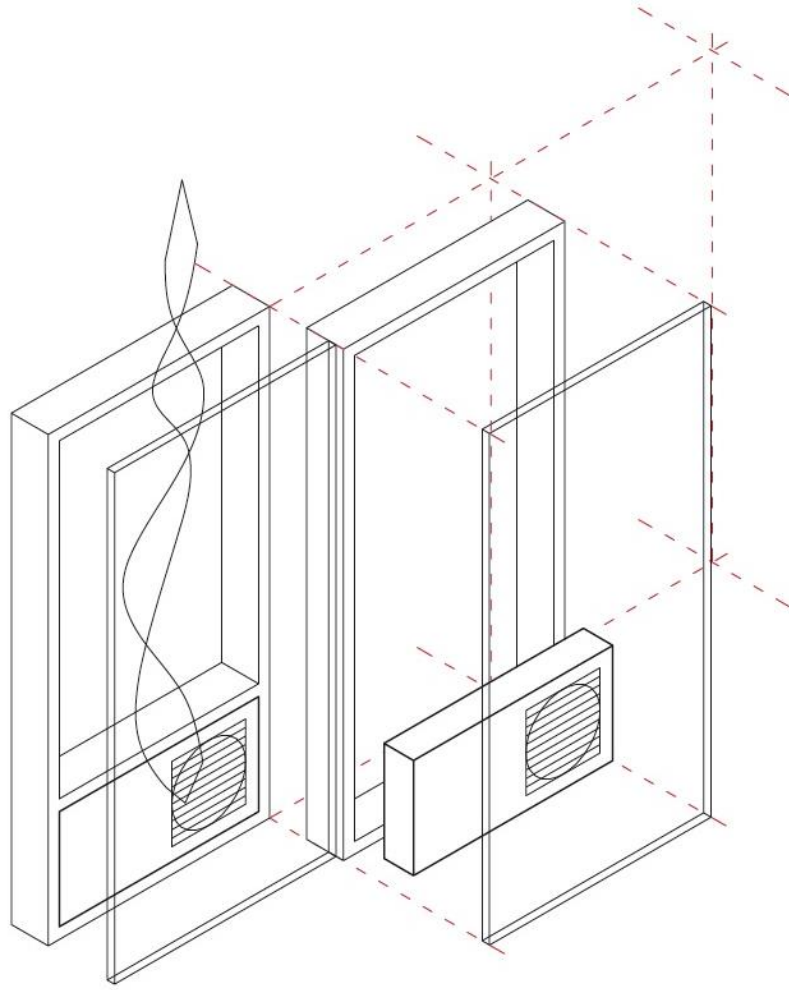
Cephe sistemlerinin teknolojik gelişmelerine ve küçük desantralize ısıtma, soğutma ve havalandırma ünitelerinin teknolojik ilerlemelerine dikkat edildiğinde, bu bileşenlerin cephe modülü içine entegre edilmesi makul görünmektedir. Fonksiyonel bileşenlerin, cephe modüllerinin içine entegre edilmesi, inşa süreci açısından oldukça avantajlı bir durumdur. Cephe modüllerinin endüstriyel üretim süreci, yüksek doğruluk ile daha fazla bileşenin entegre edilmesini mümkün kılmaktadır. Üretilen cephe modülleri, uygulama aşamasında bina cephesine monte edilir. Bu yöntem, binada mekanik tesisatın kurulması için gereken süreyi azaltır (Meijs, 2007).

Cephe sistemi analizi bölümünde, cephe sisteminin sağlaması gereken önemli fonksiyonlar ele alınmıştır. Günümüzde, ısıtma, soğutma, havalandırma, güneş kontrolü ve enerji üretimi gibi fonksiyonlar cephe sistemine entegre edilebilir (şekil 6.1). Ayrıca bu fonksiyonlar modüler tasarım prensiplerine bağlı olarak kombine edilebilirler.

Modüler çift kabuk cephe sistemine entegre edilmesi gereken fonksiyonlar:

- Ses izolasyonu
- Isı yalıtımı
- Doğal havalandırma
- Doğal aydınlatma
- Isıtma / soğutma
- Enerji üretimi ve yapay aydınlatma
- Desantralize havalandırma ünitelerinin binada çok sayıda kullanılmaları, bir yandan bakım gereksinimlerini ve çevre kontrolü mühendisliği karmaşıklığını arttırırken, öte yandan iç mekanın iklimlendirmesi için havalandırma şaft ve kanallarını gerektirmediği için kat yüksekliğini düşürerek inşaat maliyetinde tasarruf sağlar. Ayrıca bina kullanıcılarına, iç

mekan iklimine ve hava kalitesine mudahale edebilme imkanını sunduğu için, iç mekanda konfor seviyesini yükseltir (Meijs, 2007).



Şekil 5.1: Modüler cephe sistemlerine; ısıtma, soğutma, havalandırma, güneş kontrolü ve aydınlatma bileşenlerinin entegre edilmesi(Meijs, 2007).

5.1.1.2 Cephe Sisteminin Güncellenebilirliği

Mevcut çift kabuk cephe sistemleri,kolay bir şekilde güncellenmeye uygun değildirler. Genellikle bu cephe sistemlerinde güncelleme işlemleri, cephe bileşenlerinin başka bileşenler ile değiştirilmesi anlamına gelmektedir. Örneğin mevcut bir çift kabuk cephede, iç veya dış kabuktaki tek cidar cam panellerin, çift veya çok cidarlı cam paneller ile değiştirilmeleriyle, cephenin termal yalıtım değeri yükseltilebilir. Ancak bu cephe sistemlerinde cephe fonksiyonunu değiştirmek kolay bir işlem değildir. Örneğin, doğal havalandırma fonksiyonuna sahip olmayan bir cephe sisteminin sonradan güncellenmesiyle, doğal havalandırmanın sağlanması yüksek maliyet ve işgücü gibi problemleri beraberinde getirir.

Bina cephesi, kullanım süreci içinde, kullanıcı değişimi, çevresel değişimler, standartlarda ve yönetmeliklerde yapılan değişimler gibi etkenlere uyum sağlayabilmek için, esnek ve güncellenebilir olmalıdır. Yukarıdaki paragraflarda bahsedilen fonksiyonları karşılayabilmek için gerekli olan esneklik dereceleri farklılık göstermektedir. Esneklik derecelerinin belirlenmesi için, fonksiyon esnekliği gerektiren etmenlerin ve güncelleme periyodlarının belirlenmesi gerekmektedir. (bkz: çizelge 5.1)

Fonksiyon esnekliğini gerektiren etmenler:

- **Çevresel değişimler:**Günümüzde şehirlerde araç trafiğinin yoğunlaşması ve sanayi alanlarının çoğalmasından dolayı, gürültü ve hava kirliliği gibi çevresel problemler giderek artmaktadır. Bu yüzden tasarlanacak olan cephe sistemi, gelecekteki muhtemel çevresel değişimlerin olumsuz etkilerini minimum seviyeye indirmek için, güncellenebilir olmalıdır.
- **Standart ve yönetmeliklerdeki değişimler:**Binalarda enerji tüketimi ve bina kullanıcılarının konfor ve güvenliği ile ilgili yönetmelikler ve standartların giderek sıklaşması, cephe sisteminin bu değişimlere uyum sağlaması için güncellenebilir olmasını gerektirir.
- **Kullanıcı değişimi:**Bina kullanıcıları, binanın kullanım süreci içerisinde defalarca değişebilir. Farklı kullanıcıların cephe sisteminden beklentileri birbirinden farklı olabilir. Tasarlanacak olan cephe sistemi farklı beklentileri sağlayabilmesi için fonksiyonellik açısından esnek olmalıdır.
- **Teknolojik ilerlemeler:**Günümüzde teknolojik ilerlemeler sonucu, yüksek performans veya düşük enerji tüketimi özelliklerine sahip olan ürünler piyasaya sunulmaktadır. Cephe sistemi, sözü geçen ilerlemelerden yararlanabilmesi için güncellenebilir olmalıdır.
- **Moda değişimi:** Bina cephesinin form ve görünümü, zamanla değişen moda eğilimlerine uyum sağlayabilmesi için esnek olmalıdır.

Cephe sisteminden beklenen fonksiyonların, güncellenme veya değişim periyodları çizelge 5.1'de gösterilmektedir. Bu çizelgeden Lokal performanslı fonksiyonların değişim periyodlarının, global performanslı fonksiyonların değişim periyodlarına göre daha kısa olduğu sonucuna varılır. Cephe sistemi tasarımında, fonksiyonların değişim periyodları göz önünde bulundurulması gereken bir faktördür.

Çizelge 5.1 : Cephe fonksiyonlarının güncelleme veya değişim ihtiyaçları

Performans	Cephe fonksiyonları	Güncelleme veya değişimi gerektiren nedenler					Değişim periyodu		
		Çevresel değişiklikler	standartlarda yapılan değişiklikler	Yönetmelikler ve	Kullanıcı değişimi	Teknolojik ilerlemeler	Moda değişimi	Kısa vade	Orta vade
Global	Termal yalıtım		✓					✓	
						✓		✓	
Global	Ses izolasyonu	✓							✓
						✓		✓	
Global	Estetik					✓			✓
Lokal	Doğal aydınlanma				✓			✓	
Lokal	Havalandırma		✓					✓	
					✓			✓	
						✓		✓	
Lokal	Soğutma / Isıtma		✓					✓	
					✓			✓	
						✓		✓	
Lokal	Enerji kazanımı					✓		✓	

5.1.1.3 Form ve geometri özgürlüğü sunma:

Tasarlanılacak olan cephe sistemi, tasarım sürecinde mimarlara mevcut çift kabuk cephe sistemlerine göre daha fazla form ve geometri özgürlüğü sunmalıdır. Eğer bunu sunamıyorsa, en azından mevcut sistemlerle aynı olanakları sağlamalıdır. Bu yolla, cephe sisteminin mimarlar tarafından kullanılması yaygınlaştırılabilir.

5.1.2 Modüleritenin kuralları ve koşulları

Bölüm 3'te değinildiği gibi bir ürünün modüler olması için bazı özelliklere sahip olması gerekir. Modüler ürün mimarisinin sunduğu olanaklardan yararlanabilmek için, tasarlanacak olan cephe sisteminin aşağıda belirtilen özelliklere sahip olması gerekir.

- Cephe sistemi kontrol edilebilir ünitelerden (modüllerden) oluşmalıdır.
- Fonksiyonel elemanlar ile fiziksel bileşenlerin arasında bire bir eşleştirme yöntemi kullanılmalıdır.
- Fiziksel bileşenler arasındaki etkileşim minimum miktarlara düşürülmelidir. Bileşenler arasındaki arayüzler ayrıştırılmalıdır (Ulrich, 1993).

Bir ürün farklı seviyelerde modüler olabilir. Bu çalışmada, modülerite, eleman seviyesinde modülerlik anlamında kullanılmıştır. Her eleman farklı bileşenlerden oluşur. Bileşenlerin tasarım ve imalatı başka üretici veya üreticiler tarafından yapılır. Eleman bileşenlerinin değişim süresi, elemanın değişim süresinden daha kısa olmalıdır. Modüler cephe sistemi, bileşen değişimi ile güncellenebilir olmalıdır. Bileşenlerin modüler olup olmadığı bu çalışma kapsamına girmemektedir.

5.2 Uygulama Verileri ve Kabuller

Cephe sistemi tasarımı sürecinde, sistem analizi sonucu başlangıç alternatiflerine dayanılarak, tasarım fikirleri geliştirilecektir. Buda her tasarım fikrinin eskiz çizimleri haline getirilmesi ile gerçekleştirilecektir. Bu aşamada, fikirlerin sadece çizim haline getirilmesinden dolayı, kısıtlamalar ve sınırlamalar fazla dikkate alınmayacaktır.

Tasarım fikirlerinin çeşitlendirilebilmesi için, sistem analiziyle birlikte, modüler ürün mimarisi türlerinin de hesaba katılması gerekir. Aşağıda modüler ürün mimarisinin türleri tekrar belirtilmiştir:

- Veri yolu mimarisi: Veri yolu mimarisinde modüller ortak bir elemana bağlanır ve arayüzleri aynı türdendir.
- Seksiyonel mimari: Seksiyonel mimaride modüllerin bağlanacağı ortak bir eleman yoktur ve Modüllerin ara yüzleri aynı türdendir.
- Yuva mimarisi: Yuva mimarisinde modüllerin arayüzleri birbirinden farklıdır ve her modül kendisine özel olan bağlantı yerine sahiptir.

Tasarım sürecinin çizelgesinde (çizelge 4.3) gösterildiği gibi sürecin ilk aşaması, başlangıç alternatiflerine dayanılarak çizilen dört farklı konseptten dolayı ıraksaktır. Sürecin ikinci aşaması ise, oluşturulan cephe konseptlerinden yalnızca bir tanesinin değerlendirilmeyle seçilmesinden dolayı yakınsaktır.

5.2.1 Uygulama örneği verileri

Tasarlanılacak olan modüler cephe sistemi belirli bir az katlı ofis binasına uygulanacaktır. Bina beş kat yüksekliğindedir ve cephe, zemin katı dışında, diğer katlara uygulanacaktır.

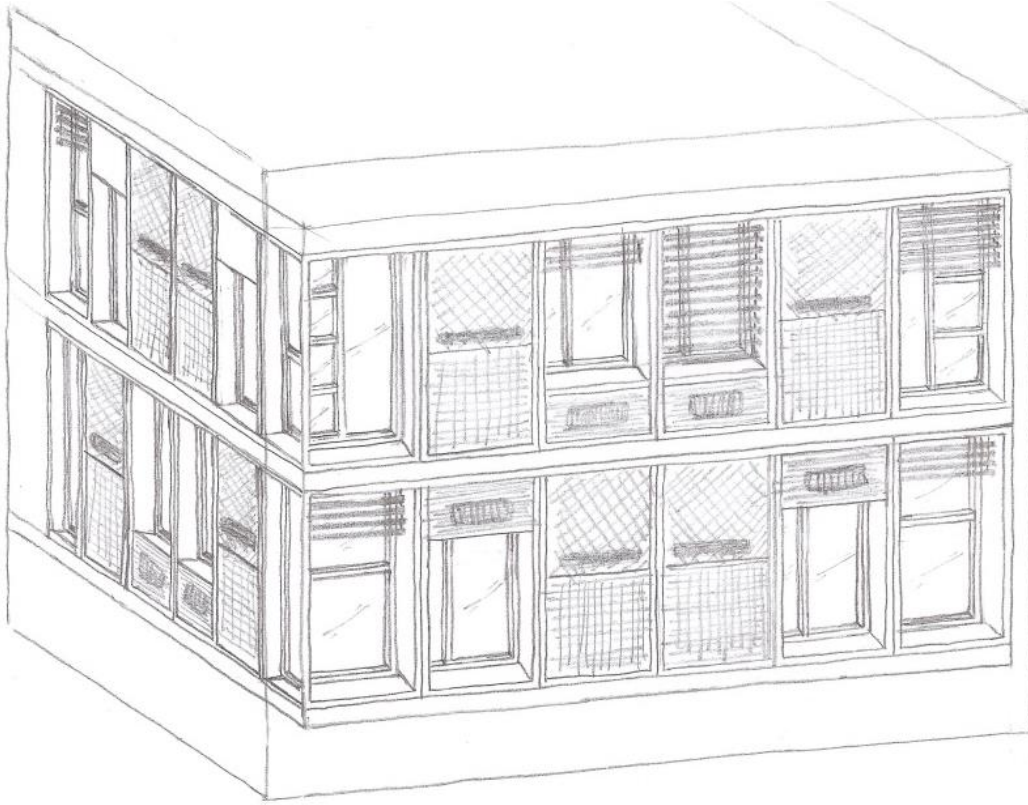
Bina çelik bir strüktüre sahiptir. Döşeme plakları betoarme olup, 20cm kalınlığındadır. Kolonlar arasındaki mesafe 5.60 metredir. Kat yüksekliğinde 3.20 metredir. Çelik kolon kesitlerinin boyutları 0.25m×0.25m dir. Döşeme plağının her kattaki çıkıntısı 0.8m'dir.

Aydınlatma elemanlarının uygulanması için 0.15 metre kalınlığında asma tavan ve elektrik ve bilgisayar kablolarının geçmesi için 0.15 metre yükseklikte, yüksetilmiş döşeme mevcuttur.

5.3 Cephe Konsepti Oluşturma

Yukarıdaki paragraflarda anlatıldığı gibi, sistem analizi bölümünde bulunan başlangıç alternatiflerine dayanarak dört cephe konsepti oluşturulacaktır. Bu dört cephe konsepti, yapısal elemanların özellikleri ve modüler ürün mimarisi gibi temel ilkelere birbirinden farklıdır. Bu farklılıklardan dolayı dört konseptin sonuçları birbirinden farklı olmaktadır.

5.3.1 Giydirme cephe konsepti



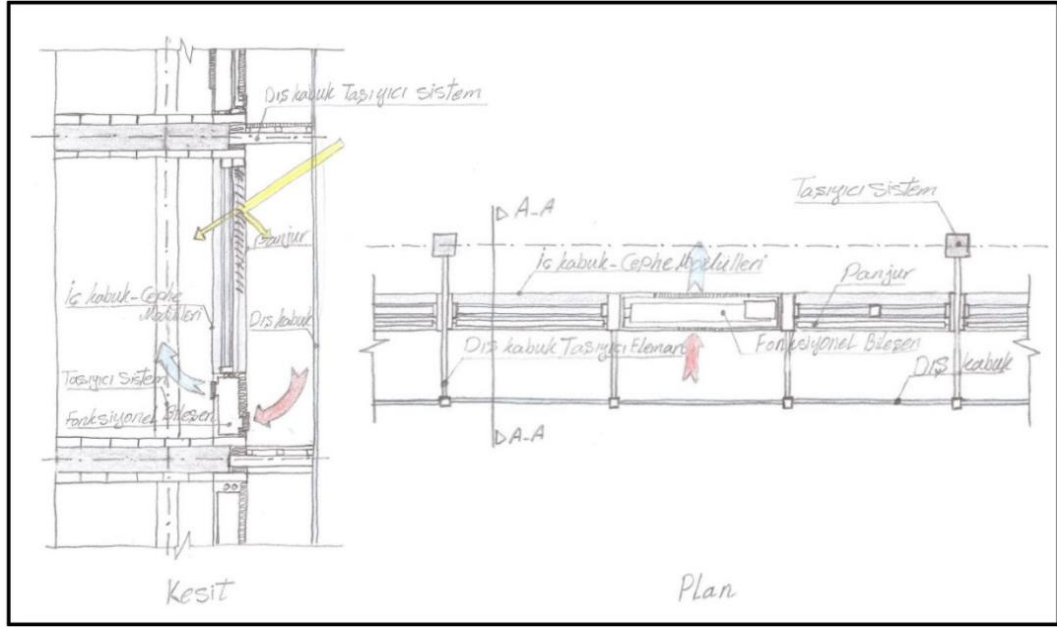
Şekil 5.2 : Giydirme cephe konsepti.

Giydirme cephe konsepti, çerçeve sistemine bağlanan modüllerden oluşmaktadır. Modüllerden oluşan bu duvarın önüne, cephenin dış görünümünden sorumlu olan ekstragiydirme cam kabuk uygulanır. Giydirmeye cam kabuk bina mimarına tasarımda form ve geometri özgürlük sunarak, iç kabuktan bağımsız bir şekilde tasarlanıp, cephe sisteminin formunu oluşturur.

Çerçeveler, aralarında eşit mesafeler bırakılarak, alt ve üst noktalarından yapının betonarme döşeme plaklarına sabitlenir. Bu sistemde, cephe modüllerinin yükseklikleri birbirinden farklı olabilirken, genişlikleri aynı olmaktadır.

Bu konseptin bir benzeri Volkswagen'nın modüler araba şasisi konseptinde (şekil 6.4) görülür. Arabanın şasisi, arabanın çalışması için gereken tüm elemanlara sahiptir. Bununla birlikte, aerodinamik, ısı yalıtımı, iç ortam konforu ve kullanıcı güvenliği gibi global fonksiyonlar arabanın kasası tarafından yerine getirilir.

Giydirme cephe konseptinde, dış cephe farklı malzemelerden yapılarak çeşitli fonksiyonlara sahip olabilir. Örneğin dış cephe görüntü yayınlama fonksiyonuna sahip olabilir.



Şekil 5.3 : Giydirme cephe konsepti. Plan ve Kesit.



Şekil 5.4 : Volkswagen Group MLB platform, yeni nesil modüler şasi.

(Kaynak: www.cars.sulekha.com)

Giydirme cephe konseptinde, dış cephe farklı malzemelerden yapılarak çeşitli fonksiyonlara sahip olabilir. Örneğin dış cephe görüntü yayınlama fonksiyonuna sahip olabilir.

Amaç:

Giydirme cephe konseptinin amacı, mimar tarafından tasarlanan bir katman ile tüm cephe modüllerinin kaplanmasıdır. Böylece cephenin formu modüller tarafından değil,

özgürce tasarlanan dış kabuk tarafından oluşturulur. Ayrıca dış kabuk daha fazla fonksiyonlara sahip olabilir. Lokal fonksiyonlar ağırlıklı olarak cephe modülleri tarafından yerine getirilir. Global fonksiyonlar ise mümkün olduğunca dış kabuk tarafından karşılanır. Global fonksiyonlar binanın dış görünümünün yanı sıra, ısı yalıtımı, ses yalıtımı, görüntü yayınlama ve enerji üretimi gibi fonksiyonlardan oluşabilir.

Modülerite:

Modüller, veri yolu modüler mimarisi yöntemiyle çerçeve sistemine bağlanırlar. Lokal fonksiyonların güncellenebilirliği yüksek derecededir. Modüllerin iç kabuk üzerinde tamamen özgür bir şekilde konumlandırılmasıyla farklı kombinasyonların ortaya çıkmasından dolayı, bu cephe konseptinde ürün çeşitliliği yüksektir.

Avantajlar:

- Lokal ve global fonksiyonların ayrıştırılması, cephe sistemi için yüksek derecede güncellenebilirlik kabiliyeti sağlar.
- Giydirme kabuk, cephe modüllerinin iç kabuk üzerinde, mimar tarafından özgür bir şekilde konumlandırılmasını sağlar.
- Giydirme kabuk, dış cephe formunun mimar tarafından özgür bir şekilde tasarlanmasını sağlar.

Dezavantajlar:

- İç kabuk üzerindeki modüllerin serbest bir şekilde konumlandırılması, cephenin iç mekana dönük yüzeyinin kaplanmasını gerektirir.
- Giydirme kabuk ve cephe sistemi çerçevesinin arasındaki bağlantıların kurulması oldukça zordur.

Bağlantılar:

Giydirme cephe konseptinin ortaya çıkmasının esas nedenlerinden biri ısı yalıtımı gibi global fonksiyonların, dış kabuk tarafından sağlanmasıdır. Bunun için de çerçeve ve cephe arasındaki bağlantı noktalarının, dış ve iç ortamlar arasında ısı köprüsü oluşturması engellenmelidir. Bu sorunun önlenmesi için, dış kabuğun taşıyıcı elemanlarında ısı iletkenlik katsayısı düşük olan malzemeler kullanılmalıdır.

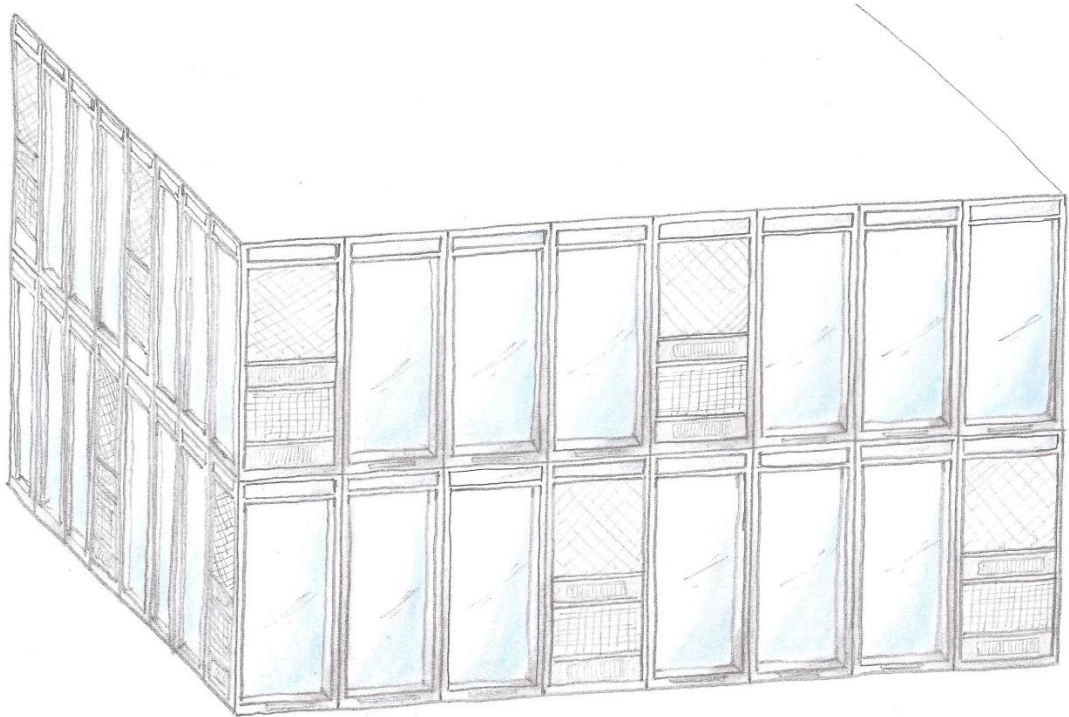
Modüller, alt ve üst kısımlardan betonarme döşeme plaklarına bağlanan çerçeveler tarafından birarada tutulur. Modüllerin cephe sistemine takılıp çıkarılmasını

kolaylaştırmak için, çerçevesine sabitlenen özel bir ray sistemi tasarlanmalıdır. Modüller bu raylar üzerine oturtularak sisteme bağlanır ve kilitlenir. Modüllerin yenilenmesinin veya konumlarının değiştirilmesinin gerektiği durumlarda, rayların çerçeve sistemi üzerindeki konumu ayarlanabilmektedir. Bu bağlantı sistemi modüleritenin kural ve koşullarına uyumludur. Bağlantı sistemi, kitaplıklarda kullanılan sistem ile benzerlikler gösterir. Kitaplıklarda raf yüksekliklerinin ayarlanabilmesi için (şekil 6.5) kitaplığın çerçevesi üzerinde farklı yüksekliklerde delikler mevcuttur. Raflar deliklere takılan pimlerin üzerine oturtulur.



şekil 5.5 : Pimlerin üzerine oturtulan, yüksekliği ayarlanabilir raflar.

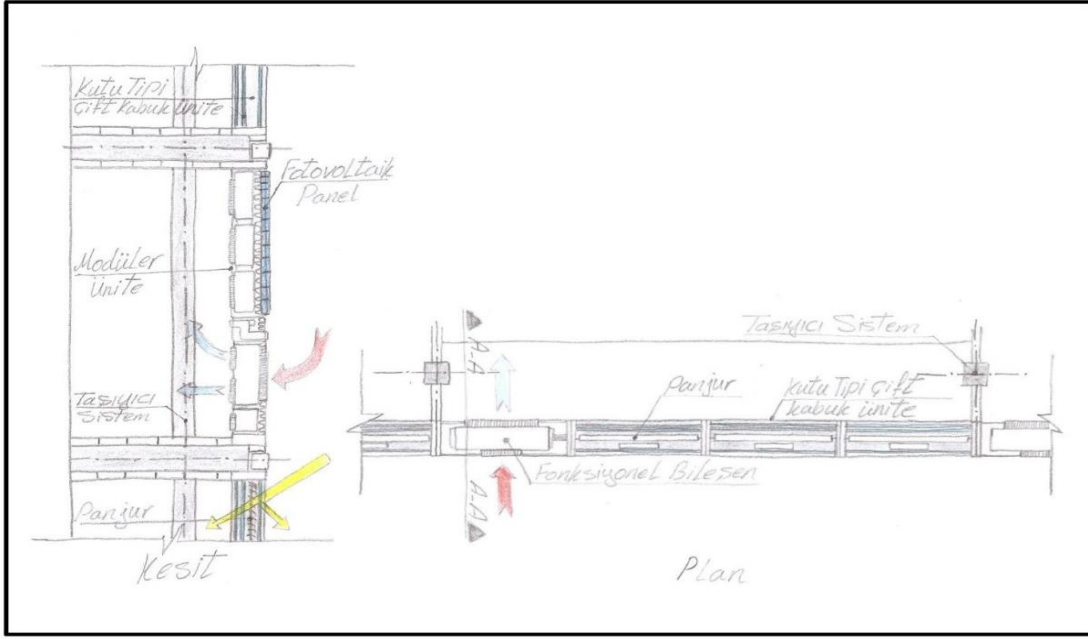
5.3.2 Modüler Ünite cephe konsepti



şekil 5.6 : Modüler Ünite cephe konsepti

Modüler Ünite cephe konsepti, cephe sisteminden beklenen tüm fonksiyonları karşılayan ve bina cephesinde tekrarlanan modüllerden (ünitelerden) oluşmaktadır. Bu cephe sisteminde havalandırma, soğutma, ısıtma ve enerji üretimi gibi fonksiyonlar, iç mekan iklimlendirmesinden sorumlu olan opak modüller tarafından sağlanmaktadır. Doğal aydınlatma, manzara ve güneş kontrolü gibi fonksiyonlar ise, saydam bileşenlerden oluşan modüller tarafından sağlanmaktadır.

Her bir cephe modülü bir kat yüksekliğinde olup, kutu tipi çift kabuk cephe ünitelerine oldukça benzemektedir.



Şekil 5.7 : Modüler Ünite cephe konsepti. Plan ve Kesit

Modüler Ünite cephe konsepti fonksiyonelliği açısından araba kapısına benzemektedir. Araba kapısı, araba kasasının bir parçasıdır ve global ve lokal fonksiyonları içerir. Kapının global fonksiyonları, arabanın aerodinamiği, kullanıcı güvenliği, iç mekan konforu ve araba estetiğidir. Ayrıca kapıya hoparlörler, cam aç-kapa sistemi, havalandırma ventleri, ayna ayarlama sistemi gibi lokal fonksiyonlar da entegre edilir. Lokal fonksiyonları karşılayan bileşenler, gerektiğinde değiştirilerek güncellenme kabiliyetine sahiptir. Bileşenler yuva mimarisi yöntemiyle kapıya entegre edilirler.

Tanım:

Bu cephe konseptinin tasarımındaki amaç, kullanım süreci içerisinde güncellenmeye veya tamir edilmeye daha fazla ihtiyaç duyan bileşenleri diğer bileşenlerden

ayırmaktır. Örneğin havalandırma, soğutma ve ısıtma fonksiyonları gibi lokal fonksiyonları sağlayan bileşenler, cephe sisteminin kullanım süreci içerisinde, manzarayı ve doğal aydınlatmayı (global fonksiyonlar) sağlayan saydam bileşenlere kıyasla daha fazla güncellenme veya bakım işlemleri gerektirir (bkz. Çizelge 5.1).

Modülerite:

Güncellenme ve bakım işlemleri gerektiren bileşenlerin aynı cephe modülüne yerleştirilmesinden dolayı, bu cephe konseptinin modülerlik düzeyi yüksektir.

Cephenin lokal fonksiyonlarını içeren opak modüllerin genişlikleri, modüllerin içine yerleştirilmesi gereken bileşenlerin boyutlarına göre değişebilir. Bu modüller saydam modüllere göre farklı genişliklerde oldukları zaman, modüllerin modüler mimarisi, yuva mimarisi türünden olur. Lokal ve Global fonksiyonları sağlayan modüllerin eşit genişliklerde olduğu durumda isemodüllerin modüler mimarisi veri yolu mimarisi türündendir.

Lokal ve Global fonksiyonları içeren modüllerin birbirinden tamamen bağımsız bir şekilde tasarlanmasından dolayı bu cephe konseptinde ürün çeşitliği yüksektir.

Avantajlar:

- Güncelleme ve bakım işlemlerini gerektiren bileşenler, cephenin diğer bileşenlerinden ayrıştırılmıştır.
- Lokal ve global fonksiyonları içeren modüllerin birbirinden ayrıştırılmaları, cephe tasarımında daha fazla form ve geometriözgürlüğü sunmaktadır.
- Cephe sisteminin fonksiyonelliği, kullanıcı isteğine bağlı olarak sadece bir modülün değiştirilmesiyle veya modüllere yerleştirilen fonksiyonel bileşenlerin değiştirilmesiyle ya da gerekli eklentilerin yapılmasıyla gerçekleştirilebilir.
- Ünitelerin cephedeki konumları, mimarın isteğine göre değiştirilebilir.

Dezavantajlar:

- Cephe konsepti, mevcut çift kabuk cephe sistemlerinden sadece kısmen farklıdır.
- Cephe sistemi tekrarlanan modüllerden oluştuğundan dolayı, yenilikçi ve çekici bir forma sahip değildir.

Bağlantılar:

Her bir cephe modülü bir kat yüksekliğinde olup, alt ve üst noktalarından betonarme döşeme plaklarına sabitlenen çerçeve sistemine bağlanmaktadır. Cephe sisteminin modüler mimarisi, opak modüllerin genişliğine bağlı olarak yuva veya veri yolu modüler mimari türündendir.

Lokal fonksiyonları karşılayan modüllerin içine fonksiyonel bileşenlerin yerleştirilmesi için özel ray sistemi düşünülmüştür. Raylar arasındaki dikey mesafe, bileşenlerin yüksekliğine göre ayarlanır. Bileşenler raylar üzerine yerleştirildikten sonra ünitenin içine itirilip, ray sistemine kilitlenir. Böylece güncelleme ve bakım işlemleri kolay ve hızlı bir şekilde yapılır. Modüllerin iç yüzeyinde bulunan kapaklar aracılığıyla sözü geçen bileşenlere ulaşılır.

Cephe modüllerinin bina strüktürüne bağlantısı, mevcut kutu tipi çift kabuk cephe sisteminin aynısıdır.

5.3.3 Modüler Kolon cephe konsepti

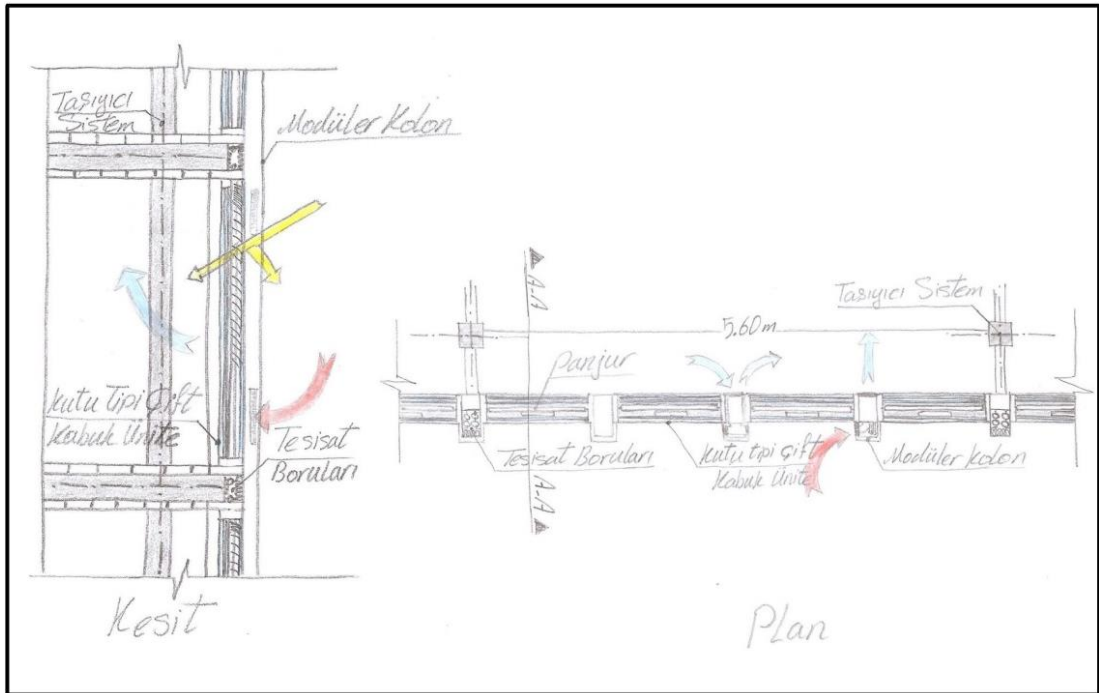


Şekil 5.8 : Modüler Kolon cephe konsepti

Modüler Kolon cephe konseptinde, kolonların iç kısımlarında, fonksiyonel bileşenlerin entegre edildiği, çelik U profiller yer almaktadır. U profillerin, açık olan yüzeyleri, profillerin iç kısımlarında yer alan fonksiyonel bileşenlere ulaşılmasını sağlamak için, açılıp kapanabilen kaplamalarla kapatılır. Bu profillerin, cephenin dış

ortama dönük yüzeyinde bulunan kısımlar ise mimarın seçtiği kaplama malzemesiyle kaplanarak, cepheye estetik bir görünüm katılması sağlanır.

U profillere havalandırma, soğutma, ısıtma ve enerji üretimi gibi lokal fonksiyonlar entegre edilir. Ayrıca Uprofillerin bina yüksekliği boyunca kesintisiz devam etmesi, tesisat su borularının ve elektrik kablolarının bu profillerin içine yerleştirilmesine imkan sağlamaktadır. U profillerin arasında kutu tipi çift kabuk cephe modülleri yer almaktadır. Bu modüller cephe sisteminin global fonksiyonlarının yanı sıra doğal aydınlatma ve güneş kontrolü gibi fonksiyonları da içerir.



Şekil 5.9 :Modüler kolon cephe konsepti. Plan ve Kesit

Amaç:

Modüler Kolon cephe konseptinin strüktürü, mevcut giydirme cephelerde kullanılan kolon-kiriş strüktür sistemlerine kısmen benzemektedir.

U profillerin birbirine olan uzaklığı, aralarındaki saydam modüllerin genişliğinde olmalıdır. Saydam modüllerin genişlikleri arttıkça mukavemetleri azaldığı için profiller cephe üzerinde sık sık tekrarlanmaktadır.Sözü geçen modüllerin ağırlığı U profiller tarafından betonarme döşeme plaklarına aktarılır. Ancak, cephe modüllerinin hafif olmasından dolayı, U profillerin kesit boyutları taşınacak ağırlıktan çok, entegre edilen fonksiyonel bileşenlerin ebatlarına bağlı olarak boyutlandırılır.

Modülerite:

Modüler Ünite konsepti gibi, bakım ve güncellenme gerektiren havalandırma, ısıtma, soğutma ve enerji üretimi gibi lokal fonksiyonlar, global fonksiyonlardan ayrıştırılarak U profillerin içine yerleştirilir. Bu yüzden modüler kolon konseptinin güncellenebilirliği yüksektir.

U profillerin içine yerleştirilen bileşenlerin modüler mimari türü, veri yolu veya yuva türündendir. Profillerin arasındaki modüllerin modüler mimarisi ise, veri yolu türündendir.

Ürün çeşitliği, profillerin küçük ebatlarına uygun fonksiyonel bileşenlerin bulunabilirliği açısından azdır. Profil kesitlerinin boyutlarının büyümemesi için, entegre edilecek olan bileşenlerin mümkün oldukça küçük ebatlarda olmaları gerekir. Ancak profiller arasındaki saydam modüller, lokal fonksiyonları içermediklerinden dolayı, özgür bir şekilde tasarlanabilir, buda yüksek ürün çeşitliliği sunmaktadır.

Avantajlar:

- Lokal ve Global fonksiyonları sağlayan modüllerin birbirinden ayrıştırılmaları; güncellenme, bakım ve tamir işlemlerinin kolay ve hızlı bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır.
- U profillerin arasında bulunan modüller, lokal fonksiyonlar içermediklerinden dolayı, mimar tarafından özgür bir şekilde tasarlanabilir.
- Tesisat boruları ve elektrik kabloları U profillerin içine yerleştirildiğinden dolayı, bina içinde tesisat bacalarına ihtiyaç kalmamaktadır.

Dezavantajlar:

- Profillerin arasındaki mesafe, saydam modüllerin genişliğinde olduğundan dolayı, cephe üzerinde çok sayıda profil tekrarlanır. Buda cephe maliyetinin yükselmesine yol açmaktadır.
- Kolonların inceliğinden dolayı, piyasada bu kolonlara uygun fonksiyonel bileşenlerin bulunması oldukça zordur. Butür ürünler genelde özel sipariş olarak üretilir. Buda ürün maliyetini yükseltir.

Bağlantılar:

Modüler Kolonlar, dış kaplama ve Uprofili olmak üzere iki parçadan oluşmaktadır. Enerji üretimi, havalandırma, ısıtma ve soğutma üniteleri,profil boşluğuna entegre

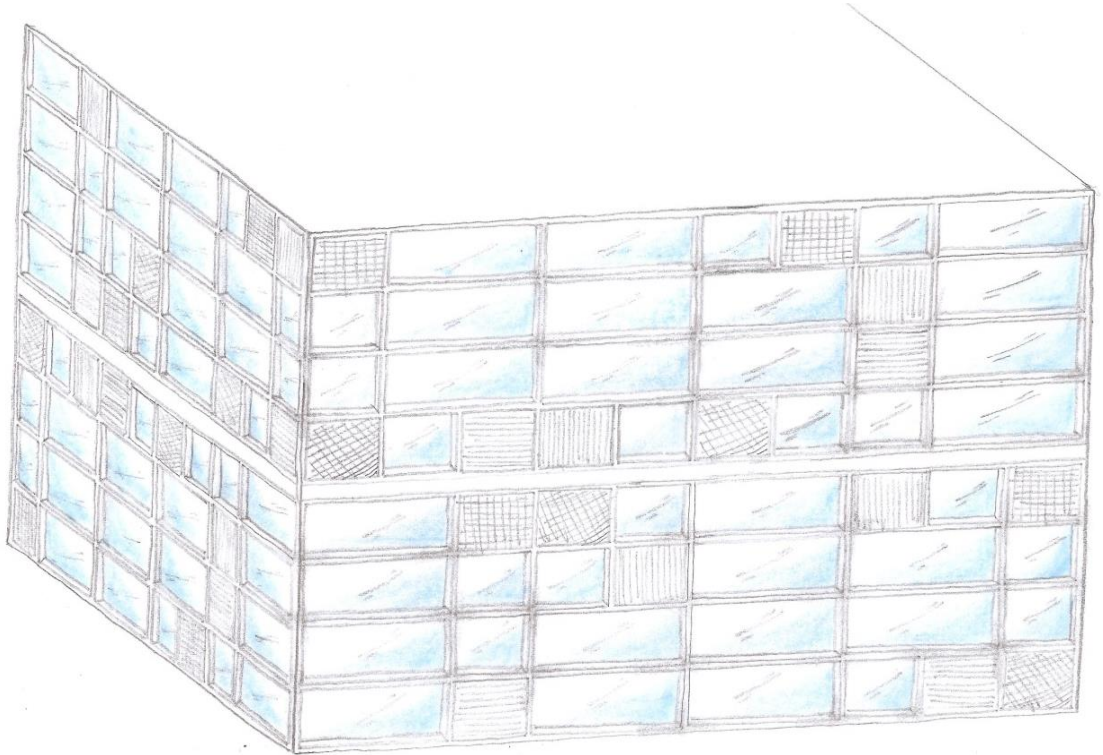
edilir. Profillerin iç kısmında, fonksiyonel bileşenlerin monte edilmesi için ayarlanabilir ray sistemi mevcuttur. Bileşenler, raylar üzerine takılarak istenilen konuma getirilip, sabitlenir.

Kolonlar arasında yer alan saydam modüller kat yüksekliğindedir ve alt ve üst kısımlardan özel bağlantı elemanlarıyla betonarme döşeme plaklarına, kenarlardan ise U profillere sabitlenir. Bu modüllerin bakım veya değişimibina içinden yapılır.

U profillerin ön tarafına farklı fonksiyonlar eklenebilir. Örneğin kolonların ön kısmına fotovoltaiik paneller uygulanabilir.

Saydam modüllerin üst kısmı güneş kontrolü elemanlarının yerleştirilmesi için veya kolonlar arasında kablo ve boru bağlantılarının kurulması için kullanılabilir.

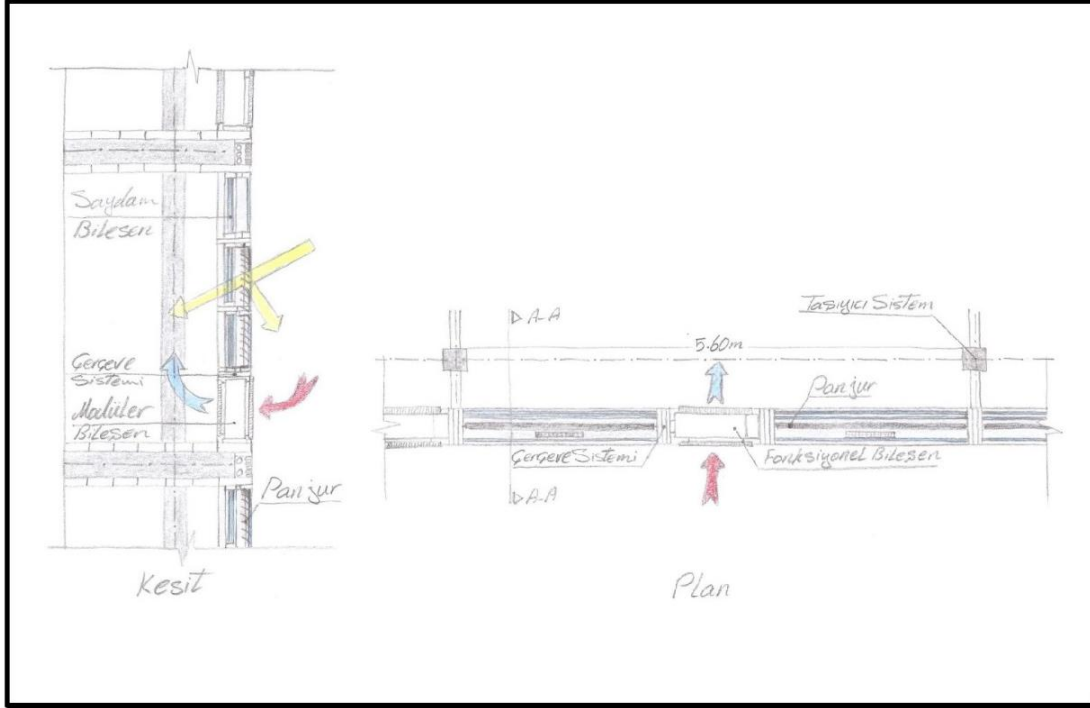
5.3.4 Modüler Çerçeve cephe konsepti



Şekil 5.10 : Modüler Çerçeve cephe konsepti

Modüler Çerçeve Cephe konseptinde, modüllerin farklı kombinasyonları ile bina mimarına cephe tasarımında form ve geometri özgürlüğü sunulmaktadır. Bu cephekonseptindestatik ve dinamik yükler çerçeve sistemi aracılığı ile bina strüktürüne aktarılır. Çerçeve sistemi taşıyıcı yatay ve düşey elemanlardan oluşmaktadır. Yatay elemanlar hareketsizdir ve binanın taşıyıcı kolonları arasındaki

mesafe uzunluğundadır. Düşey elemanları ise, özel ray sistemi üzerinde yatay doğrultuda hareket edebilir. Düşey elemanlar istenilen konuma getirildiklerinde, yatay elemanlar üzerinde kilitlenerek sabitlenir. Cephe modüllerinin ve çerçeve sisteminin yükü bu elemanlar vasıtası ile binanın taşıyıcı sistemine aktarılır. Düşey elemanların hareketli olması, bina cephesinde farklı kombinasyonların elde edebilmesine imkan tanır.



Şekil 5.11 : Modüler Çerçeve cephe konsepti. plan ve kesit

Amaç

Modüler Çerçeve cephe konseptinin amacı, cephe tasarımında geometri özgürlüğünün yanı sıra, havalandırma, ısıtma ve soğutma gibi fonksiyonları (lokal fonksiyonlar) sağlayan ve daha fazla bakım ve güncelleme gerektiren bileşenlerin, cephenin diğer bileşenlerinden ayrıştırılmasıdır.

Modülerite

Cephe sisteminin Lokal fonksiyonlarını sağlayan modüllerin boyutları, yerleştirilen fonksiyonel bileşenlerin boyutlarına göre değişir. Bu yüzden Lokal ve Global fonksiyonlardan sorumlu olan modüller farklı boyutlarda olabilir. Bundan dolayı cephe sisteminin modüler mimarisi yuva mimarisi türündedir.

Modüllerin cephe üzerinde farklı kombinasyonları, ürün çeşitliliğini artırır. Ayrıca güncellenme ve bakım işlemleri gerektiren bileşenler, diğer bileşenlerden ayrıştırıldıklarından dolayı bu cephe konseptinin yüksek bir seviyede modüler olduğu söylenebilir.

Avantajlar:

- Lokal ve Global fonksiyonları sağlayan modüllerin birbirinden ayrıştırılmaları; güncellenme, bakım ve tamir işlemlerinin kolay ve hızlı bir şekilde yapılmasını sağlar.
- Cephe modüllerinin farklı kombinasyonları ürün çeşitliliğini artırır.
- Çerçeve sisteminin esnek olduğundan dolayı, farklı ebatlarda modüller kullanılabilir.

Dezavantajlar:

- Çerçeve sistemi dış ve iç mekan arasında ısı köprüsü oluşturur.
- Çerçeve sistemi ve bina strüktürü arasındaki bağlantılar modüler değildir.
- Kullanılan çerçeve sistemi cephe maliyetinin yükselmesine ve uygulama sürecinin uzamasına yol açmaktadır.
- Bu cephe sistemi tasarım sürecinde, mimara yeterli form ve geometri özgürlüğü sunmamaktadır.
- Manzara, çerçeve sistemi tarafından bölünür.

Bağlantılar :

Modüller, yatay ve düşey elemanlardan oluşan çerçeve sistemi tarafından taşınmaktadır. Modüllerin sisteme takılıp çıkarılması için, çerçeve sistemi üzerinde özel ray sistemi düşünülmüştür. Modüller bu raylar üzerinde istenilen konuma getirilerek sabitlenir. Bu bağlantı türü modüleritenin kural ve koşullarına uygundur.

5.4 Konsept Seçimi Metotları

Cephe sistemi geliştirme sürecinin son aşamasında, tasarlanan cephe konseptlerinden bir tanesi, nihai cephe sisteminin tasarımı için değerlendirilerek seçilecektir. Başarılı bir modüler çift kabuk cephe sisteminin tasarımı için, en yüksek potansiyele sahip olan cephe konsepti seçilmelidir.

Ürün tasarımı için çok sayıda değerlendirme metotları geliştirilmiştir. Çoğu metotta ürünler belirli kriterlere göre ayrı ayrı değerlendirilir. Değerlendirilen ürünlerde, her kritere ilişkin bir yarar değeri verilir. Değerlendirme sürecinin bir sonraki aşamasında sözü geçen yarar değerleri birleştirilerek, tasarlanan her ürün için genel bir yarar değeri elde edilir.

Değerlendirme yöntemlerinde genellikle, ordinal veya kardinal değerlendirme metotları kullanılır.

5.4.1 Ordinal değerlendirme metodu

Nitel olarak da adlandırılan ordinal metotta, her alternatifin kriterleri en kötünden en iyiye doğru düzenlenir. Bu yöntem oldukça basittir ve kriterlerin karar veren tarafından tam olarak tanımlanmamış olduğu hallerde bile, karar verenin tutarlı bir karara varabilmesine yardım etme avantajına sahiptir. Bu yöntemin başka bir avantajı, birden fazla şahsın karar verme sürecinde yer alabilmesidir.

Bu metot sadece nitel özelliklerin değerlendirilmesinden dolayı, oldukça basit ve güvenilebilir bir yöntemdir. Bu yöntemdeki problem, kriterlere sayısal değer verilememesi ve kriterlerin yalnızca önem sıralarına göre numaralandırılabilmesidir. Bu da, verilen sıra numaralarının kriterlerin etkinlik seviyelerinin belirtilmesinde ve alternatiflerin nihai puanlarının oluşumunda hiç bir etkisi olmadığı anlamına gelmektedir. Bu metotta, yapılan değerlendirmelerde en fazla sayıda birinci olan ürün birinci olarak seçilir. İkinci ve diğer sıralarda yer alan alternatifler de aynı şekilde belirlenebilir (Roozenburg, 1995).

5.4.2 Kardinal Metotlar

Sayısal metot olarak da bilinen kardinal metotlara göre; karar veren, alternatiflerin her kriteri için başarı oranının belirlenmesini sağlamalıdır. Karar veren, her kriterin etkisini, bir değer atamak suretiyle belirler. Örneğin:

9 = çok iyi, mükemmel

8, 7, 6 = iyi

5 = makul

4, 3, 2 = çok kötü

Bu yöntemde, farklı kriterlerin önem derecesini göstermek için, her kritere bir önem derecesi verilir. Kriterlere verilen önem derecesinin toplam değeri 1, 10 veya 100 olmalıdır. Toplam önem derecesinin uygun bir şekilde dağıtılması için, kriterlerin

önemlilik derecesi açısından birbirleri ile karşılaştırılmaları gerekmektedir(Roozenburg, 1995).

Bir alternatifin nihai puanı, her kriter için verilen yarar değerinin, önem derecesine çarpılması ve elde edilen puanların toplanması ile hesaplanır.

Bu metotun başarılı olması için, kriterlerin karar veren tarafından birbirinden bağımsız bir şekilde değerlendirilmesi gerekir. Yani bir kritere verilen puan, başka bir kriterin puanını etkilememelidir.

Yukarıdaki paragraflarda değinildiği gibi, karar veren, seçim eyleminin bağımsız olup olmadığını kontrol etmelidir. Bu da ancak kriterlerin karar veren tarafından çifter çifter karşılaştırılması ile gerçekleşir. Karar veren kendisine şu soruları sormalıdır:

- Karar veren, belli bir kriterin öneminin artmasını, başka bir kriterin öneminin azaltılmasına rağmen kabulleniyor mu?
- Bir kriterin puanının diğer kriterin puanından daha iyi olması, kriterlerin önem derecesini etkiler mi?(Roozenburg, 1995)

Dört farklı cephe konseptinin arasından bir tercih yapmak, kriter sayısının fazlalığından dolayı, çok zor ve karmaşık bir hale gelmektedir. Bu yüzden iyi bir seçim yapıp, doğru kararı vermek için, çok kriterli karar verme metotunun kullanılması gerekir. Bu yöntemden elde edilen sonuçların birbirleri ile daha kolay bir şekilde karşılaştırılabildiklerinden dolayı, alternatifler arasından birini seçmek ve uygun bir karara varmak daha kolay olur.

Kardinal değerlendirme metotunun uygun olup olmadığını belirlemek için, her şeyden önce, 'karar veren, kriterleri birbirinden bağımsız olarak değerlendirebilecek mi?' sorusuna cevap vermek gerekir. Bu soruya cevap vermek için önce kriterlerin belirlenmesi gerekmektedir. Sözü geçen kriterler bölüm 5.1'deki gereksinimler listesinden alınmıştır. Ayrıca tasarlanılacak olan cephe sisteminin yenilikçi olmasının yanısıra, gerçekleştirilebilir olması için, gereksinimler listesinde mevcut olmayan, özgünlük ve uygulanabilirlik kriterleri ilave edilecektir. Aşağıda bu kriterler listelenmiştir:

- Güncellenebilirlik:

Cephe konsepti, elemanların farklı kullanım sürelerini göz önüne alarak, esneklik ve güncellenebilirlik özelliğine sahip midir? (bkz: çizelge 5.1).

- Form ve geometrik olanaklar: Cephe sistemi tasarımcıya, yeterli form ve geometri özgürlüğü sunuyor mu?
- Özgünlük: Cephe sistemi özgün ve yenilikçi midir?

- Uygulanabilirlik:Cephe sistemi uygulanabilir ve gerçekçimidir?
- Kontrol edilebilirlik:Cephe sistemini oluşturan modüller kontrol edilebilme özelliğini taşıyorlar mı?
- Bire bir eşleşme:Fonksiyonel elemanlar ile fiziksel bileşenlerin arasında bire bir eşleştirme sağlanıyor mu?
- Etkileşim:Fiziksel bileşenler arasındaki etkileşim minimum seviyede mi?

Değerlendirme eyleminin yeterince bağımsız olup olmadığını tespit edebilmek için, yukarıdaki paragraflarda anlatılan iki soruya cevap aranmalıdır. Yanıtlanması gereken birinci soru; ‘Karar veren, belli bir kriterin önemini artmasını, başka bir kriterin önemini azaltılmasına rağmen kabulleniyor mu?’ Bu sorunun cevabı olumlu olmalıdır. Örneğin, karar veren, cephe sisteminin geometrik olanaklarının önemini artmasını, sistemin özgünlük önemini azalmasına rağmen kabul edebilmelidir.

İkinci soru ise; ‘Bir kriterin puanının, diğer kriterin puanından daha iyi olması, kriterlerin önem derecesini etkiler mi?’ Bu sorunun cevabı ise, negatif olmalıdır.

Cephe sistemi tasarım sürecinin bu aşamasında kriterlerin önemini yansıtmak amacıyla her bir kriter için önem derecesi verilecektir (bkz: çizelge 5.2).Etkileşim, bire bir eşleşme ve kontrol edilebilirlik kriterlerine, diğer kriterlere kıyasla daha küçük önem derecesi verilmiştir. Bunun nedeni, bu aşamada bu kriterlerin tartışılmasının oldukça zor olmasıdır. Bu kriterlerin cephe sisteminin detaylandırılması aşamasında tartışılmaları gerekir. Diğer kriterlere ise, cephe sisteminin detaylandırılmasından önce tartışılabilir olduklarından dolayı yüksek önem dereceleri verilmiştir.

Değerlendirme metotunda, cephe alternatiflerinin kriterlerine mimarın (benim) şahsi görüşlerine göre, yarar değerleri ve önemlilik dereceleri atanılmıştır.

Çizelge5.2 : Cephe konseptlerinin değerlendirme şeması

Kriter Konsept	Güncellenebilirlik	Tasarımda form ve geometri özgürlüğü	Özgünlük	Uygulanabilirlik	Kontrol edilebilirlik	Bire bir eşleşme	Etkileşim	Toplam puan
Önem derecesi	0.25	0.20	0.15	0.25	0.05	0.05	0.05	
Giydirme cephe	7(1.75)	9(1.8)	8(1.2)	4(1)	6(0.3)	6(0.3)	7(0.35)	6.70

Modüler çerçeve	8(2)	5(1)	8(1.2)	5(1.25)	7(0.35)	8(0.4)	8(0.4)	6.60
Modüler ünite	6(1.5)	8(1.6)	6(0.9)	8(2)	8(0.4)	8(0.4)	8(0.4)	7.20
Modüler kolon	8(2)	8(1.6)	8(1.2)	8(2)	8(0.4)	8(0.4)	8(0.4)	8.00

5.4.3 Değerlendirme Sonucu

Giydirme cephe konsepti, tasarımcının ihtiyaçlarını tamamıyla karşıladığından dolayı, tasarımda form ve geometri özgürlüğü kriterinde en yüksek puana sahiptir. Buna rağmen bu cephe konseptinde dış kabuk, iç kabuktaki modüllerin çalışmalarını sağlamak için; şeffaf, hava alabilir, su geçirmez ve yalıtkan bir malzemeden oluşmalıdır. Tüm bu özelliklere sahip bir malzemeyi bulmak kolay değildir. Dolayısıyla cephe sistemi tasarımında, yeni bir malzeme arayışında bulunmaya gerek yoktur ve cephe konsepti var olan malzemelerle tasarlanmalıdır. Bu da uygulanabilirlik kriterinde puan düşüşüne sebep olmuştur.

Giydirme cephe konseptinin tersine, modüler çerçeve konseptinin puanı, tasarımda form ve geometri özgürlüğü kriterinde düşüktür. Cephe üzerindeki modüllerin farklı kombinasyonları, farklı görünümlere imkan vermektedir. Bu amaca modüllerin çeşitliliğini arttırarak ulaşılabilir. Ancak o zaman da cephe sistemi ekonomik yönden uygulanabilir olmayacaktır. Bu cephe konsepti temel olarak mevcut cephe sistemlerinden farklıdır. Bu yüzden özgünlük kriterden puanı yüksektir.

Modüler Ünite, tasarımda form ve geometri özgürlüğü kriterinde yüksek puana sahiptir. Bu cephe konseptinde fonksiyonel üniteler ile birlikte, kutu tipi çift kabuk cephe üniteleri de kullanılır. Bu yüzden cephe konsepti günümüzdeki çift kabuk cephe sistemlerine oldukça benzemektedir. Bu da özgünlük kriterinde puan kaybına yol açmıştır.

Modüler kolon cephe konseptinde, U profillere yerleştirilen, enerji üretimi, havalandırma, ısıtma ve soğutma üniteleri kolaylıkla değiştirilebilir. Bu da güncellenebilirlik kriterindeki puanının yüksek olmasına neden olmuştur. Cephe konsepti, çalışma şekli ve fonksiyonel ünitelerin entegrasyonunda kullanılan yöntemden dolayı, mevcut çift kabuk cephe sistemlerinden farklıdır. Bu yüzden özgünlük kriterinde yüksek puana sahiptir. Bu cephe konseptinin, diğer beş kriterde aldığı puanlar da oldukça yüksektir.

Çizelge 5.2’de gösterildiği gibi cephe konseptlerinin arasındaki farklılıklar çok büyük değildir. Ancak modüler kolon cephe sistemi, en yüksek puana sahip olduğundan dolayı, cephe sistemlerinin en iyisi olarak önerilmektedir.

Modüler kolon cephe sistemi, bölüm 5.4.3’te tanımlananlardan daha fazla olanaklar sunabilir. Örneğin, kolonlar yalnızca cephe sisteminin taşıyıcı elemanları olarak değil, aynı zamanda bina strüktürüne ait dikey yönde taşıyıcı olarak da kullanılabilir. Kolonlar tamamen prefabrik olarak üretilir ve bina tesisat sistemine ait boru ve elektrik kablolarının geçişini ve binaya dağıtımını sağlar. Kolonların içine yerleştirilen fonksiyonel bileşenler arasındaki bağlantılar, değişim veya bakım işlemlerini kolaylaştırmak için, bilgisayarlardaki USB bağlantı türü gibi olmalıdır.

6. DEĞERLENDİRMELER, SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ülkemizde ve dünyada yeni yapı teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte, çift kabuk cam cephe sisteminin uygulandığı ticari ve ofis binalarının sayısı da günden güne artmaktadır. Ayrıca, diğer cephe sistemlerine göre görsel olarak daha hafif ve daha estetik olması, daha hızlı inşa edilmesi ve yeniden kullanılabilir malzemelerden oluşması sebepleriyle, çift kabuk cam cephe sistemleri tercih edilmektedirler. Bununla birlikte tek kabuk cam cephelere göre binanın ısıtma, soğutma ve havalandırma yüklerinin azaltılması ve kullanıcı konforunun iyileştirilmesi açısından diğer dış cephe sistemlerine göre daha iyi bir performansa sahiptirler. Ancak bu cephe sistemlerinde gelecekteki muhtemel fonksiyonel veya yapısal değişimler ön görülmektedir. Çalışmanın amacı güncellenebilirlik özelliğine sahip olan ve iç mekan iklimlendirmesinde kullanılan alt sistemleri içeren, modüler çift kabuk cephe sistemi geliştirilmesidir.

Çalışmanın iki farklı açıdan değerlendirilmesi gerekmektedir. Bir taraftan kullanılan cephe sistemi geliştirme metodu ve diğer taraftan bu sürecin sonucu olan cephe sistemi. Cephe sistemi, gereksinimler listesindeki gereksinimleri ve kullanıcı beklentilerini karşılayıp karşılamadığı açısından değerlendirilecektir. Ayrıca tasarlanan cephe sisteminin başarılı olması için, literatürden elde edilen, modüleritenin kural ve koşullarına uyum sağlaması gerekmektedir.

Doğru bir modüler cephe sistemi geliştirme metodunun kullanıldığını kanıtlamak için çalışma yöntemi, tasarım sürecinin sonuçları ve tasarlanan cephe sistemine dayanarak değerlendirilecektir. Bu amaca ulaşmak için cephe sistemi geliştirme sürecinin farklı aşamaları ayrı ayrı değerlendirilerek sonuçlar yazılmıştır.

6.1 Tasarım Sonucunun Değerlendirilmesi

Cephe sistemi tasarımı sonucu Modüler Kolon cephe konsepti, gereksinimler listesindeki kriterler göz önünde bulundurularak tasarlanmıştır. Bu yüzden tasarlanan cephe konseptinin değerlendirilmesi ve proje kapsamında ulaşılması hedeflenen amacın cephe konsepti tarafından sağlanıp, sağlanmadığı gereksinimler listesindeki kriterlere istinaden araştırılacaktır. Bölüm 5'te anlatılan gereksinimler listesi, aşağıda yeniden tekrarlanılmıştır:

- Modüler bir cephe sistemi geliştirilmesi için teşvik edici esas nedenler:

- Cephe sisteminin esnekliği.
 - Cephe sisteminin güncellenebilirliği.
 - Fonksiyonlar entegrasyonu.
 - Tasarımda form ve geometri özgürlüğü.
- Modüleritenin kural ve koşulları:
- Cephe sistemine entegre edilen fonksiyonel üniteler kullanıcı tarafından kontrol edilebilir olmalıdır.
 - Fonksiyonel elemanlar ile fiziksel bileşenlerin arasında bire bir eşleştirmenin sağlanması gerekmektedir.
 - Fiziksel bileşenler arasındaki etkileşim minimum miktara düşürülmelidir. Ayrıca bileşenler arasındaki arayüzler ayrıştırılmalıdır.
- Cephe sisteminden beklenen fonksiyonlar. (bkz: çizelge 4.4)

6.1.1 Modüler cephe sistemi geliştirilmesi için teşvik edici esas nedenler

- Cephe sisteminin esnekliği:

Cephe sistemi tasarım ve kullanım süreçlerinde üç farklı özelliğedayanarak esneklik sağlamaktadır. Güneş kontrolü, ısıtma ve soğutma üniteleri gibi fonksiyonel üniteler saydam paneller ve modüler kolonların içine entegre edilmiştir. Tesisatboruları ve merkezi yönetim sisteminin elektrik kabloları, kolonlar aracılığı ile fonksiyonel ünitelere dağıtılır. Böylece fonksiyonel ünitelerin cephe üzerindeki konumu ve kombinasyonları, tasarımcı veya müşteri isteğine göre özgür bir şekilde seçilebilir. Kolonların içindeki fonksiyonel üniteler, proje tamamlandıktan sonra bile kolaylıkla değiştirilebilir ve sistemin bağlantılarına göre yeni üniteler sisteme monte edilebilir.

Kullanım sürecinde cephe sisteminin esnekliği,tasarım sürecine nazaran daha farklıdır. Bu süreçte cephe sistemi fonksiyonel üniteler ile tamamen donatılmış haldedir. Böylece hava giriş çıkış ventleri ve tesisat borularının boyutları ve konumları, kullanılan fonksiyonel ünitelerin kapasitesi ve konumuna göre belirtilmiştir. Bu da fonksiyonel ünitelerin kullanım sürecinde yer değiştirebilmelerini veya fonksiyonel ünitelerin, daha yüksek performanslı ünitelerle değiştirilmelerini sınırlamaktadır.

Genel olarak cephe sistemi uygulamaya hazır bir ürün olmak zorunda değildir. Cephe sisteminin platformu ve kullanılan teknoloji, mimar veya müşteriye sunulabilir. Böylece sistem tasarım aşamasında esneklik sağlayabilir.

- Güncellenebilirlik:

Kolonlar içine entegre edilmiş olan fonksiyonel üniteler, bir bilgisayarın donanım parçaları gibi kolaylıkla değiştirilip, güncellenebilir. Böylece bu ünitelerin yeni veya başka bir fonksiyona sahip olan üniteler ile değiştirilebilmeleri sağlanılmıştır.

Cephe sisteminin cam panelleri veya güneş kontrolü elemanları gibi diğer modüler elemanların değiştirilmesi veya güncellenmesi ise oldukça zordur. Bu yüzden bu elemanların güncelleme veya değişim işlemleri, yüksek maliyet ve çaba sarf edilmesini gerektirir. Cephe sistemi ile bu üniteler arasındaki bağlantı türü, mevcut kutu tipi çift kabuk cephe sistemlerinde kullanılan bağlantı türleri ile kıyaslanabilir.

Tesisat boruları ve kabloları kolonlar içine entegre edilmiştir. Kolonların dış yüzeyindeki kaplama parçaları çıkartılarak, sözü geçen boru ve kablolarla kolaylıkla ulaşılır. Dolayısıyla cephe sistemi kullanım sürecinde, boru veya kabloların değiştirilmesi, eklentilerin yapılması veya kaldırılmasıyla güncellenebilir.

Kolonların dış ve iç yüzeylerindeki kaplamalar,dış ve iç mekan mimarısı üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Bu parçalar kolay bir şekilde çıkartılarak,değiştirilebilir.

- Fonksiyonlar entegrasyonu

Tesisat boruları ve kablolarının kolonlar aracılığı ile cephe üzerinde dağıtılmasıyla, hem desantralize iklimlendirme ünitelerinin, hem defarklı fonksiyonel ünitelerin cephe sistemine entegre edilmesi sağlanılmıştır. Ayrıca bilgisayar ve telefon ağları gibi farklı elektrik tesisat kabloları da cephe arcılığı ile iç mekanlara dağıtılabilir.

Desantralize iklimlendirme ünitelerincephe sistemine entegrasyonu, iç mekanlarda mekanik tesisat ve tesisat bacalarının işgal ettikleri alanları minimuma düşürerek, iç mekanlarda mimari esnekliğin ve net alanın artmasını sağlamıştır. Ayrıca iç mekanlarda tesisat borularının ve kablolarının dağıtımı için gereken asma tavan ve yüksetilmiş döşemeye ihtiyaç kalmamaktadır. Böylece bina yüksekliği de azaltılmış olur.

- Tasarımda form ve geometri özgürlüğü

Fonksiyonel ünitelerin entegre edildikleri kolonların bazı parçaları üründenürüne değişim göstermezken, bazı parçaları (örneğin kolonların iç ve dış kaplamaları)müşterinin veya mimar isteğine bağlı olarak tasarlanır veya değiştirilebilir. Böylece cephe sisteminde, standart ve özel elemanların kullanılması ile, ürün çeşitliliği artırılır. Bu da modülaritenin sunduğu önemli bir avantajdır.

Daha önce değinildiği gibi, cephe sistemi uygulamaya hazır bir ürün olmak zorunda değildir. Sistemin platformu ve kullanılan teknoloji,mimar veya müşteriye

sunulabilir. Böylece cephe sistemi mimarın isteğine göre, farklı binalar için özel olarak tasarlanabilir.

6.1.2 Modüleritenin kural ve koşulları

Modüleritenin sunduğu avantajlardan yararlanabilmek için cephe sistemi, modüleritenin kural ve koşullarını göz önünde bulundurularak tasarlanmıştır. Dolayısıyla modüleritenin sunduğu avantajlar, tasarlanılan cephe sisteminde fark edilebilir olmalıdır. Sözü geçen avantajlar aşağıda getirilmiştir.

- Özelleştirme ve güncellenebilirlik

Cephe sisteminin özel ve standart bileşenlerinin birbirinden ayırt edilmesi ile, müşterilere kendi isteklerine göre tasarlanan cephe sistemleri sunma olanağı sağlanmıştır. Standart parçalar ile, cephe sisteminin platformu ve kullanılan teknoloji kast edilmektedir. Örneğin fonksiyonel ünitelerin entegre edildikleri kolonlar, cephe sisteminin standart elemanlarıdır. Böylece cephe sisteminin özel parçalarının (örneğin kolonların iç ve dış kaplamaları, cam paneller, güneş kontrolü elemanları v.s.) özgür bir şekilde tasarlanması ile, özelleştirmeye olanak sağlanmıştır.

- Ürün çeşitliliği

Bu avantaj, bir önceki avantaj ile yakından ilişkilidir. Özel ve standart parçaların birbirinden ayrıştırılmalarıyla, iyi bir seviyede ürün çeşitliliği sağlanmıştır. Ancak ürün çeşitliliği avantajına, cephe sisteminde tamamen standart parçaların kullanılması durumunda da ulaşılabilir. Örneğin standart elemanların cephe üzerinde farklı kombinasyonlarda kullanılması, cephe sisteminin farklı varyasyonlarının oluşmasını sağlar.

- Kalite

Cephe sisteminin önceden tasarlanmasından dolayı, inşaat projesinden önce tasarlanan sistemlere göre daha yüksek seviyede ürün kalitesi sağlanmıştır.

- Standartlaştırma

Cephe sisteminin bazı parçalarının standart, bazı parçalarının da özel olduğu gerçeğine, modüleritenin sunduğu diğer avantajlarda değinilmiştir.

- Sipariş teslim süresinin azaltılması

Cephe sisteminin standart elemanları önceden üretilip, depolanır. Bu da sipariş teslim süresinin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca mekanik tesisatın cephe sistemi

ile eş zamanlı olarak monte edilmesinden dolayı, bu tesisatın bina içinde yapılması şart değildir. Böylece bina inşaat süresi kısaltılmış olur.

6.1.3 Cephe sisteminin fonksiyonelliği açısından değerlendirilmesi

Cephe sisteminin çalışma şekli mevcut kutu tipi çift kabuk cephe sistemleri ile kıyaslanabilir. Cephe sistemi modüler kolon ve kutulardan oluşmaktadır. Modüler kolonlar; ısıtma, soğutma, havalandırma ve enerji üretimi gibi fonksiyonel üniteleri içerir. Modüler kutular ise cam paneller ve güneş kontrolü elemanlardan oluşmaktadır.

Cephe sisteminin avantajları ve sunduğu olanaklar, sağlaması gereken dört temel fonksiyona dayanarak açıklanacaktır.

- Konfor

Isıtma, soğutma ve havalandırma üniteleri gibi desantralize iklimlendirme tesisatın cephe sistemine entegrasyonu, iç mekan koşullarının kullanıcı tarafından kontrol edilebilmesine olanak sağlamaktadır. İç mekan ikliminin kullanıcı tarafından kontrol edilebilmesi iç ortam konforunun artmasına yardımcı olmaktadır.

Kullanıcı konforunu arttırmak için, iklimlendirme ünitelerinin yanı sıra, cephe sistemine başka fonksiyonlar da entegre edilebilir. Örneğin, aydınlatma elemanları, asma tavan yerine cephe sistemine entegre edilebilir.

Mevcut çift kabuk cephelerin karşı karşıya geldikleri sorunlardan bazıları, enerji performansı ile ilgili standart ve yönetmeliklerin giderek sıklaşması ve artmakta olan kullanıcı beklentilerini karşılayacak şekilde güncellenme kabiliyetlerinin olmamasıdır. Bu cephelerde kullanılan kolon-kiriş sistemi (ikincil strüktür sistemi) dış ve iç mekan arasında ısı köprüsü rolünü oynayarak, cephe sisteminin termal performansını düşürür. Modüler kolon cephe sisteminin kolonları içinde boş alan bulunmaktadır. Dolayısıyla gerektiğinde kolonların içindeki boşluğa güncel yalıtkan materyallerin uygulanmasıyla, cephe sisteminin termal performansı iyileştirilebilir.

- Güvenlik

Cephe sisteminin güvenliği, çift kabuk cephelerin güvenliğinden farklı değildir. Güvenlik ile ilgili tüm beklentiler, en azından mevcut çift kabuk cephe sistemleri kadar iyi bir şekilde sağlanılmıştır.

- Estetik ve cephe mimarisi

Cephe sisteminin dış görünümü, mevcut kutu tipi çift kabuk cephe sistemlerine kısmen benzemektedir. Modüler kolon cephe sistemi, cephe üzerinde tekrarlanan modüler kolonlar ve kutulardan oluşmaktadır. Kolonlar büyük ebatlarından dolayı,

cephe üzerinde daha belirgindirler. Kolonların dış ve iç kaplaması ve saydam bileşenlerden oluşan modüler kutular, özel paraçalar olarak mimar veya müşteri isteğine göre tasarlanabilir. Tasarımda geometri ve form özgürlüğü bölümünde bundan bahsedilmiştir.

6.2 Cephe Sisteminin Dezavantajlarının Değerlendirilmesi

Cephe sisteminin sağladığı olanaklar ve avantajların yanı sıra, bazı dezavantajlar da mevcuttur.

- Fonksiyonel ünitelerin kolonlara entegre edilmesinden dolayı, kolonların boyutları oldukça büyüktür, Bu da cephe görünümünü büyük bir ölçekte etkilemektedir. Ayrıca kolonların derinliği de oldukça fazladır. Bu yüzden metrekarelerce alan, cephe üzerinde tekrarlanan kolonlar tarafından işgal edilmektedir. Ancak, bina tesisatının cephe sistemine entegre edilmesi, iç mekanlarda tesisat ve tesisat bacalarının işgal ettikleri alanı minimum miktara düşürerek, yapının net alanının artmasını sağlarken, iç mekanlarda mimari esnekliğin sağlanmasına yardımcı olacaktır.
- Cephe sisteminde kullanılan desantralize iklimlendirme üniteleri sadece bir kaç firma tarafından sipariş üzerine üretilir. Bu da ürün maliyetini yükseltir. Cephe sisteminin bakım onarım işlemleri ve sistemin gencellenmesi durumlarda, yedek parça temini için, binanın bütün yaşam süresinde, teknik olarak sayılı firmalara bağlı olmak problem yaratabilir.

6.3 Az Katlı Ofis Binaları İçin Modüler Cephe Sistemi Geliştirme Metotunun Değerlendirilmesi

Cephe sistemi geliştirme metodu farklı değerlendirme ve tasarım aşamalarından oluşmaktadır. Bütün süreç birbirini takip eden ıraksak ve yakınsak bir yapıya sahiptir. Kullanılan metot, cephe sistemi tasarımı için sistematik bir tasarım sürecinin belirtilmesinde faydalı olmuştur. Sürecin ilk aşamasında sistem analizi yapılarak, cephe konseptlerinin tasarımı için başlangıç alternatifleri üretilmiştir. İkinci aşamada bulunan başlangıç alternatiflerinden cephe konseptleri oluşturulmuştur. Dördüncü aşamada ise çizilen cephe konseptlerinin arasından bir tanesi, nihai cephe sistemi tasarımı için seçilmiştir.

6.3.1 Sistem analizinin değerlendirilmesi

Sistem analizi M. Khanmohammadi'nin geliştirdiği metoda dayanarak yapılmıştır. Bu metotla cephe sisteminin karşılaşıacağı muhtemel kısıtlamalar ve sistemden beklenen fonksiyonlar ele alınarak en uygun çözümlerin üretilmesi amaçlanmıştır.

Sistem analizinde kısıtlamaların giderilmesi veya hafifletilmesi için çok sayıda çözümler önerilmiştir. Ancak önerilen çözümlerin sadece dört adedi, cephe konseptlerinin tasarımı için başlangıç alternatifleri olarak ele alınmıştır. Bu da tasarım sürecinin ilk aşamasının başarılı olduğunu ve kullanılan fikir üretimi yönteminin faydalı olduğunu göstermektedir.

6.3.2 Tasarım sürecinin değerlendirilmesi

Tasarım sürecinde, sistem analizinin sonucu olan başlangıç alternatifleri, çizim haline dönüştürülerek dört adet cephe konsepti üretilmiştir. Üretilen cephe konseptleri, yapısal elemanların özellikleri ve modüler ürün mimarisi gibi temel ilkelere birbirinden farklıdır. Bu da konseptlerin birbirinden farklı sonuçlar göstermelerine yol açmıştır. Bu aşama üretilen farklı cephe konseptlerinden dolayı, iraksak bir doğaya sahiptir.

6.3.3 Konsept seçiminin değerlendirilmesi

Nihai konseptin seçimi için çok kriterli karar verme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde, cephe konseptleri farklı kriterlere göre değerlendirilerek, en iyi cephe konsepti seçilmiştir. Sözü geçen kriterler gereksinimler listesinden alınmıştır. Ayrıca tasarlanılan cephe sisteminin yenilikçi ve yapılabılır olabilmesi için iki kriter daha ilave edilmiştir. Cephe konsepti seçiminin sonucunda, modüler kolon cephe konsepti en iyi konsept olarak seçilmiştir.

6.4 Öneriler

Bu çalışmada tasarlanan cephe sistemi, tam olarak uygulamaya hazır ve bitmiş bir üründen ziyade, bir cephe konseptidir. Uygulamaya hazır bir cephe sistemi haline getirilmesi için aşağıdaki konularda araştırma ve çalışmaların devam edilmesi gerekmektedir:

- Cephe sistemine entegre edilen fonksiyonel üniteler

Cephe kolonlarının boyutları, entegre edilen üniteler tarafından belirlenir. Bu yüzden piyasada mevcut olan üniteler üzerinde araştırmaların yapılması gerekmektedir. Modüler kolon cephe konseptindeki kolonların boyutları, standart desantralize

iklimlendirme üniteler ile ilgili verilere göre belirlenmiştir. Ayrıca piyasada mevcut olan desantralize iklimlendirme üniteleri uygun olmadığından dolayı, özel ünitelerin tasarlanması gerekebilir. Bu konu sadece iklimlendirme üniteleri için değil, Yapay aydınlatma ve enerji üretimi gibi diğer fonksiyonel üniteler için de geçerlidir.

Ayrıca, iklimlendirme ünitelerin kapasitesinin belirlenmesi için, iç mekan iklimi ve konforu üzerinde herhangi bir araştırma yapılmamıştır.

- Cephe sisteminin detaylandırılması

Cephe sisteminin ön tasarımı ve detayları kabaca belirtilmiştir ve konsept halindedir. Ancak uygulanabilir olması için daha fazla detaylandırılması gerekmektedir. Cephe profillerinin boyutları iklimlendirme ünitelerine bağlı olarak tespit edilmelidir. Ayrıca profillerin boyutları, iklimlendirme ünitelerinin sıra, üretim tekniğinden de etkilenmektedir.

Mekanik tesisatın boru ve kablolarının sistemde yatay veya düşey olarak dağıtılması, tekrar gözden geçirilebilir. Bu da cephe sisteminin tasarımını etkileyebilir. Ayrıca tesisat boruları dikey olarak, elektrik kabloları ise yatay olarak veya tam tersine sistemde dağıtılabilir. Böylece kolonların derinliği azaltılır ve su boruları daha iyi bir şekilde izole edilebilir.

- Fonksiyonel üniteler ve cephe sistemi arasındaki bağlantılar

Fonksiyonel üniteler ve cephe sistemi arasındaki bağlantıların türü, yapı teknolojisinden ziyade makine mühendisliği alanına dahildir. Ancak sözü geçen bağlantı türleri, sistemin güncellenebilirliğini ve esnekliğini etkilediğinden dolayı, cephe sisteminin başarılı olması için çok önem taşımaktadır. Ayrıca kolonların içindeki elektrik bağlantı noktalarının ve prizlerin detaylı bir şekilde tasarlanmaları gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Alessi,B., (2008)**, Double Skin Facade and it's Benefits. Dissertation Report, 7th International Line. Copenhagen Technical Academy.
- Arons,D.M.M., (2000)**, Properties and Application of Double Skin Facades. Master of science in building technology, Massachusetts Institute of Technology.
- Banham,R., (1984)**, Architecture of Well-Tempered Environment. The Architectural Press, London.
- Bilow,M., Ulrich,K., Kelin,T., Auer,T., (2007)**, Principles of construction. Brikhauser Architecture, Berlin.
- Bilow,M., (2012)**, International Facades-CROFT: Climate Related Optimized Facade Technologies, Degree of Doctor Thesis, Delft University.
- Boak,T.M. Harrison,K., Chatham,A., (2002)**, The Tectonics of the Double Skin: Green Building or just more Hi-Tech Hi-Jinx? University of Waterloo Publication, Waterloo.
- Castrillon, R.D.A., (2009)**, Integration of Active and Passive Systems in Glass Façades. SET2009 - 8th International Conference on Sustainable Energy Technologies, .Aachen, Germany.August 31st to 3rd September 2009. pp 1-8.
- Compagno, A., (2002)**, Intelligent Glass Facades: Integrated Planning. Birkhauser-Publisher for Architecture, Germany.
- Çetiner,İ., (2002)**, Çift kabuk cam cephelerin enerji ve ekonomik etkinliğinin değerlendirilmesinde kullanılabilir bir yaklaşım. İstanbul Teknik üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Davies,C., (1997)**. Commerzbank Frankfurt. Prototype for an Ecological High-Rise. Water Mark Publications, London.

- Elder,A.J., Vandenberg,M., (1974),** A.J Handbook of Building Enclosure. The Architecture Press (1111).
- Fritz, F., (2012).** Media Facade: A New Form of Art in architecture. Architonic, The Independent Resource for Architecture and Design, (www.architonic.com).
- Foster,N., (1994),** Towards the Modern Vernacular – Arons,D.M.M., Properties and Application of Double Skin-Building Facades.Master of Science in Building Technology, MassaChusetts. Institute of Building Technology.
- Hanny,P., (1984),** Farnborough Salute [Briar Cliff House, Farnborough]; Arup Associate; Architects Journal, 180(36), pp63-9.
- Heimrath,R., Hengsberger,H., Flamant,G., Loncor,X., Guarracino,G., Erhorn,H., Erhorn-Klutting,H., Santamouris,M., Farou,I., Duarte,R., Blomsterberg,A., Sjørberg,L., Blomquist,C., (2005).** Best façade: Best Practice for Double Skin Facades. WP1 Report “State of Art”. Intelligent Energy, Europe.
- Khanmohammadi,M.,(2010),** Fundamentals of Architectural design. Iran Educational Books Publisher, Tehran.
- Loncour,X., Deneyer,A., Blasco,M., Flamant,G., Wouters,P., (2004),** Ventilated Double Facade: Classification & Illustration of Facade Concepts. Belgian Building Research Institute, Department of Building Physics, Indoor Climate & Building Services.
- National Science and technology Council, (2008),** Towards a New Architecture + Enery. Federal Research and development Agenda for Net-Zero Energy. United States.
- Oesterle, E., Braun,H.P., Haller,P., (2001),** Double-Skin Facades: Integrated Plannig. Prestel Verlag GMBB Company.
- Pirbabayi,M., Amrayi, B., (2008).** Study on Fundamentals of Modular Products designing. Tehran University Publications, Tehran.
- Saelens,D., Hens,H., (1998).**Case Study - Active Envelopes, Report 2, Annex 32 Integral Building Envelope Performance Assessment, Subtask B,

International Energy Agency, Exco Energy Conservation in Buildings and Community Systems Programme.

Sacht, H. M., Baragaça, L., Almeida, M., (2009), Façade Modules for Eco-Efficient Refurbishment of Buildings: Glazing Thermal Performance to Guimarães Climate. International Conference Sustainability of Constructions - Towards a better built environment.

Schuster, H. G., Mueller, H.F.O., (2007), Interdisciplinary development of a modular façade system with decentralised building services. 2nd PALENC Conference and 28th AIVC Conference on Building Low Energy Cooling and Advanced Ventilation Technologies in the 21st Century, Crete island, Greece. PP 908-912.

Ulrich, K., (1995). The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm. Research Policy pp.419-440.

Ulrich, K., Kellin, T., (2008), The Future Envelope. IOS Press. Amsterdam

Uuttu, S., (2001), Study of Current Structures in Double Skin Facades. Master Thesis. Helsinki University of Technology, Department of Civil and Environmental Engineering Laboratory of Steel Architecture.

Ünal, M., (2008), Çift Kabuk Cepheilerin Sistemik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Yapı Bilgisi Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı.

Walder, R., Flamant, G., Prius, S., Erhorn-Kluttig, H., Farou, I., Duarte, R., Blomqvist, C., Kiossefidi, N., Geysels, D., Guarracino, G., Moujalled, B., (2007), Best Façade: Best Practice for Double Skin Facades. Wp5 Best Practice Guidelines. Intelligent Energy, Europe.

Rozenburg, N., F., M Eskels, J., (1995), Product Design: Fundamentals and Methods. Delft University of Technology, The Netherlands.

Url-1<http://www.dp-dhl.com/content/dam/ueber_uns/tower_broschuere_en.pdf> , alındığı tarih:

Url-2<http://cars.sulekha.com/vw-s-mqb-platform-m-ay-favour-global-auto-industry-598530_blog> , Alındığı tarih:

Url-3<http://en.wikipedia.org/wiki/Hyundai_Veracruz> , alındığı tarih:

Url-4<<http://www.colorware.com/p-355-iphone-5.aspx>> , alındığı tarih:

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: SaeidSAHRAEI

Doğum Yeri ve Tarihi: 13.09.1984Urmıye - İran

Adres: Meşrutiyet mahellesi. Suna Kıraç sokak. No:15. kat: 8. Daire: 23. Nişantaşı - Şişli – İstanbulPosta kodu: 34363

E-Posta: saeid.sahraei1984@gmail.com

Lisans: 2005 – 2007 Urmia University, Faculty of Art

2003 – 2005 Urmia Azade Eslami University, Faculty of Art

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

2004 – 2006 yıllarında Eshel Rah Construction Company Şirketin 10 kişilik ofisinde bilgisayardan sorumluydum ve Gereken çizimleri ve detayları ve diyer evrakı bilgisayar ortamında hazırlıyordum. 2006 yılından günümüze dek, inşaat mühendisi olan kardeşimle birlikte kurduğumuz Araz Construction şirketinde çalışmaktayım.

