

SÜREKLİ VE NOKTASAL BAĞLANTILI CAM GIYDIRME CEPHE SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ

Yusuf İLHAN (Y.Mimar, İTÜ)
Doç.Dr. Murat AYGÜN (İTÜ Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü)

ÖZET

Bu bildiri giydirmeye cephelerle ilgili -‘Taşıyıcı Izgara-Cam Pano Arası Bağlantı Mekanizması’ Özelindeki Giydirmeye Cephe Sistemlerinin Değerlendirilmesi – başlıklı yüksek lisans tez çalışmasının [1] cephe sistemlerinin sınıflandırılması ile ilgili olan bölümü ele alınmıştır. Çalışma; giydirmeye cephe sistem seçeneklerinin, performans gereksinimleri ve ölçütleri doğrultusunda değerlendirmesini yaparak, hem karşılaştırılmış seçeneklerden en uygun olanının seçimine hem de değerlendirilmiş ürünün gelişimine katkıda bulunmak amacıyla yapılmıştır.

Bu bildiri kapsamında, giydirmeye cephe sistemleri ‘taşıyıcı ızgara-cam pano arası bağlantı şekli’ ne göre sınıflandırılacak ve son yıllarda ülkemizde de uygulaması artan noktasal bağlantılı sistemler detaylandırılacaktır.

1.GİRİŞ

Mimarlık yapıtının dıştan algılanmasında başrolü oynayan cepheler ve kitlesel etkisi, metal doğrama kavramını aşan, giydirmeye cephe çözümleri ile yapıyı tümüyle saran, giydiren yeni bir anlayışın öncülüğünü sergilemektedir. Müşteri ve/veya kullanıcının soyut ve somut isteklerinin de görünen bir yüzü olan cepheler, tasarımcısının avangart çözümleriyle temsiliyetin ve kullanıcı konfor koşullarının gerçekleşmesini sağlamaktadır.

Günümüzde giydirmeye cephe tasarımlarında, temsiliyet ve estetik özellikler ile bina konfor şartlarının sağlanmasının yanı sıra, özellikle enerji korunumuna yönelik kaygılarda söz konusudur. Doğal kaynak akışının önemli ölçüde azalmaya başladığı günümüzde, binalarda fiziksel gereksinimler sonucu ihtiyaç duyulan enerji tüketiminin azaltılması amaçlanmaktadır. Bu bağlamda, mimarlıkta ekoloji ve sürdürülebilirlik kavramlarıyla birlikte, değişen fiziksel etkilere karşı optimal bir yapıya dönüşebilme yetisiyle ‘giydirmeye cepheler’ tasarlanmaktadır. Ancak tasarıma başlarken giydirmeye cephe sistem ve bileşenlerinin de bilinmesi gerekmektedir.

2.Giydirmeye cephe sistemlerinin sınıflandırılması

Giydirmeye cepheler; kendi ağırlığını ve etkileyen hareketli yükleri yapı taşıyıcı sistemine, ayarlanabilir tespit bileşenleri aracılığıyla ileten ve bağlandıkları binanın ana strüktürü tarafından taşınan ince ve hafif, saydam, yarı saydam veya opak yüzeyli dolgu birimlerinin birleşmesinden meydana gelen bir düşey bina kabuğudur.

Giydirmeye cephe sistemlerini çeşitli şekillerde sınıflandırmak mümkündür. E. Özkan sınıflandırmayı, ‘nesne veya olguların ve bunlarla ilgili bilgilerin ayırıcı özelliklerine göre bölümlenmesi’ olarak kısaca tanımlamaktadır. Bu anlamda giydirmeye cepheler, değişkenlerinin saptanması ve bu değişkenlerin belli bir ayrıntıda düzenlenmesi yolu ile sınıflandırılabilir. Zira giydirmeye cepheler:

Kabuk sayısına göre;

- tek kabuklu cepheler
- çift kabuklu cepheler

Tabaka ve kabuk sayısına göre;

- Tek tabakalı, tek kabuklu cepheler

- Çift tabakalı, tek kabuklu cepheler
- Tek tabakalı, çift kabuklu cepheler
- Çift tabakalı, çift kabuk cepheler

Cephe sistem bileşenleri ve bileşenler arası ilişkiye bağlı olarak taşıyıcı ızgara türüne göre;

- Çubuk sistem
- Panel sistem

Taşıyıcı ızgara – dolgu birimi arası bağlantı şekline göre;

- Sürekli bağlantılı sistemler
- Noktasal bağlantılı sistemler

Montaj türüne göre;

- Çubuk sistem
- Yarı panel sistem
- Panel sistem

olarak sınıflandırılabilir. Sınıflandırılabilir.

Giydirme cephe sistemlerindeki örtü bileşeninin taşınma ilkesi, birime etkiyen yüklerin bağlantılar yoluyla taşıyıcı ızgaraya aktarılması esasına dayanır. Örtü bileşeni olarak ele alınan cam pano, kendi ağırlığının etkisiyle düzlemi içinde oluşan sabit yükler ile düzlemine dik tesir eden rüzgar yükleri gibi hareketli yüklerin etkisi altındadır. Sabit ve hareketli yüklerin etkisiyle oluşan gerilmeler, cam pano ve taşıyıcı ızgara arasındaki bağlantılara aktarılırlar. Cephe sistem bileşenleri arasında yük aktarımını sağlayan bağlantılar, oluşan yüklerin ve bağlayacakları elemanların özelliklerine göre sürekli veya noktasal olarak şekillenirler.

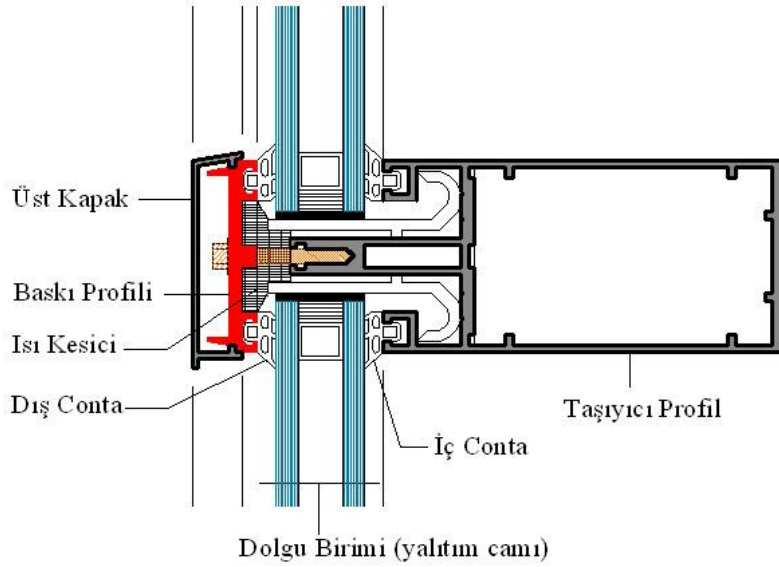
Giydirme cephe sistemleri ‘taşıyıcı ızgara-cam pano arası bağlantı şekli’ ne göre sürekli bağlantılı ve noktasal bağlantılı sistemler olarak iki gruba ayrılırlar.

2.1. Sürekli Bağlantılı Sistemler

Cam panonun kenarları boyunca taşıyıcı ızgaraya, sıkıştırma ve/veya yapıştırma esaslı mekanizmalarla bağlanması yolu ile oluşturulan sistemler, sürekli bağlantılı sistemlerdir. Cam pano kenarları boyunca düzgün basınç uygulandığından deformasyonlar sınırlanmıştır. Sürekli bağlantılı sistemler bağlantı mekanizmasına göre; baskı profilli, taşıyıcı macunlu ve karma sistemler olarak 3 gruba ayrılırlar.

2.1.1. Baskı Profilli Sistemler

Baskı profilli sistemlerde camı kenarları boyunca dış taraftan içeri doğru sıkıştıran bir baskı profilli bulunmaktadır. Bağlantılar, camı sıkıştırarak oluşan sürtünme yüzeyi ile yükleri aktarırlar [2]. Sürtünme yüzeylerinde baskı profili ile cam arasında; bir yastık görevi gören ve sürtünme katsayısı iyi olan, elastikliğini yüklenme durumunda kaybetmeyecek contalar ya da köpük bantlar kullanılır. Baskı profili ile taşıyıcı ızgara arasında ise alüminyumun ısı iletkenlik katsayısının yüksek olması sebebiyle ısı kesiciler kullanılır. Ayrıca baskı profilinin üzerine bağlantı vidalarını gizlemek ve iyi bir cephe görünümü elde etmek için de bir üst kapak yerleştirilir.



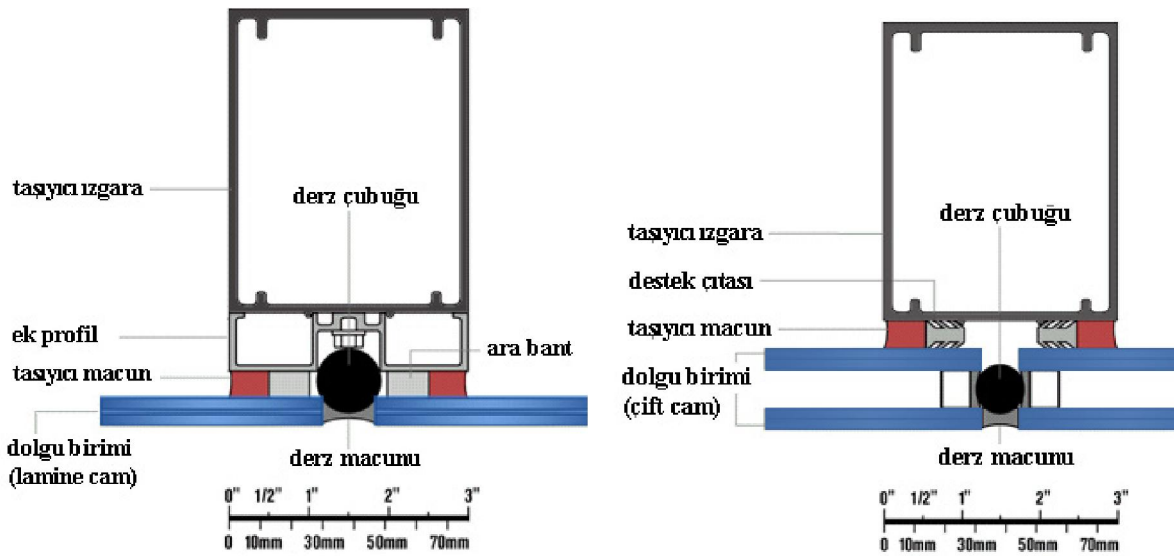
Şekil 2.1 Baskı profilli sistem örneği

2.1.2. Taşıyıcı Macunlu Sistemler

Taşıyıcı macunlu sistemler; cam panoların kenarları boyunca strüktürel özellikteki macunlar kullanarak taşıyıcı ızgaraya bağlanması esasına dayanır. Cam pano taşıyıcı ızgaraya direk bağlanabileceği gibi bir ek profil kullanılarak da bağlanabilir [3].

Sistem kurulduğunda ek profil kullanılması durumunda; cam pano ve ek profil arasındaki bağlantı fabrika ortamında taşıyıcı macun kullanılarak yapılır. Daha sonra bu panolar şantiyede, bina cephesinde oluşturulan taşıyıcı ızgaraya mekanik olarak bağlanır. Ek profil kullanılmaması durumunda ise cam pano, direk olarak taşıyıcı macun aracılığıyla taşıyıcı ızgaraya şantiye ortamında yapıştırılır [4]. (Şekil 2.2).

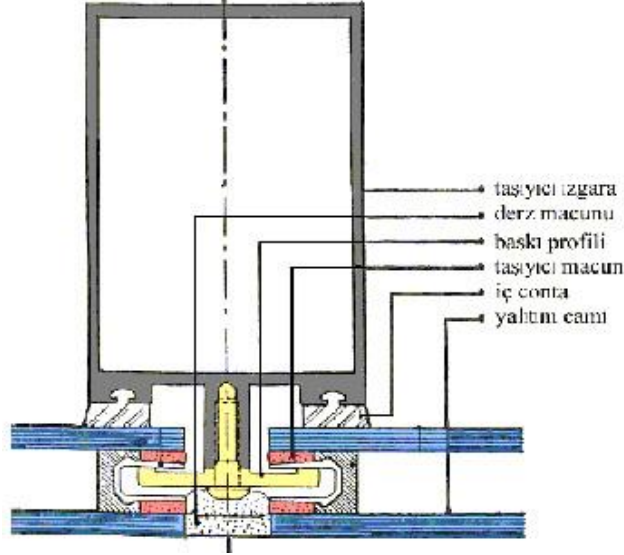
Taşıyıcı macunlu sistemlerde, yapışkan olarak silikon kullanılmaktadır. Bu sistemlerde silikonun kullanılıyor oluşu, sistemin 'strüktürel silikonlu giydirme cepheler' olarak anılmasının sebebidir. Strüktürel silikonlu giydirme cepheler, taşıyıcı macunun cephe sistemindeki sürekliliğine göre iki kenarı ve dört kenarı strüktürel silikonlu sistemler olarak iki gruba ayrılırlar.



Şekil 2.2 Ek profilli ve ek profilsiz taşıyıcı macunlu sistem örneği

2.1.3. Karma Sistemler

Karma birleşimli sistemlerde taşıyıcı macunla iç ek birimine bağlanan cam pano, dış ek profilin, cam pano kenarı ile ısı kesicinin arasına yerleştirilmesi ile oluşturulur. Dış ek profil mekanik olarak taşıyıcı ızgaraya bağlanır. Bu sistemde bileşen sayısının artmasından dolayı sistem karmaşıklaşmakta ve sorun oluşturması muhtemel detaylar artmaktadır [2].



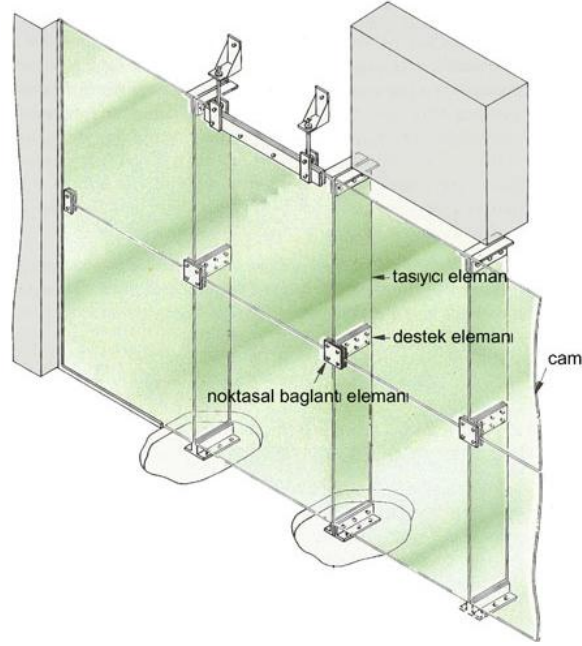
Şekil 2.3 Karma sistem örneği

2.2.Noktasal Bağlantılı Sistemler

Noktasal bağlantılı sistemler; cam panoları herhangi bir metal çerçeve kullanmaksızın, noktasal bağlantı elemanları ile bir araya getiren ve kullanıcıya maksimum kesintisiz görüş imkanı sunan sistemlerdir.

Cam panolar rüzgar yükleri karşısında tıpkı döşeme plakları gibi davranır. Rüzgar yükü etkisiyle bükülen cam pano, yükleri bağlantılara aktarır. Bağlantıların noktasal olması durumunda cam daha çok bükülür ve bağlantı noktaları etrafında gerilme birikmesi olur. Bu nedenle, noktasal bağlantılı sistemlerde kullanılacak camların cinsleri ve kalınlıkları ile bağlantıların yerleri ve biçimleri cephe sisteminin strüktürel dayanımı açısından önemlidir.

Noktasal olarak taşınan büyük cam panolar, kendi ağırlıkları altında burkularak eğilme momenti etkisi altında kalırlar. Eğilme momenti etkisiyle cam yüzeyinde çekme gerilmeleri oluşmaktadır. Çekme gerilmelerinin sürekli olması durumunda, camın gerilmelere olan direnci üçte birine düşmekte ve yüzeyindeki delikler genişlemektedir [5]. Bu durum camın kırılmasına sebep olmakta ve bir takım önlemler alınmasını zorunlu kılmaktadır. Bu tip kırılmaları önlemek için öncelikle; dış yüzeylerine basınç gerilmeleri kazandırılmış temperli camlar kullanılmalı ve cam panolar desteklere oturtulmak yerine desteklere asılmalıdır.

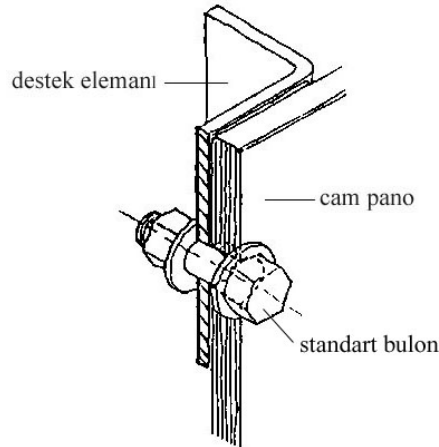


Şekil 2.4 Noktasal bağlantılı sistem

Noktasal bağlantı elemanlarının tasarımı, yüklerin cam ve taşıyıcı ızgara arasında güvenle aktarılması açısından büyük önem taşımaktadır. Cam panonun kenarına ya da levhada açılmış deliklere bağlanan noktasal bağlantı elemanları, noktanın etrafında yer alan dayanma alanları, sürtünme ve yapıştırma yüzeyleri ile yükleri aktarırlar. Yatay ve düşey yöndeki yükleri aktarırken; cam düzlemin, rüzgar yükü etkisiyle eğilmesi sonucu oluşan momentleri etkisizleştirebilecek ve camın her üç yönde hareketine izin verebilecek şekilde tasarlanmalıdırlar. Görüleceği üzere sistemde meydana gelen yüklerin nasıl aktarılacağı ve cam panonun nasıl taşınacağı, noktasal bağlantı elemanlarının tasarımıyla yakından ilişkilidir. Bu nedenle, noktasal bağlantılı sistemlerde kullanılan çeşitli bağlantı mekanizmaları aşağıda açıklanmıştır.

2.2.1. Standart Bulonlu Bağlantı

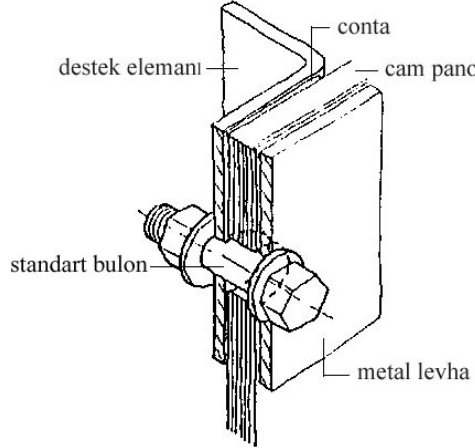
Bu tip bağlantılarda camın ağırlığı, cam üzerindeki silindirik deliğin etrafında yoğunlaşır. Delik yüzeyinin üst kısmında basınç gerilmeleri oluşur. Cam destek elemana bulonla rijit bir şekilde bağlı olduğundan, cam ve destek eleman birlikte hareket eder ve aralarında camın kırılmasına neden olabilecek moment aktarımı olur. Ayrıca bu tip bağlantılar yalıtım camlarında kullanılamazlar.



Şekil 2.5 Standart bulonlu bağlantı [6]

2.2.2. Standart Bulonlu ve Levhalı Bağlantı

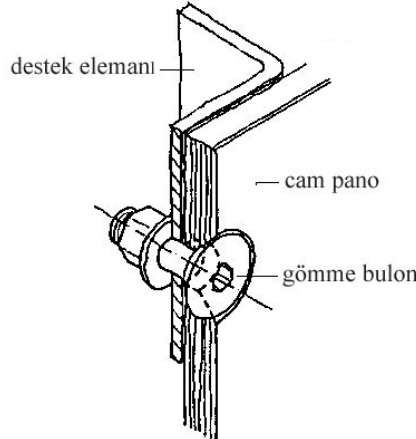
Standart bulonlu bağlantının geliştirilmiş halidir. Sistemin tasarımındaki ana prensip; cama yapıştırılmış metal bir levhanın bulonla destek elemana sıkıştırılması sonucunda, metal levha-conta-cam ara yüzünde oluşan sürtünme kuvveti ile cama etkiyen yüklerin taşınmasıdır. Böylelikle silindirik delik, cam ağırlığının direkt olarak etkisi altında değildir. Ancak cam ve destek eleman birbirine sıkı sıkıya bağlı olduğundan, destek elemandan cama aktarılan momentler camın kırılmasına neden olabilir. Camın kırılma riski ise levha boyutları arttıkça azalacaktır.



Şekil 2.6 Bulonlu levha bağlantı [6]

2.2.3. Gömme Bulonlu Bağlantı

Gömme bulon kullanımı ile dümdüz bir dış yüzey elde edilir. Bu tip bağlantıda da ağırlık delik etrafında yoğunlaşır. Ancak bu sistemde deliğin konik oluşu bulonun temas yüzeyini arttırmakta ve bu yolla delik etrafında daha az basıncın odaklanmasını sağlamaktadır. Camın delinmesi sırasında oluşan çapaklar ve sert metalin camla direkt ilişkisi sebebiyle camın çatlama riski yüksektir. Bu yüzden cam ile destek elemanı arasında, tampon görevi gören esnek bir malzeme kullanılır.



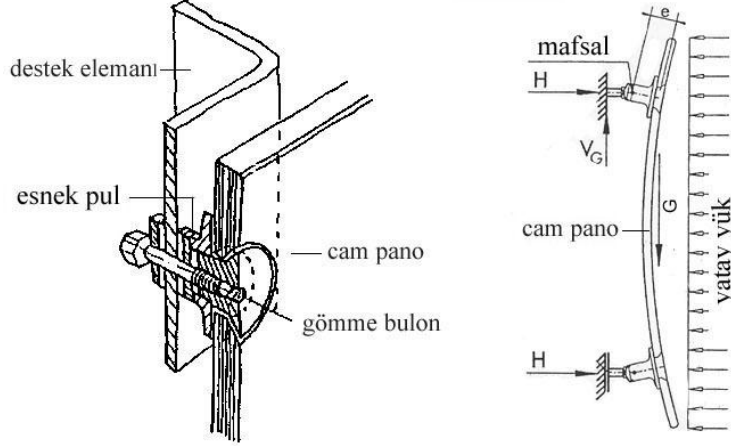
Şekil 2.7 Gömme bulonlu bağlantı [6]

2.2.4. Eklemlı Gömme Bulonlu Bağlantı

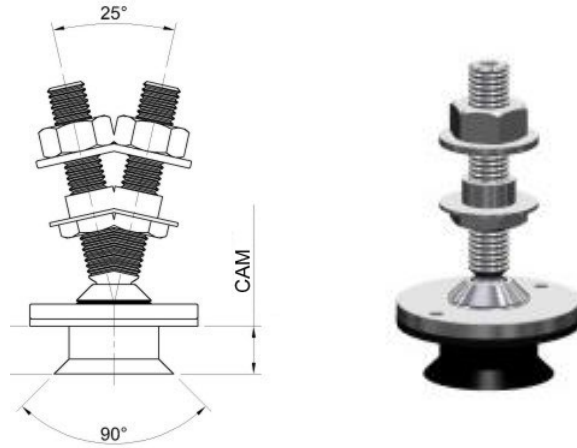
Bu tip bağlantılar, mafsallı yapıları sayesinde cam ile destek eleman arasındaki karşılıklı moment aktarımını bir miktar önler. Mafsalın cam panoya göre konumu oluşan momentin miktarı açısından önemlidir. Ayrıca eklemlı yapıları ile yalıtım camı kullanımına imkan verirler. Bu tip bağlantılar dış mafsallı ve iç mafsallı olarak iki gruba ayrılabilir.

2.2.5.Dış Mafsallı

Bu sistemde cam ile destek elemanı arasına yerleştirilen esnek pullar iki elemanın kısmen farklı çalışabilmesine imkan vermektedir. Bulonla destek elemanı arasındaki bağlantı rijit, camla bulon arasındaki bağlantı ise mafsallıdır. Ancak mafsallı delik dışında olduğundan, yüklenme durumunda cam içerisinde bir miktar eğilme momenti ($M_E = G \times e$) oluşacaktır.



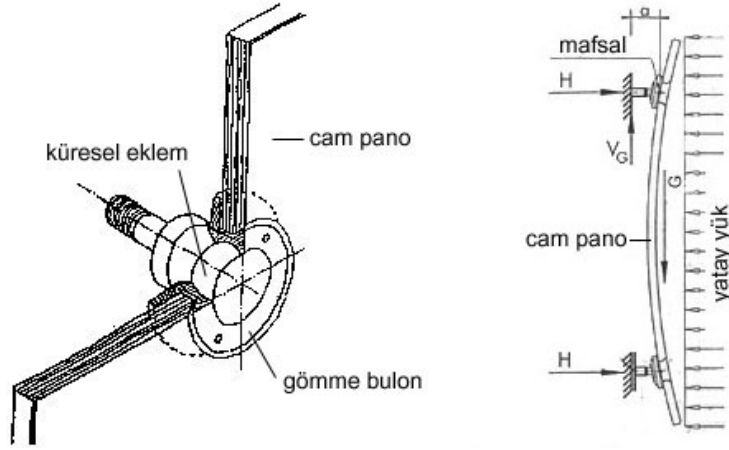
Şekil 2.8 Dış mafsallı bağlantı ve moment oluşumu [7]



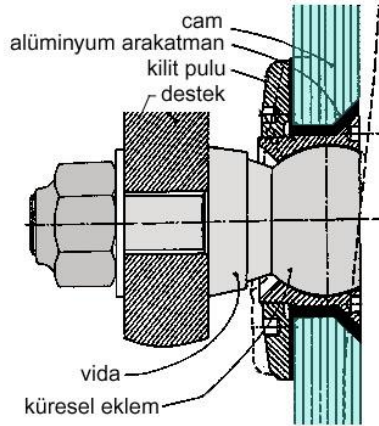
Şekil 2.9 Dış mafsallı gömme bulon örneği

2.2.6.İç Mafsallı

Gömme bulonun içerisinde düşünülen her yönde hareketli küresel bir eklem, cam panoda eğilme momenti oluşmasını büyük oranda engeller. İç mafsallı sayesinde cam düzlemlerle destek elemanı arasındaki moment aktarımı da minimize edilmiş olur. Bu uygulamayla, standart bulon kullanılması durumunda delik etrafında oluşan gerilmelerin %70 oranında azaltılması sağlanır [8]. Böylelikle sistemin yük taşıma kapasitesi artırılmış olur. Diğer nokta bağlantılı sistemlere nazaran daha ince camların kullanılması mümkündür.



Şekil 2.10 Eklemlili gömme bulonlu bağlantı – moment oluşumu [7]



Şekil 2.11 Küresel eklemli gömme bulon [6]

Noktasal bağlantılı sistemlerin strüktürel dayanımında, cephe sisteminde kullanılan cam panoların ve bağlantı mekanizmalarının yarattığı sinerjinin belirgin bir rol oynaması, bu sistemlerin “strüktürel cam sistemleri” olarak adlandırılmasını sağlamıştır.

3.SONUÇLAR

Mimarinin değişim süreci içinde günümüz mimarlığın gelinceye kadar, insanoğlunun gelişim ve değişiminden en çok etkilenen öğelerden biri de cepheler dolayısıyla son yüzyılda giydirme cepheler olmuştur. Le Corbusier “...mimarlığın tarihi, pencerenin mücadelesinin öyküsüdür.” diyerek konunun önemini özetlemiştir. Bu anlamda geleceğin tarihinin yazıldığı günümüzde kullanılan giydirme cephe sistemlerinin bilinmesi doğru tasarımların yapılmasına yardımcı olacaktır. Cephe sistem seçeneklerinin bilinmesinin gerek tasarımcıya gerekse müşteriye esneklikler sağlayacağı tabidir.

Giydirme cephelerin ‘taşıyıcı ızgara-cam pano arası bağlantı şekli’ ne göre sınıflandırılmasının yapıldığı bu bildiride sistem seçenekleri sürekli bağlantılı ve noktasal bağlantılı sistemler olarak iki gruba ayrılmıştır. Sürekli bağlantılı sistemlerde yapıştırma ve/veya sıkıştırma esaslı bağlantı mekanizmalarının kullanıldığı ve sistemin aşağıda sıralandığı gibi çeşitlilik gösterdiği görülmüştür.

- Baskı profilli sistemler
- Taşıyıcı macunlu sistemler (strüktürel silikonlu sistemler)
- İki kenarı strüktürel silikonlu sistemler
- Dört kenarı strüktürel silikonlu sistemler
- Karma sistemler

Noktasal bağlantılı sistemlerde ise (strüktürel cam sistemleri) cephe sistemine etkileyen yüklerin nasıl aktarılacağı ve cam panonun nasıl taşınacağı soruna ilişkin olarak, aşağıda izlenen bağlantı mekanizmalarının kullanıldığı sonucuna varılmıştır.

- Standart bulonlu bağlantı
- Standart bulonlu ve levhalı bağlantı
- Gömme bulonlu bağlantı
- Eklemlı gömme bulonlu bağlantı
- Dış mafsallı
- İç mafsallı

KAYNAKLAR

- (1) **İlhan, Y.**, 2004. 'Taşıyıcı Izgara-Cam Pano Arası Bağlantı Mekanizması' Özelindeki Giydırme Cephe Sistemlerinin Değerlendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- (2) **Aygün, M.**, 1996. Giydırme Cephelerde Sistem Seçimi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Araştırma Fonu*, İstanbul
- (3) **Elmahdy, A.H. and Comick, S.M.**, 1988. New Technology in Window Industry, Building Science Insight'88 'Window Performance and New Technology', Canada
- (4) **Amstock, J.,S.**, 1997. Handbook of Glass in Construction, McGraw-Hill , New York
- (5) **Schittich, C. and Staib, G.**, 1999. Glass Construction Manual, Birkhauser-Publishers for Architecture, Basel
- (6) **www.cmiltd.demon.co.uk/systemevolution**
- (7) **Krewinkel, H.W.**, 1998. Neues Punkthaltesystem für Isolierverglasungen, *Detail vol. 38*, 1998/3, April-May
- (8) **www.metroglass.co.nz**