

SAYDAM GIYDİRME CEPHELER

Neslihan ONAT GÜZEL, Yrd. Doç.Dr.
Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü
Tel: 0 232 412 84 91
Fax: 0 232 453 29 86
Email: neslihan.guzel@deu.edu.tr

ÖZET

20 yüzyılın başlarından itibaren malzeme ve yapı teknolojisinde gerçekleşen gelişmelere paralel olarak ortaya çıkan cam cepheler hafif olmaları, estetik görünüşleri, üretim ve montajlarının kolay olması, dış iklim koşullarına dayanaklıkları nedeniyle kısa zamanda, özellikle yüksek yapılarda vazgeçilmez bir yapı kabuğu haline gelmişlerdir.

Bu çalışmada gelişmiş transparan/saydam giydirme cephe sistemlerinin taşıyıcılık özellikleri, bağlantı noktaları ve kullanılan malzemeler incelenecektir. Böylelikle, ülkemizde yeni uygulanan bu cephe sistemlerinin tasarımcılara yön vermesi düşünülmüştür.

1. GİRİŞ

İnsanoğlu var olduğu günden beri yaşadığı mekanın konfor anlayışını arttırmak ve geliştirmek için çalışmıştır. Önceleri mağara vb. doğal oluşumlardan yararlanan insanlar zamanla bunu geliştirerek kendisine alternatif yaşama alanları oluşturmuştur. Bu oluşumla birlikte yaşam alanlarını dış koşullardan koruyan kabuk kavramı da önem kazanmıştır.

İlk kabuklar ve cephelere bakıldığında ahşap ve taş malzemenin ağırlıklı kullanıldığı görülmektedir. Endüstri devrimiyle birlikte çelik ve camın kullanımının artması cephe kavramına yeni bir anlam kazandırmıştır. Bununla birlikte daha saydam ve geniş cam cepheler ortaya çıkmıştır. Ancak camın güneş karşısında yeterli direnç gösterememesi ve metal malzemenin iletkenliğinin fazla oluşu, mekanların konfor koşulları açısından yeterli değerlerini sağlayamadığını göstermiştir. Yapı kabuğu, yapıların mimari biçimlerinin yanı sıra dış çevre koşulları ve işlevlerine bağlı olarak, bina içinde uygun fiziksel ortamın yaratılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu durum giydirme cephelerin gelişimine neden olmuştur.

Giydirme cephe; sadece kendi yükünü taşıyan ve taşıyıcı sisteme her katta bağlanan dış duvar olarak tanımlanabilir. Giydirmeye cepheler, bina taşıyıcı sisteminden bağımsız olup bina dış yüzeylerine giydirilen, ancak yükünü ileten elemanlardan oluşan, binanın dış ortam ile ilişkisini iki yönlü bir filtre görevi görerek sağlayan, taşıyıcı olmayan dış örtü sistemleridir [1]. Giydirmeye cepheler çoğunlukla taşıyıcı sistemin önüne asılırlar. Dış yükleri ve kendi ağırlıklarını bağlantı noktalarından yapının strüktür sistemine aktarırlar.

Giydirme cepheler; kendi kendini taşıyan, kendi ağırlığını ve rüzgar yükünü taşıyıcı sisteme, ayarlanabilir bağlantılar ile ileten, yalıtım ve koruma sağlayan, modüler koordinasyon ilkeleriyle uyum içinde tasarlanan ve yapının dış yüzüne uygulanan, ince, hafif, saydam, yarı saydam veya opak yüzeylerin değişik oranlarda birleşmesinden oluşmuş yapı dış kabuğudur. İşte bu kabuğun tamamen saydam bir cephe oluşmasını sağlayan sistemlere Transparan Giydirme Cephe Sistemleri denmektedir. Transparan cephe kavramı dilimize İngilizce ‘Transparent Wall’ tanımlamasından geçmiştir. Bu cepheler, noktasal bağlantı elemanları ile birleşmiş cam yüzeylerin belirli bir taşıyıcı sisteme bağlanması ile oluşan sistemin yüklerini yapının strüktür sistemine aktarması aracılığıyla çalışırlar. Cam malzemenin cephelerde daha fazla kullanılmaya başlanması ve taşıyıcı olarak potansiyelinin geliştirilmesi ve bilgisayar programları ile yapılan çözümlenmeler saydam cephe sistemlerinin gelişmesine olanak sağlamıştır. Saydam cephe sistemleri ilk olarak 80’li yıllarda *Pilkington* cam firmasının *Arup* şirketi ile ortak gerçekleştirdiği *Farnborough* ofis binasında ve *Norman Foster* ile *Pilkington* firmasının beraber çalıştıkları *Swindon Renault* fabrikasında gerçekleştirilmiştir.

2. SAYDAM GİYDİRME CEPHELERİN SINIFLANDIRILMASI

Tasarımcıların iç mekanı dışa yansıtma istekleri ve camın yapılarda daha fazla kullanılmaya başlanması giydirme cephe sistemlerinde şeffaflığın öne çıkmasını sağlamıştır. Saydam giydirme cepheleri taşıyıcılık açısından aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür:

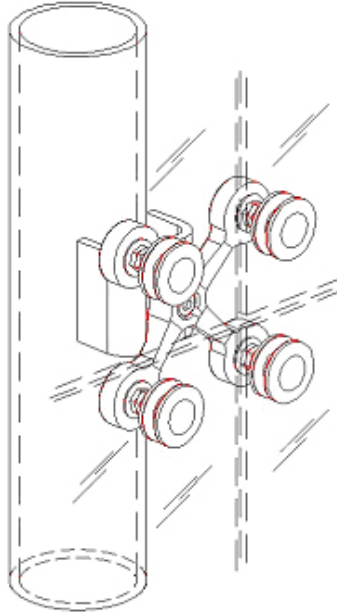
1. Taşıyıcısı çelik profillerden oluşan saydam giydirme cepheler
 - . Pilon taşıyıcılı sistemler
 - . Kafes-kiriş taşıyıcılı sistemler
 - . Kablo destekli çelik profillerden oluşan sistemler
2. Taşıyıcısı kablo sistemlerden oluşan saydam giydirme cepheler
 - . Yatay kablo sistemler
 - . Düşey kablo sistemler
3. Taşıyıcısı cam elemanlardan oluşan saydam giydirme cepheler

2.1. Taşıyıcısı Çelik Profillerden Oluşan Saydam Giydirme Cepheler

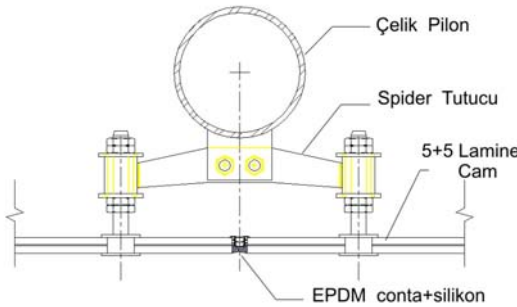
Cephede kullanılan taşıyıcı elemanların çelik malzemeli profillerden oluştuğu saydam giydirme cephelerdir. Bu sistemde yükler, cam giydirme cephe yüzeyinin arkasında bulunan çelik profillerden oluşmuş taşıyıcı elemanlara aktarılır. Çelik profillerin kesitleri, öngörülen rüzgar deprem ve cam yüklerine göre hesap yoluyla bulunmaktadır. Dört adet levha camın birleşmesi ile kurulan bu sistemde birleşim elemanları olan *spider* bağlantılar cepheye gelen rüzgar yüklerini çerçeveye aktarırlar. Kullanılan cam elemanlar temperlenmiş ya da lamine cam panellerden olabilirler [2]. Ancak lamine cam levhalar daha çok doğrudan rüzgar yüklemesine maruz kalmayacak noktalarda tercih edilmektedirler.

Cephenin montajında ilk olarak çelik taşıyıcılar terazisinde döşemeler arasına bağlanır. Daha sonra *spider* tutucular çelik taşıyıcı sisteme monte edilir. Cam levhalar tutuculara bağlanır ve cam aralarına *EPDM* conta ve silikon uygulanır. Burada önemli olan nokta iki

cam arasındaki mesafenin eşit olması ve cam yüzeylerinin aynı düşey düzlemde kalmasını sağlamaktır. Bu da *spider* tutucuların üzerinde bulunan ayarlarla cam levhalar ileri, geri, sol, sağ oynatılarak ince ayar yapılmaktadır. Bu grup saydam giydirme cepheler; pylon taşıyıcılı ve kafes-kiriş taşıyıcılı, kablo destekli çelik profilli sistemler olmak üzere üçe ayrılmaktadır.



Şekil 1. Pylon taşıyıcılı saydam giydirme cephe sistemi, aksonometri



Şekil 2. Pylon taşıyıcılı saydam giydirme cephe sistemi, plan

2.1.1. Pylon taşıyıcılı sistemler

Pylon taşıyıcılı sistemler, yalnızca tek bir ana taşıyıcıdan oluşan saydam giydirme cephelerdir. Genelde yuvarlak kesitli çelik profillerin kullanıldığı görülmekle beraber kare kesitli profillerin de kullanılması mümkündür (Şekil 1 ve Şekil 2). Pylon taşıyıcısının et kalınlığı ve çapı, cam levhaların ve rüzgarın yükleri hesaplanarak seçilmektedir [3]. Dikkat edilmesi gereken nokta kullanılacak olan çelik malzemenin kalitesidir. Ülkemizde Cr-Ni (Krom-Nikel) 304 kalite paslanmaz çelik profiller kullanılmaktadır. Çeliğin kalitesi taşıma kapasitesi ve bakım giderlerini etkilemektedir.

Pylon taşıyıcılı saydam giydirme cephelerin olumlu yönlerini şu şekilde sıralamak mümkündür:

- . Diğer sistemlere göre uygulaması daha pratik ve basittir.
- . İmalat süresi daha kısadır
- . Yüksek olmayan uygulamalarda daha ince kesitli profiller kullanılabilmesi sebebiyle tasarımcılara daha şeffaf cepheler yaratma olanağı sunmaktadır.
- . Paslanmaz çelik profillerin yanı sıra, elastatik boyalı, sıcak daldırma galvanizli çelik profillerde kullanılabilir.

- . Saydam giydirme cepheler arasında en düşük maliyete sahip olanıdır.
- . Kare, yuvarlak, I kesitli veya özel hazırlanmış çelik profiller kullanılabilir.
- . Bakım giderleri düşüktür.
- . Olası arıza durumlarında sistemin onarılması daha kolaydır.

Pylon taşıyıcılı saydam giydirme cephelerin olumsuz yönleri ise şu şekilde sıralamak mümkündür:

- . Taşıyıcısının pylon olması nedeniyle yüksek yapılarda kullanılması maliyetli ve güçtür.

. Yüksek yapılarda uygulanması durumunda daha büyük kesitli profillerin kullanılması gerektiğinden hem tasarımcıların kurgulamak istediği cam cephe perspektifini etkilemekte hem de gayri ekonomik bir kesit vermektedir.

. Özellikle köşe birleşim detaylarında hassas uygulama gerektirmektedir.

2.1.2. Kafes kiriş taşıyıcı sistemler

Taşıyıcı elemanı kafes kiriş yapı elemanlarından oluşan saydam giydirme cephelerdir. Temel özellikleri taşıyıcı elemanları düzlem veya uzay kafes şeklindedir.

Bu uygulama çok katlı yüksek binalarda ve daha fazla yük söz konusu olan cephelerde uygulanmaktadır. Düzlem veya uzay kafes taşıyıcılar; cephe yüksekliğine, cam ağırlığına ve rüzgar yüklerine bağlı olarak şekillenir ve hesaplanır. Bu hesaplamalara göre tasarlanan kafes kiriş taşıyıcılar fabrikada imal edildikten sonra

Şekil 3 Kafes kiriş taşıyıcı saydam giydirme cephe

yapım yerine götürülür ve montajı yapılır (Şekil 3).

Kafes-kiriş taşıyıcı saydam giydirme cephelerin olumlu yönlerini şu şekilde sıralamak mümkündür:

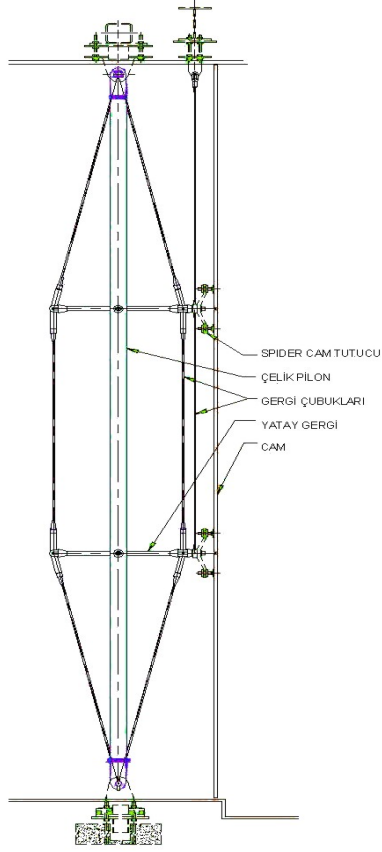
- . Düzlem veya uzay kafes olmaları sebebiyle daha fazla yük taşıma kapasiteleri vardır.
- . Büyük cam yüzey ve yükseklik gerektiğinde kullanımı uygundur.
- . Paslanmaz çelik profillerin yanı sıra, elastik boyalı, sıcak daldırma galvanizli çelik profillerde kullanılabilir.
- . Kafes kiriş taşıyıcılarda kare, daire, I kesitli veya özel şekillendirilmiş profiller kullanılabilir.

Kafes-kiriş taşıyıcı saydam giydirme cephelerin olumsuz yönleri ise şöyledir:

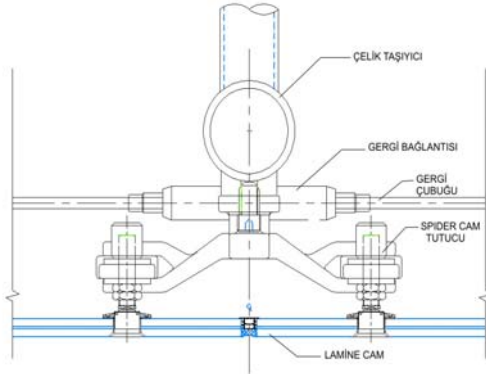
- . Düzlem veya uzay kafes taşıyıcıların öncelikle fabrikalarda hazırlanıp şantiye nakilleri ve montajları söz konusudur. Bu nedenle zaman olarak daha uzun bir yapım süresine sahiptir.
- . Pilon taşıyıcı sisteme göre daha karmaşık bir uygulamadır.
- . Pilon taşıyıcı sisteme göre kalifiye eleman gereksinimi şarttır ve daha maliyetli bir uygulamadır.

2.1.3. Kablo destekli çelik profillerden oluşan sistemler

Bu sistem, Pilkington cam firması tarafından yapılan uygulamalarda 'İkincil gergi sistemli asıl makas' olarak tanımlanmaktadır (Şekil 4). Sistemin avantajı saydamlığın bu yöntemle daha fazla sağlanabilmesidir. Buna karşın maliyeti daha yüksektir. Ancak



Şekil 4 Kablo destekli çelik profil sistem



Şekil 5 Kablo destekli çelik profil sistem

sistemin kurulumu daha hızlıdır. Bu durum, maliyetin dengelenmesi açısından olumlu bir girdi olarak değerlendirilebilir.

Sistemin düşey ve yatay taşıyıcıları bağlandıktan sonra çelik profil veya çelik halat olabilen gergilerin taşıyıcı sisteme montajı yapılır [4]. Bu sistemde kullanılan gergiler *spider* cam tutucuları taşımakta kullanılabileceği gibi cephe taşıyıcı sisteminin kurgusunda da uygulanabilir. Bu olanak tasarımcılara özgün cepheler kurgulama şansı vermektedir (Şekil 5).

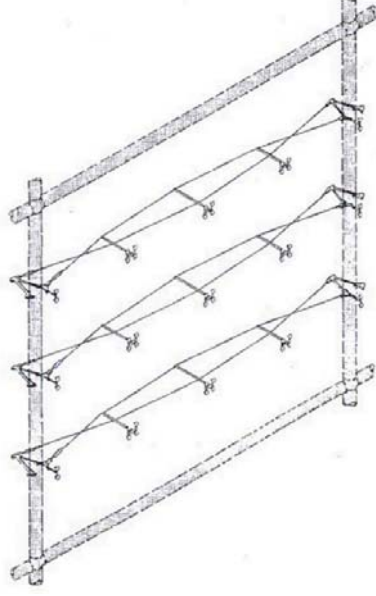
Kablo destekli çelik profil taşıyıcılı saydam giydirme cephelerin olumlu yönleri şöyledir:

- . Hızlı montaj yapılabilmesi sebebiyle zamandan tasarruf sağlar
- . Yüksek cam cephelerin gerektiği durumlarda pilon sistemi destekleyerek çözüm getirebilmektedir.
- . Gerji elemanları çelik profillerden olabileceği gibi çelik halatlardan da oluşabilir.
- . Kablo ile sistemin desteklenmesi mimari açıdan görsel zenginlik ve mekana esneklik kazandırmaktadır.

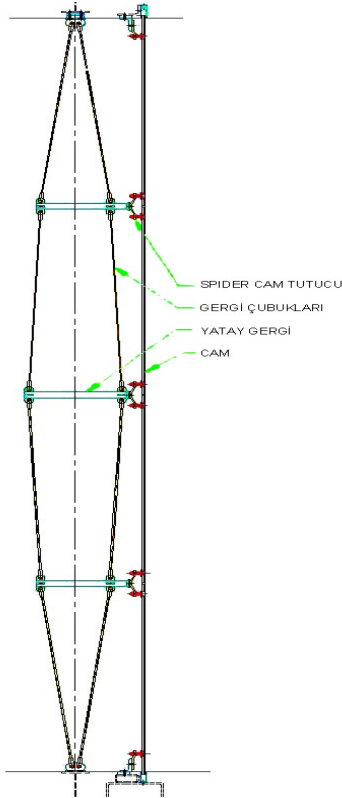
Kablo destekli çelik profil taşıyıcılı saydam giydirme cephelerin olumsuz yönlerini şu şekilde sıralamak mümkündür:

- . Gerji destekli olması nedeniyle daha karmaşık yapıya sahiptir.
- . Uygulaması diğer sistemlere göre daha hassas ve maliyetlidir.

2.2. Taşıyıcısı Kablo Sistemlerden Oluşan Saydam Giydirme Cepheler



Şekil 6. Yatay kablo taşıyıcılı sistem



Şekil 7. Düşey kablo taşıyıcılı sistem

Kablo kiriş sistemde giydirme cephe, yatay veya düşey yönde kurgulanan kablo payandalarla desteklenebilmektedir. Kablo payanda sistemi parabol şeklinde iki ana kablodan oluşur. Bu kablolar çeşitli çaplarda olabilirler. Bunlar germe ve bağlama için germe donanımı ve çatal uçlarla iki yanda yer alan taşıyıcı kolonlara desteklenir veya yan duvarlara ankre edilebilir [5]. Kablo kirişler ana çerçevenin içine yatay yerleştirilirler. Kablo payanda içindeki destekler camı, kablo payandaya göre olması gereken yerde tutarlar. Bu destekler cam parçasının tam arkasında ve kablo kirişler ile bağlantılarının olduğu noktada yatay menteşelerle yerleştirilmişlerdir. Bu durum, cam ile kirişler arasında, cama paralel yönde yatay bir serbestlik sağlar. Genellikle kablo kirişlere kiriş başına 2 ton kadar bir ön gerilme verilir.

2.2.1. Yatay kablo sistemler

Camlı kısım tarafından payandaya uygulanan yüklerin payanda düzleminde kalacağı garanti değildir. Bu yüklerin yatay olduğu farz edilmesine rağmen yapım sırasındaki hatalar yüzünden payandalar tam olarak yatay olmayabilirler. Kabloların dingil etrafında dönmesini engellemek için yalnızca camla bağlantılarından eklemlendirilmişlerdir (Şekil 6). Böylelikle cam düzlemin kendisi olası herhangi bir dönmeyi önler. Kabloların gergin olması da payanda düzleminin yatay pozisyonda kalmasını sağlar. Kablolar ön gerilme sürecinde uzarlar ve bu uzama azaltılabilir. Teller birbirinden mümkün olduğunca uzakta yan yana yatıncaya kadar gerilirler.

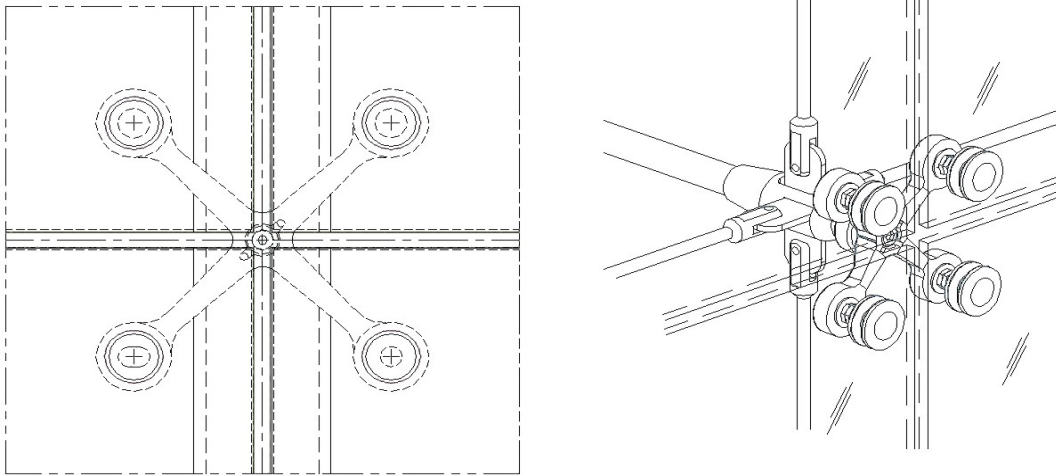
İnşa yerinde kablo payanda kurulumları yer seviyesinde bir maketin üzerinde önceden kurulur. Kabloların üzerinde kullanılan alan destekleri için gerekli her türlü aletle uyumlu olan bir kurulum sırası vardır.

Tüm bunların birbirinden uzaklığı hesaplara göre belirlenir. Kabloların ön gerilim sırasındaki uzamaları da dikkate alınır ve en son uzunluğu tam olarak belirlenir. Daha

sonra kablolar kablo mengeneleri ile desteklere kurulur ve kablolarla desteklerden oluşan tüm kurulum inşa edilerek kalıptan yapılmış çekicilerle bekleyen ana yapı çerçevesine kaynaklanır. Ön gerilme, kablolar gerildikçe kısalan yüksek manevralı hidrolik manivela aletleriyle tamamlanır. Gerilme de germe donanımları kullanılarak sağlanır. Bu süreç istenilen ön gerilme seviyesine ulaşıncaya kadar tekrarlanır. Ön gerilme gerçekleşince kablo payandalar cam takılıncaya kadar hareketsiz tutulur. Kaymalara karşı çeşitli önlemler alınması gerekmektedir. İki kabloyu dönüm noktalarında güvenlik halkaları bir arada tutar ve cam yerine yerleştirilinceye kadar kirişleri geçici bir sürtüktür yerinde tutar [5].

2.2.2. Düşey kablo sistemler

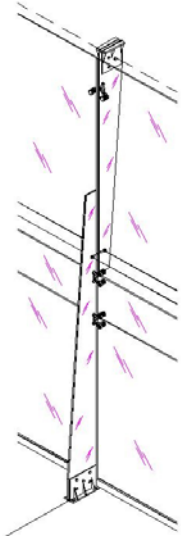
Bu sistemde cepheye gelen yükler cam panellerin arkasında kalan düşey kablo taşıyıcılara aktarılır. Taşıyıcılar yatay şekilde uygulanan yöntemle benzer taşıma performansları gösterirler. Düşey gerilmiş kablolar en üstte bir taşıyıcıya bağlanabilirler (Şekil 7). Bu taşıyıcı kimi zaman çatı da olabilmektedir. Alt noktada ise zemine bağlanırlar. Germe kirişleri tarafından desteklenen cam paneller önemli kiriş saplamalarında cam levhalar arasında yer sağlayacak geniş diferansiyel hareketlere gereksinim duyarlar. *Spider* tutuculara benzer '*planer*' denilen dökme olarak üretilen bağlantı elemanlarının dönme kapasiteleri bu hareketlere imkan sağlar. *Planer* elemanlar, genellikle rüzgar yüklerini transfer eden kiriş düğüm noktalarıyla aynı hizada üretilmiş bağlantı noktalarıdır. Düşey yük ya üstteki cam levha tarafından karşılanır ya da tipik olarak cam levhanın ağırlığının *planer* elemanın kapasitesini aştığı durumlarda askı çubukları tarafından taşınır. Bazı durumlarda ağırlık düşey gerilme kirişine aktarılabilir.



Şekil 8 Düşey kablo taşıyıcı sistemlerde bağlantı noktaları

Genellikle cam kabuğun destek sistemi ana gerilme sisteminden ayrı olarak tasarlanır. Gerilme kabloları, yüksek gerilmeli kablolar veya paslanmaz çelik çubuklardan oluşur. Paslanmaz çelik çubukların kafes kirişleri her düğüm noktasında camı tutan elemanlarda bulunan klemenslerle veya kiriş elemanlar arasındaki dövme veya fabrikasyon olan çubuklara bağlanırlar (Şekil 8) [5].

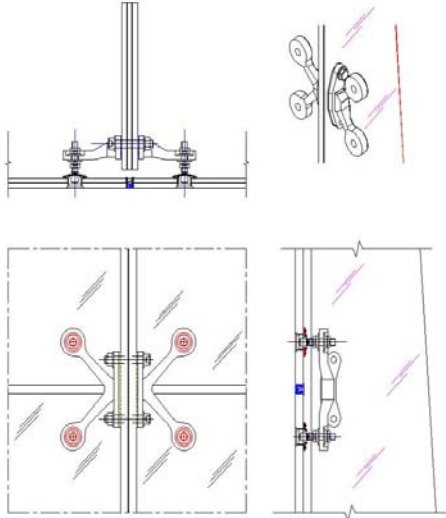
2.3. Taşıyıcı Cam Elemanlardan Oluşan Saydam Giydirme Cepheler



Şekil 9 Taşıyıcı cam destekli saydam giydirme cepheler

Güçlendirilmiş tabakalı cam elemanlardan oluşan bu sistemin en önemli yapım nedeni, görselliği en üst düzeye çıkarabilmesidir (Şekil 9). *Spider* tutucular gibi cam kabuğu bağlayan konstrüktif elemanlar, belirli aralıkta düşey olarak dizilmiş cam malzemeden taşıyıcılara bağlanırlar.

Ancak bu bağlantılarda daha önceki yöntemlerde söz edilen ara elamanlara gerek yoktur. Bunun yerine *spider* bağlantı elemanı iki cam levhayı birleştirecek şekilde tasarlanmıştır (Şekil 10).



Şekil 10 Taşıyıcı cam destekli saydam giydirme cepheler birleşim noktaları

Cam destek tüm cephe boyunca devam etmek zorunda değildir. Sadece cephenin çatı ile birleştiği noktada veya sadece cephenin zemin seviyesi ile birleştiği noktada kullanılabilir. Ayrıca mümkün olan en iyi saydamlığı elde etmek ve cam taşıyıcıları takviye etmek amacıyla kablo gergilerden yararlanılabilir [6].

SONUÇ

Giydirme cepheler yapıları kabuk olarak sarar, yapıyı dış etkilerden mümkün olduğunca koruyan yapı elemanlarıdır. Giydirme cephe teknolojileri yapı

malzemelerinin ve teknolojilerinin gelişmesine bağlı olarak, her geçen gün gelişmekte ve değişmektedir.

Giydirme cephenin ilk uygulamalarından bu güne kadar geçen süre içinde kullanılan malzemeler ve uygulamadaki öncelikler değişmiştir. Günümüzde yapının görselliği artmış ve tasarımcıların daha geniş cam yüzey yaratma arzuları saydam giydirme cephe sistemlerinin doğmasına neden olmuştur. Son yıllarda tasarımcılar camı taşıyıcı anlamda da kullanmaya başlamışlardır. Giydirme cephelerin metal kiriş ve kolonlarla desteklenmesinin yanı sıra strüktürel cam malzemenin taşıyıcı olarak kullanımı da yaygınlaşmıştır.

Saydam giydirme cephe sistemleri, cam cephe yaratmak isteyen tasarımcıların yoğunlukla kullandığı giydirme cephe sistemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Görselliğin fazla olduğu bu cephe sisteminde dikkat edilmesi gereken nokta saydamlığı sağlarken mekan konforunu da göz ardı etmemek gerektiğidir.

KAYNAKLAR

- [1] Hasol, D., (2005), Mimarlık Sözlüğü, Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul
- [2] Schittich, C., Staib, G., (1999), Glass Construction Manual, Birkhouser, Germany.
- [3] Compagno, A., (1996), Intelligent Glass Façades, Birkhouser, Germany
- [4] Loughran, P., (2003), Falling Glass, Birkhouser, Germany
- [5] Behling, S., Behling, S., (2000), Glass: Structure and Technology in Architecture, Prestel, Germany.
- [6] Rice, P., (2001), Structural Glass, Spon, London, England.
- [7] [http:// www.structuralglazingltd.co.uk](http://www.structuralglazingltd.co.uk)
- [8] [http:// www.stainedglassdesigns.com](http://www.stainedglassdesigns.com)