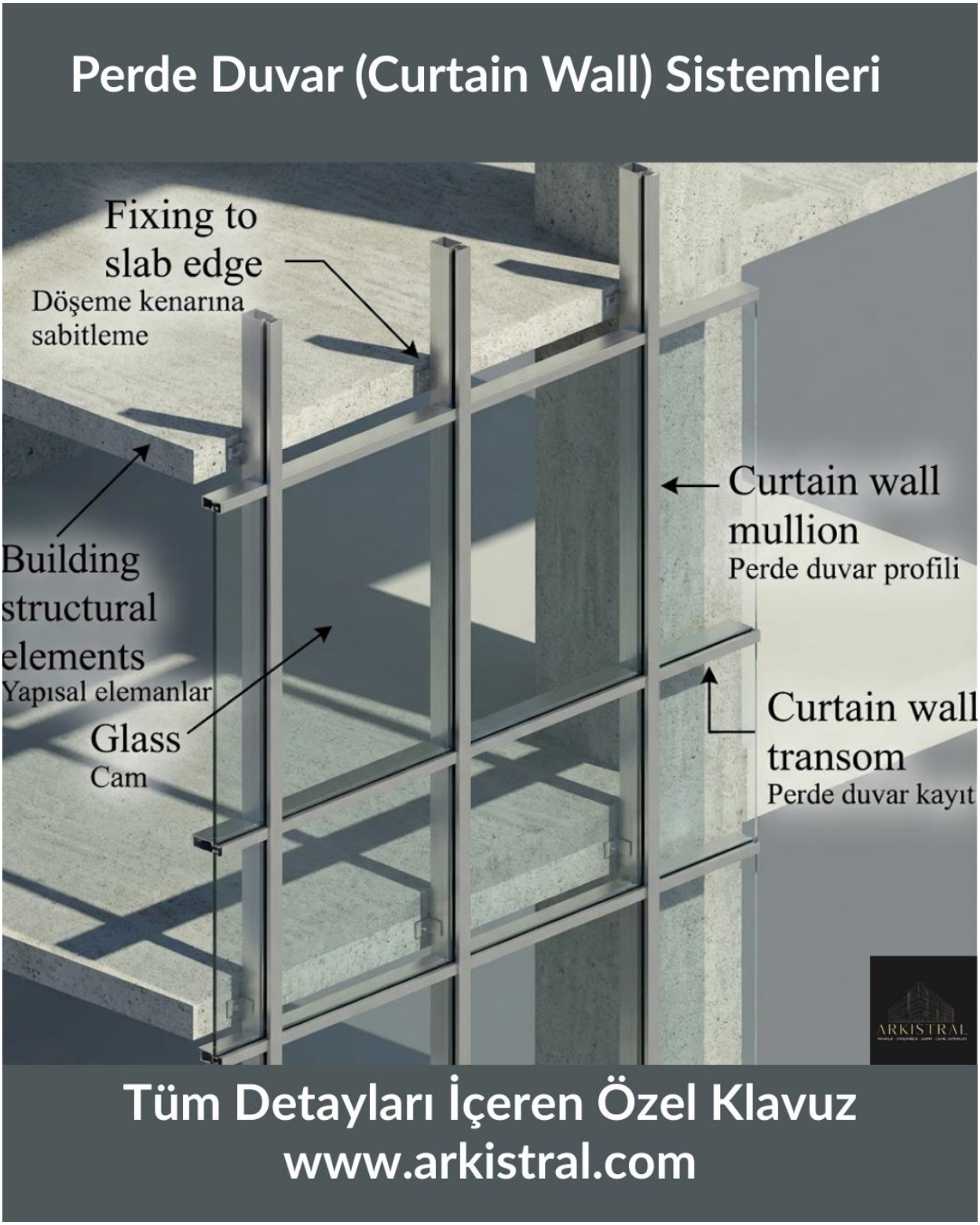
Perde Duvar (Curtain Wall) Sistemleri: Bileşenler, Detaylar ve Teknik Çalışma Mantığı

Perde duvar sistemleri, modern yapılar için geliştirilen en gelişmiş cephe çözümlerinden biridir. Bu sistemler, binanın dış kabuğunu hafif fakat son derece dayanıklı bir yapıyla sararak hem estetik hem de teknik anlamda yüksek performans sunar. “Curtain Wall” adı, sistemin yapıya **asılı durması** ve **taşıyıcı yük taşımaması** prensibine dayanır.



Perde duvarın temel amacı yalnızca binayı kapatmak değildir; aynı zamanda:

- Yapıyı dış etkilerden koruyan bir bariyer oluşturmak,
- Doğal ışığı iç mekana kontrollü şekilde almak,
- Enerji verimliliğini artırmak,
- Ses ve ısı yalıtımında katkı sağlamak,
- Mimari özgürlük ve modern görünüm elde etmek,
- Hızlı montaj ve modüler yapı ile proje verimliliğini yükseltmek

gibi çok yönlü işlevleri yerine getirir.

1. Taşıyıcı Çerçeve: Mullion ve Transom Yapısı

(Perde Duvar Sistemlerinin Yapısal Omurgası)**

Perde duvar sisteminin en kritik bileşeni, binaya görünmez bir iskelet sağlayan **alüminyum taşıyıcı çerçevedir**. Bu çerçeve; düşey **mullion** ve yatay **transom** profillerinden oluşur ve tüm cephe performansını belirleyen temel yapısal "grid" sistemini oluşturur.

Bu taşıyıcı çerçeve, hem yük aktarımı hem hareket kontrolü hem de mimari bütünlük açısından cephe mühendisliğinin kalbidir.

1.1 Mullion (Düşey Ana Taşıyıcı Elemanlar)

Mullionlar, perde duvarın hem omurgası hem de yük taşıyıcı kolonlarıdır. Cam veya panel elemanlarının rüzgardan ve dış kuvvetlerden aldığı tüm yükleri **düşey doğrultuda** ankrajlara ve oradan da ana yapıya iletir.

Mullionların Temel Görevleri

1) Rüzgar Yükü Taşıma ve Aktarım

- Cephe elemanlarına çarpan pozitif ve negatif rüzgar basınçları önce cama gelir, ardından mulliona aktarılır.
- Mullionun seçimi, TS EN 1991-1-4 ve proje rüzgar simülasyon sonuçlarına göre yapılmalıdır.
- Profil eğilme momenti, sehim limiti, gerilme kapasitesi ve atalet momenti hesaplanır.

Not: Yanlış seçilmiş mullion → cam sehim yapar → basınç plakası doğruluğu bozulur → su alma riski artar.

2) Termal Hareketlere İzin Verme

Alüminyumun ısıl genleşme katsayısı yüksektir.
Bu nedenle mullion:

- Üst ve alt ankrajlarda serbest hareket noktalarına sahip olmalıdır.
- Katlar arası oturma farklarını tolere edebilmelidir.

- Termal kırma bölgeleriyle iç-dış alüminyum arasında ısı iletimini azaltmalıdır.

3) Cam ve Dolgu Panellerini Güvenle Taşıma

- Cam ağırlığı transom üzerinden mulliona, mullion üzerinden ankraja geçer.
- Mullion profili, camın kendi ağırlığı + rüzgar yüklerini birlikte taşıyabilecek şekilde tasarlanmalıdır.

4) Mimari Modülerlik

Mullion aralıkları, mimari ritmi oluşturur:

- 1.20 m
- 1.35 m
- 1.50 m
- 1.80 m

gibi aks aralıkları projeye göre belirlenir.

5) Sızdırmazlık ve Drenaj Sistemlerinin Çalışmasını Sağlama

Mullion iç yapısı "çok kanallı" tasarlanır:

- İç drenaj kanalı
- Basınç dengeleme haznesi
- Dış kozmetik yüzey
- Fitil yatakları

Her biri ayrı bir görev taşır.

1.2 Transom (Yatay Taşıyıcı Elemanlar)

Transomlar, cephede her kat seviyesinde ve cam alt-bant hizalarında yatay çizgiyi oluşturan ana taşıyıcı elemanlardır.

Transomların Temel Görevleri

1) Cam Ağırlığını Taşımak

Vision veya spandrel camların ağırlığı doğrudan transoma oturur.
Bu nedenle:

- Transom profili yeterli yüksekliğe ve et kalınlığına sahip olmalıdır.
- Taşıma pedleri ile cam yükü dengelenmelidir.

2) Rüzgar Yükünü Mulliona Aktarmak

Cam yüzeyine etkiyen basınç veya emme kuvvetleri:

- Önce transoma,
- Ardından mulliona aktarılır.

Bu aktarımda:

- Basınç plakası sıkma momenti,
- Transom klips elemanlarının dayanımı kritik rol oynar.

3) Drenaj ve Su Yönetimi

Transomlar, perde duvarın "yağmur perdesi" prensibinin uygulandığı bölgedir.
Bu nedenle transom:

- İç drenaj kanalı taşır,
- Su birikmesini önlemek için weep-hole deliklerine sahiptir,
- Suyu mullion drenaj hattına yönlendirir.

Bu nedenle transoma verilen minimum eğim önemlidir.

4) Derz Hattı ve Estetik Düzen

Transomlar bina cephesinin yatay ritmini oluşturur:

- Spandrel hizaları,
- Kat bantları,
- Gölgeleme çizgileri

mimari açıdan transomun varlığını belirler.

1.3 Mullion – Transom Birlikte Nasıl Çalışır?

Aşağıdaki prensip perde duvarın mühendislik mantığını özetler:

"Mullion yük taşır, transom modu belirler."

Mullion:

- Düşey yükleri taşır
- Rüzgar yükünü aktarır
- Esneme ve sehim kontrolü sağlar

Transom:

- Cam oturma noktasıdır
- Su ve nem yönetimini üstlenir
- Yatay modülerliği tanımlar

Bu entegrasyon sayesinde sistem:

- Yüksek rüzgar dayanımına sahip olur
- Su alma riskini minimize eder

- Cam kırılması riskini azaltır
- Uzun ömürlü çalışma sağlar

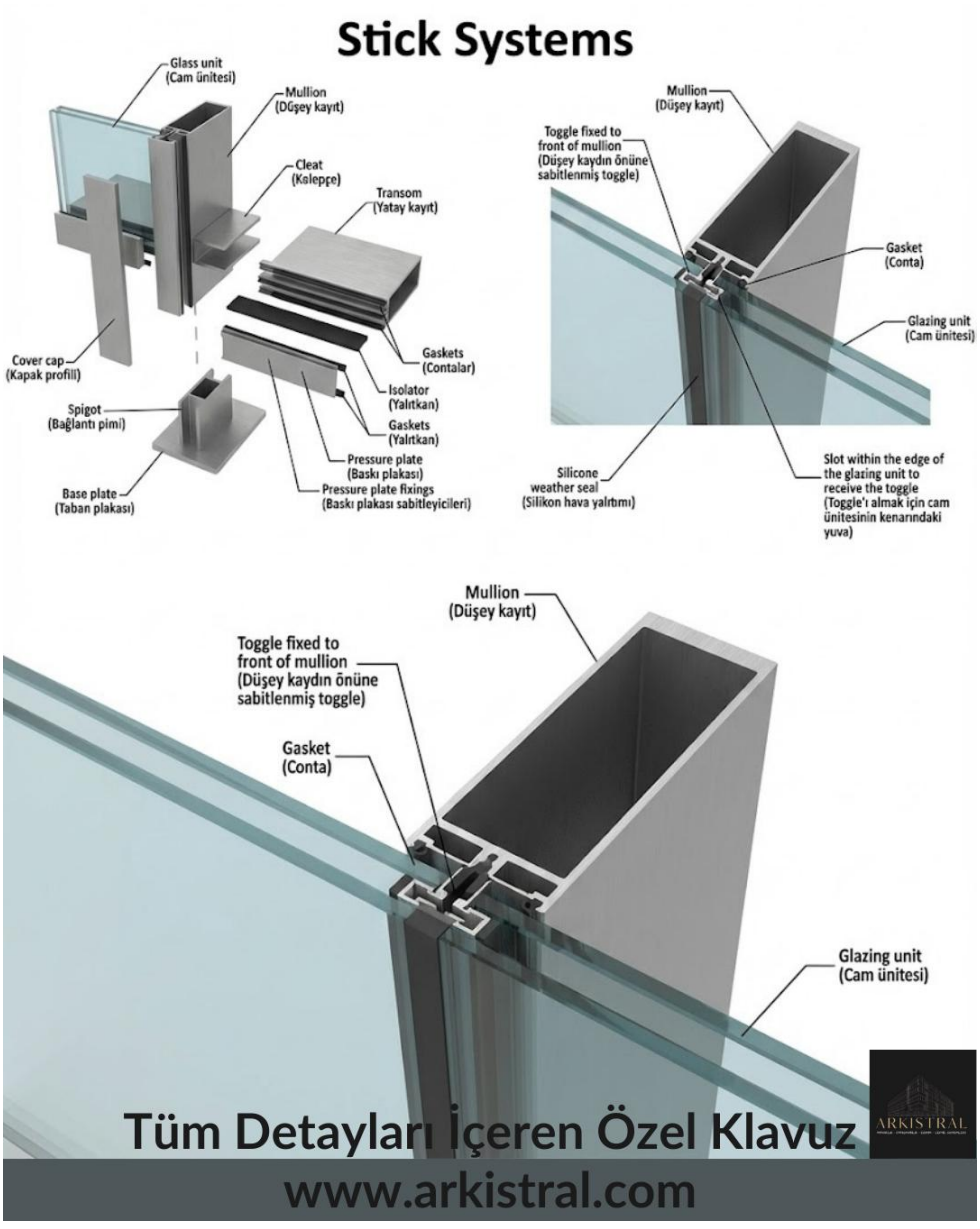
1.4 Stick, Unitized ve Ladder Sistemlerde Çerçeve Farkları

Perde duvar sistemlerinde taşıyıcı çerçevenin projeye göre hangi yöntemle üretileceği ve monte edileceği, hem maliyet hem işçilik kalitesi hem de proje takvimi açısından kritik bir karardır. Stick, Unitized ve Ladder sistemler aynı temel mullion–transom mantığını paylaşsa da; üretim, montaj, kalite kontrol ve lojistik anlamında birbirinden çok farklı çalışma prensiplerine sahiptir.

Aşağıda bu üç sistem, mühendislik bakış açısıyla ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

A) Stick Sistem (Çubuk Sistem)

Stick sistem, dünya genelinde en yaygın kullanılan perde duvar montaj yöntemidir. “Çubuk sistem” olarak adlandırılmasının nedeni; mullion ve transomların sahada, yani inşaat şantiyesinde parça parça birleştirilmesidir.



A.1 Stick Sistem Nasıl Çalışır?

- Mullion profilleri şantiyede dikine monte edilir.
- Transomlar mullionların arasına yerinde bağlanır.
- Ardından cam, kapak, fitil ve basınç plakası montajı yapılır.

Yani çerçeve, **yerinde (on-site) modüler olarak yükselerek** oluşturulur.

A.2 Stick Sistem Avantajları

1) Montaj Esnekliği

Şantiyede ölçülerin değişmesi durumunda profil boyları kolayca revize edilebilir.
Özellikle mimari revizyonların sık olduğu projelerde büyük avantaj sağlar.

2) Ekonomik Olması

Üretim maliyetleri düşüktür, özel üretim gerektirmez.
Yerel çözüm üreticileri ile rahatlıkla çalışılabilir.

3) Saha Uygulamasında Erişilebilirlik

Çerçeve montajı kat kat ilerlediği için:

- Vinç ihtiyacı azalır,
- Modül taşıma zorunluluğu yoktur,
- Dar alanlı şantiyelerde uygulanabilir.

A.3 Stick Sistem Dezavantajları

1) İklim Koşullarına Bağımlılık

Montaj büyük oranda açık havada yapıldığı için:

- Yağmur,
- Rüzgar,
- Güneş,
- Don koşulları

iş kalitesini doğrudan etkileyebilir.

2) İşçilik Kalitesinin Değişken Olması

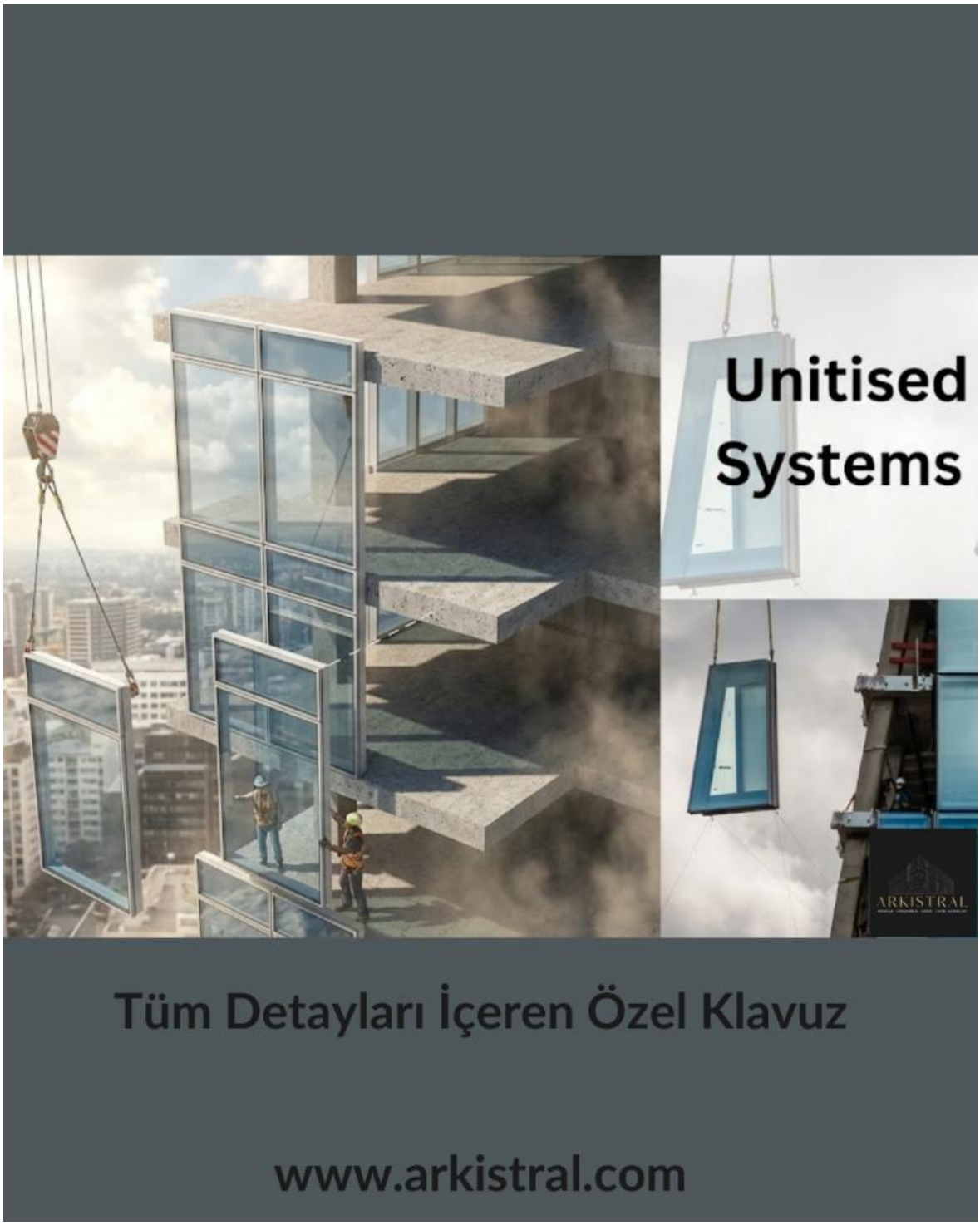
Her birleşim, her fitil yerleşimi ve her silikon uygulaması sahada yapıldığı için hataya açık bir metottur.

3) Sürenin Uzaması

Her parça sahada birleştirildiği için proje toplam süresi unitized sisteme göre daha uzundur.

B) Unitized Sistem (Panelize Sistem)

Unitized perde duvar sistemi, çerçevenin ve cam/panel bileşenlerinin fabrikada bir bütün modül halinde üretilip, sahada sadece yerine takılması esasına dayanır. Günümüzde yüksek katlı ve yüksek bütçeli projelerde standart hâle gelmiştir.



B.1 Unitized Sistem Nasıl Çalışır?

- Mullion ve transomlar fabrikada panel formunda birleştirilir.

- Cam veya spandrel paneller bu modül üzerine yerleştirilir.
- EPDM contalar, silikonlar ve basınç plakası uygulamaları tamamen kontrollü ortamda yapılır.
- Şantiyede sadece “montaj vinci ile yerine oturtma” işlemi yapılır.

Bu nedenle unitized sistem, **tamamı fabrikada üretilen bir cephe** olarak da tanımlanır.

B.2 Unitized Sistem Avantajları

1) En Yüksek İşçilik Kalitesi

Fabrika ortamında:

- Tozsuz, temiz,
- Nem kontrolü yapılan,
- Kalibrasyonu sabit aletlerle,

çalışıldığı için birleşim hataları minimize edilir.

2) Yüksek Katlı Binalar için En Güvenli Çözüm

Rüzgar yüklerinin yüksek olduğu yapılarda:

- Basınç plakası toleransları,
- Cam güvenlik kriterleri,
- Sızdırmazlık uygulamaları

fabrikada yapılmak zorundadır.

3) Şantiyede Çok Hızlı İlerler

Günde onlarca panel, bir kat boyunca monte edilebilir.

4) Hava Koşullarından Etkilenmez

Sahanın sadece modülü yerleştirecek kadar uygun olması yeterlidir.

B.3 Unitized Sistem Dezavantajları

1) Lojistik Zorluğu

Hazırlanan modüller oldukça büyüktür ve taşınması özel araç gerektirir.

2) Maliyet

Stick sisteme göre daha pahalıdır, çünkü:

- Fabrika üretimi,
- Kalite kontrol süreci,
- Uzman ekip gerektirir.

3) Revizyon Esnekliği Azdır

Modül üretildikten sonra ölçülerin değişmesi çok daha zordur.

C) Ladder Sistem (Ön Montajlı Merdiven Sistemi)

Ladder sistem, stick sistem ile unitized sistem arasında hibrit bir çözümdür.
Bu sistemde mullion ve transomlar “merdiven formunda” ön montajlı şekilde hazırlanır, ancak stick sistem gibi sahada detaylandırılır.



C.1 Ladder Sistem Nasıl Çalışır?

- Mullionlar fabrikada birleştirilir.
- Transomlar ön montajla mullion üzerine bağlanır ve bir modül iskeleti oluşur.
- Cam ve panel montajı hâlâ sahada yapılır.
- Sistem stick kadar esnek, unitized kadar kontrollü bir montaj sağlar.

Bu nedenle genellikle **orta katlı** yapılarda tercih edilir.

C.2 Ladder Sistem Avantajları

1) Stick Sistemden Daha Hızlı

Çerçevenin büyük kısmı fabrikada hazırlandığı için sahada montaj süresi kısalır.

2) Unitized Sistemden Daha Ekonomik

Tüm panelin değil yalnızca taşıyıcı iskeletin fabrikada hazırlanması, maliyeti düşürür.

3) Lojistik Kolaylığı

Unitized gibi büyük paneller taşınmaz; merdiven şeklindeki iskeletler taşınır.
Bu hem nakliyeyi hem sahada taşıma sürecini kolaylaştırır.

C.3 Ladder Sistem Dezavantajları

1) Görsel ve Hava-Su Testleri Stick Sistem Gibi Sahada Yapılır

Tam modül üretimi olmadığından kalite kontrol kısmen sahada yapılır.

2) Cam Montajı Sahada Olduğu için Hatalara Açık

Stick sistemdeki risklerin bir kısmı bu sistemde devam eder.

Üç Sistemin Mühendislik Karşılaştırması (Özet Tablo)

Kriter	Stick	Unitized	Ladder
Montaj Hızı	Orta	Çok yüksek	Yüksek
İşçilik Kalitesi	Değişken (sahada)	Çok yüksek (fabrikada)	Orta-yüksek
Maliyet	En ekonomik	En pahalı	Orta
Yüksek Katlı Yapılar	Az uygun	En uygun	Orta uygun
Lojistik	Kolay	Zor	Orta
Revizyon Kolaylığı	Çok yüksek	Düşük	Orta

Kriter	Stick	Unitized	Ladder
Su & Hava Performansı	Orta	En yüksek	Orta

1.5 Profil Seçiminde Dikkate Alınması Gereken Teknik Parametreler

Profil mühendisliği aşağıdaki kriterlere dayanır:

- Rüzgar yükü (q)
- Cam panel boyutları
- Aks aralıkları
- Kat yüksekliği
- Profil atalet momenti (Iy – Ix)
- Maksimum izin verilen sehim (L/175 veya L/250)
- Thermal break bölgesi genişliği
- Statik hesaplarda güvenlik katsayıları

Bu parametrelerin her biri, sistemin uzun ömürlü çalışması için kritik öneme sahiptir.

1.6 Taşıyıcı Çerçevenin Tipik Hataları ve Sonuçları

Hata	Etkisi
Yetersiz mullion seçimi	Cam sehim yapar, silikon kopmaları oluşur
Transom eğimsizliği	İç drenaj çalışmaz, su birikimi oluşur
Yanlış sıkma momenti	Basınç plakası gevşer, cam oynar
EPDM fitil yanlış yerleşimi	Sızdırmazlık kaybı
Hatalı ankraj	Sistemsel çökme riski

Bu yüzden “taşıyıcı çerçeve” perde duvarın en kritik bileşenidir.

2. Cam ve Dolgu Panelleri (Vision, Spandrel, Metal Panel)

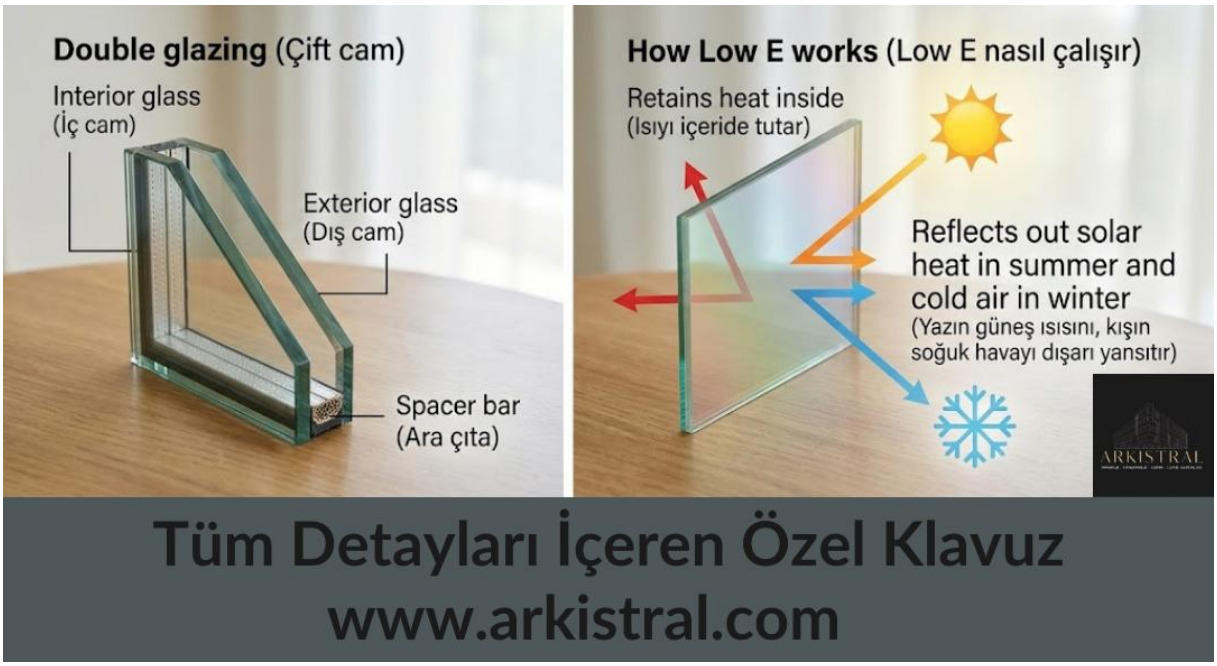
Perde duvar sistemleri, yalnızca taşıyıcı alüminyum iskeletin dayanımıyla değil, bu iskeleti dolduran **cam ve panel bileşenlerinin performansı** ile karakter kazanır.
Bir cephe sisteminin ısı, ışık, akustik ve yangın performansının büyük bölümü bu dolgu elemanları tarafından belirlenir.

Bu nedenle cam ve panel seçimi, sadece estetik bir karar değildir; **mühendislik, enerji yönetimi ve yapısal güvenlik açısından kritik bir adımdır.**

2.1 Vision Glass (Görüş Camı)

Vision glass, cephedeki şeffaf alanları oluşturan temel dolgu elemanıdır. Modern mimarinin en belirgin estetik imzası olan cam yüzeyler, doğru seçilmediğinde enerji kaybı, aşırı ısı artışı ve konfor sorunlarına yol açabilir.

Aşağıdaki parametreler, vision glass performansını belirler:



A) Işık Geçirgenliği (VLT - Visible Light Transmittance)

Camın iç mekana aldığı doğal ışık miktarını ifade eder.

- Yüksek VLT → Daha aydınlık iç mekan
- Düşük VLT → Parlama kontrolü ve güneş kırıcı etkisi

Ofis binalarında genelde 30–60% aralığı tercih edilir.

B) Güneş Kontrolü (Solar Factor – g-değeri)

Low-E ve Solar Control kaplamalı camlarda güneş ısısı daha kontrollü şekilde içeri alınır.

- Yüksek güneş enerjisi olan yönlerde (Güney/ Batı) → düşük g-değeri
- Yalıtım öncelikli bölgelerde → yüksek g-değeri

Kaplama teknolojileri:

- **Low-E (low emissivity)** → Isı kaybını azaltır
- **Selektif kaplama** → Hem ısı kaybı hem ısı kazanımı kontrol edilir
- **Reflektif cam** → Güneş kazançlarını büyük ölçüde düşürür

C) Isı Yalıtımı (U-değeri)

IGU (Isı yalıtımlı çift cam) üniteleri, perde duvarlarda standart hale gelmiştir.
Tipik IGU yapısı:

- 6 / 8 / 10 mm temperli dış cam
- 14–20 mm argon veya kripton dolgu
- Low-E kaplamalı iç cam

D) Güvenlik ve Dayanım

Vision glass yüksek rüzgar yüklerine maruz kaldığı için mutlaka:

- **Temperli cam** veya
- **Lamine + temperli cam**

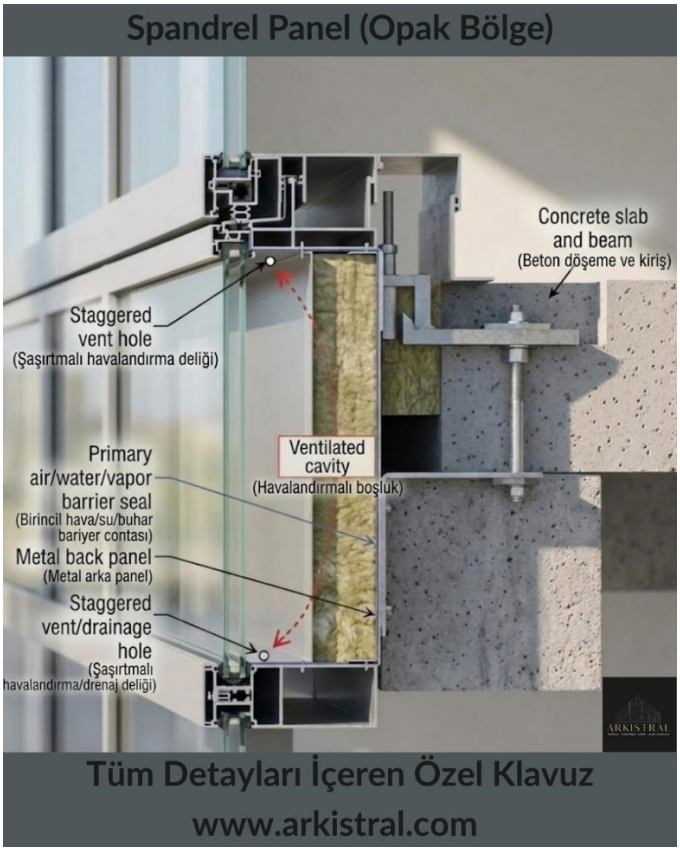
olarak kullanılmalıdır.

Temperli cam: Darbe dayanımı yüksektir.
Lamine cam: Kırıldığında parçalar yapışır, düşme riski yoktur.

E) Akustik Performans

IGU içerisinde farklı cam kalınlıklarının kullanılması, ses kesme değerini artırır.
Örnek: 8 mm + 16 mm boşluk + 10 mm Low-E → yüksek akustik performans.

2.2 Spandrel Panel (Opak Bölge)



Spandrel bölgeleri, kat döşemelerini örten ve şeffaf yüzeyler arasında görsel bütünlüğü sağlayan **opak cephe alanlarıdır**.

Bu paneller iç mekandaki:

- Beton döşeme plakası,
- Mekanik hatlar,
- Yalıtım malzemeleri,
- Kiriş ve kolon gibi yapısal elemanlar

gibi unsurları gizleyerek hem estetik hem teknik bir görev üstlenir.



A) Spandrel Malzeme Türleri

1) Seramik Fritli (Back-Painted) Cam

- Arka yüzeyi seramik boyalıdır.
- Opak görünüm sağlar.
- Görsel olarak vision glass ile uyumlu renk ve parlaklık elde edilebilir.
- Spandrel yalıtımı mutlaka kullanılmalıdır, aksi halde yoğuşma riski vardır.

2) Alüminyum Kompozit Panel (ACP)

- Hafif, dayanıklı ve ekonomik.
- Düz renk, metalik, ahşap veya taş desenli seçenekler sunar.
- Spandrel cam ile birlikte kullanıldığında güçlü mimari kontrast sağlar.

3) Metal Panel (Alüminyum / Çelik)

- Yüksek dayanım
- İstenilen formda büküm yapılabilir
- Endüstriyel cephelerde sıklıkla tercih edilir

4) Yüksek Yoğunluklu Mineral Paneller

Sinterflex, Laminam gibi seramik esaslı yüzeyler:

- Yangın dayanımı yüksek
- Lüks cephelerde tercih edilir
- Çok büyük ebatlarda uygulanabilir

B) Spandrel Yalıtım Tasarımı

Spandrel panelin arka hattında şu bileşenler bulunmalıdır:

- **Taş yünü veya poliüretan yalıtım**
- **Buhar kesici membran**
- **Yangın bariyeri**

Yanlış tasarlanan spandrel bölgelerinde en sık görülen hata:

👉 **yoğuşma (kondenzasyon)**

Bu durum zamanla camın arkasında lekelenmelere ve yalıtımın bozulmasına yol açar.

C) Spandrel – Vision Uyumunun Önemi

- Parlaklık
- Yansıma
- Renk tonu
- Işık geçirgenlik farkı

doğru analiz edilmezse cephede “leke efekti” ortaya çıkar.
Bu nedenle mock-up testleri mutlaka yapılmalıdır.

2.3 Alternatif Dolgu Elemanları

Perde duvar sistemleri yalnızca camdan ibaret değildir. Proje ihtiyacına göre farklı panel çözümleri kullanılabilir.

A) Alüminyum Kompozit Panel (ACP)

- İki alüminyum yüzey + polietilen veya mineral dolgudan oluşur.
- Hafiftir ve montajı kolaydır.
- Büyük renk seçeneği sunar.
- Spandrel bölgelerde ve tam kaplama cephelerde kullanılır.

- Mineral dolgulu tipleri yangın dayanımı için tercih edilir (A2 sınıfı).

B) Çelik Panel

- Yüksek darbe dayanımı gerekirken tercih edilir.
- Endüstriyel yapılarda, lojistik merkezlerinde veya güvenlik derecesi yüksek binalarda kullanılır.
- Galvanizli, paslanmaz veya boyalı seçenekleri mevcuttur.

C) Doğal Taş Kaplama

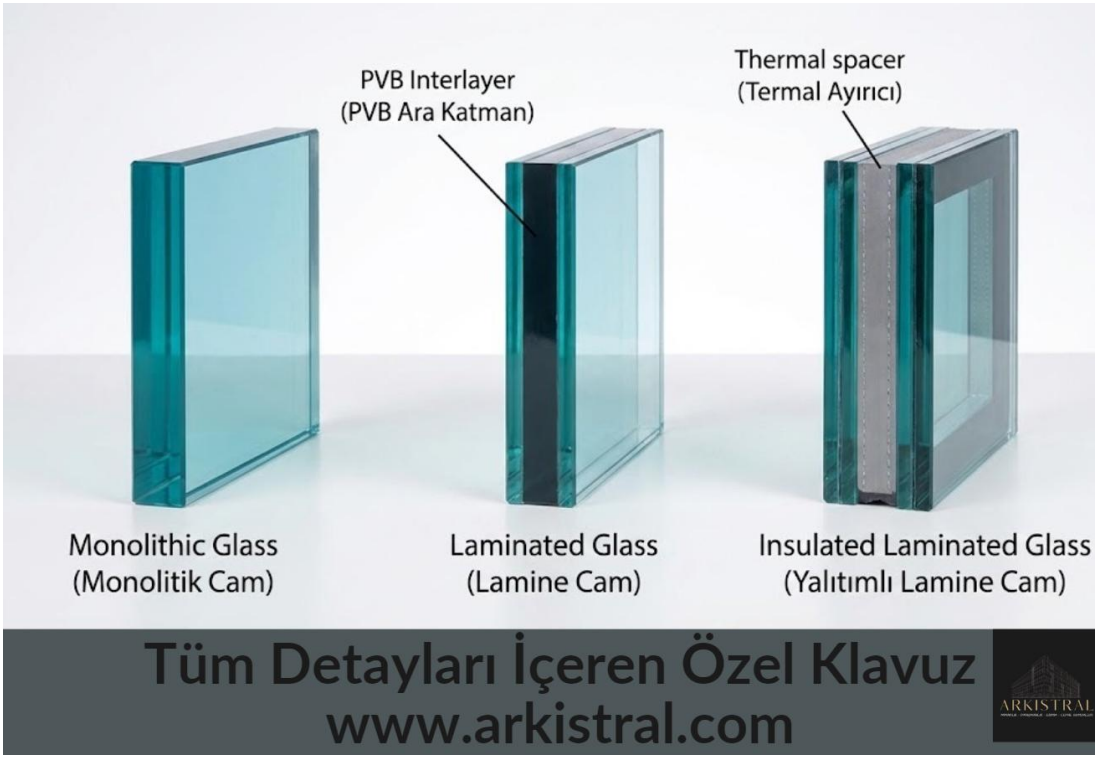
- Granit, bazalt, traverten gibi doğal taşlar çekme takozları ile mullion/transom yapısına bağlanır.
- Ağırlığı yüksektir → Düşey yük ve ankraj seçimi çok önemlidir.
- Lüks ve kurumsal yapılarda sık kullanılır.

D) Yüksek Performanslı IGU Dolguları

Bazı projelerde şeffaf vision cam yerine, opak görünüm istense bile **IGU kullanılır**.
Nedenleri:

- Termal performansı artırmak
- İç mekân sıcağını dışa geçirmemek
- Spandrel bölgede yoğuşmayı engellemek
- Ses izolasyonunu artırmak

Spandrel IGU cam, arka yüzünde opak kaplama veya seramik frit ile hazırlanır.



3. Basınç Plakaları, Kapaklar ve Bağlantılar

Perde duvar sistemleri ilk bakışta cam ve alüminyum profillerden oluşuyor gibi görünse de, sistemin gerçek performansını belirleyen unsurlar aslında **gözle görülmeyen, fakat kritik işlevlere sahip** olan bağlantı elemanlarıdır.

Basınç plakaları, kapak profilleri ve ankraj sistemleri; camın güvenli şekilde desteklenmesini, yük transferinin doğru yapılmasını ve dış cephe bütünlüğünün uzun yıllar korunmasını sağlayan mühendislik bileşenleridir.

Bu bileşenlerden herhangi birindeki hata, tüm cephenin hem estetik hem yapısal performansını riske atar.

3.1 Basınç Plakası (Pressure Plate)

Basınç plakası, perde duvar sistemindeki cam ve panel elemanlarının **rüzgar yükü altında güvenle yerinde kalmasını sağlayan ana mekanik tutucu parçadır**.

Mullion ve transom profillerine dışarıdan cıvatalar ile bağlanır. Bu cıvataların oluşturduğu sıkma kuvveti sayesinde cam, profil üzerine eşit basınçla bastırılır.

A) Basınç Plakasının Görevleri

1) Rüzgar Yükünün Güvenli Aktarımı

Rüzgar basıncı cam yüzeyine çarptığında, cam bu kuvveti basınç plakası aracılığıyla profillere iletir. Cam doğrudan profil yüzeyine dayanmaz; basınç plakası bu ara taşıyıcı görevi görür.

2) Camın Yerinde Stabil Kalması

Basınç plakası camın:

- Yukarı-aşağı kaymasını,
- Dışa doğru bombe yapmasını,
- Montaj sırasında oynamasını

engeller.

Bu stabilizasyon olmadan camın rüzgarda titreşim yapması, silikon hatlarında açılma ve sızdırmazlık problemleri kaçınılmazdır.

3) Fitil Yataklarının Çalışmasını Sağlama

Basınç plakası yalnızca sıkma görevi görmez; aynı zamanda EPDM fitillerin doğru konumlanmasını sağlar.
Fitiller:

- Su sızdırmazlığı
- Hava geçirimsizliği
- Isı kontrolü

için kritik bileşenlerdir.

4) Yük Dağılımını Homojenleştirme

Cam kenarındaki tüm yükler eşit şekilde profile yayılır.
Basınç plakasının yüzeyi, yük dağılımı için özel genişlikte tasarlanır.

B) Basınç Plakasında Teknik Tasarım Parametreleri

- **Alüminyum alaşımı ve et kalınlığı**
- **Cıvata eksen aralığı** (genelde 200–300 mm)
- **Sıkma momenti (torque value)** — üretici tarafından verilir
- **EPDM fitil derinliği ve sertliği**
- **Su tahliye kanalları ile uyumu**
- **Yüksek rüzgar bölgelerinde geniş profil seçimi**

Yanlış montaj veya hatalı sıkma momenti → camın basınç plakasından kurtulmasına yol açabilir.

3.2 Klip-On Kapaklar (Snap-On / Cover Caps)

Kapak profilleri, basınç plakasının dış yüzeyine tıklanarak oturtulan ve hem estetik hem koruyucu görev taşıyan yüzey elemanlarıdır.

Görsel açıdan cephe çizgisini oluşturan kapaklar, aynı zamanda dış etkilerden kaynaklı yapısal sorunları önler.

A) Klip-On Kapakların Görevleri

1) Mimaride Temiz Derz Hattı Oluşturmak

Kapaklar, vidaların ve basınç plakalarının görünmesini engelleyerek cepheye:

- Minimal,
- Modern,
- Simetrik

bir çizgi kazandırır.

Bu çizgi genellikle 50 mm, 60 mm, 80 mm genişliklerde seçilir.

2) Su ve Kirin Kritik Bölgelere Girmesini Engellemek

Basınç plakalarının vidalı bölgesi yağmur suyu ile direkt temas etmemelidir.

Kapak:

- Su sıçramasını engeller
- UV ile silikonun bozulmasını önler
- Derz hattındaki kir birikimini azaltır

3) Farklı Mimari Tasarım Seçenekleri Sunmak

Kapaklar farklı form ve renklerde üretilebilir:

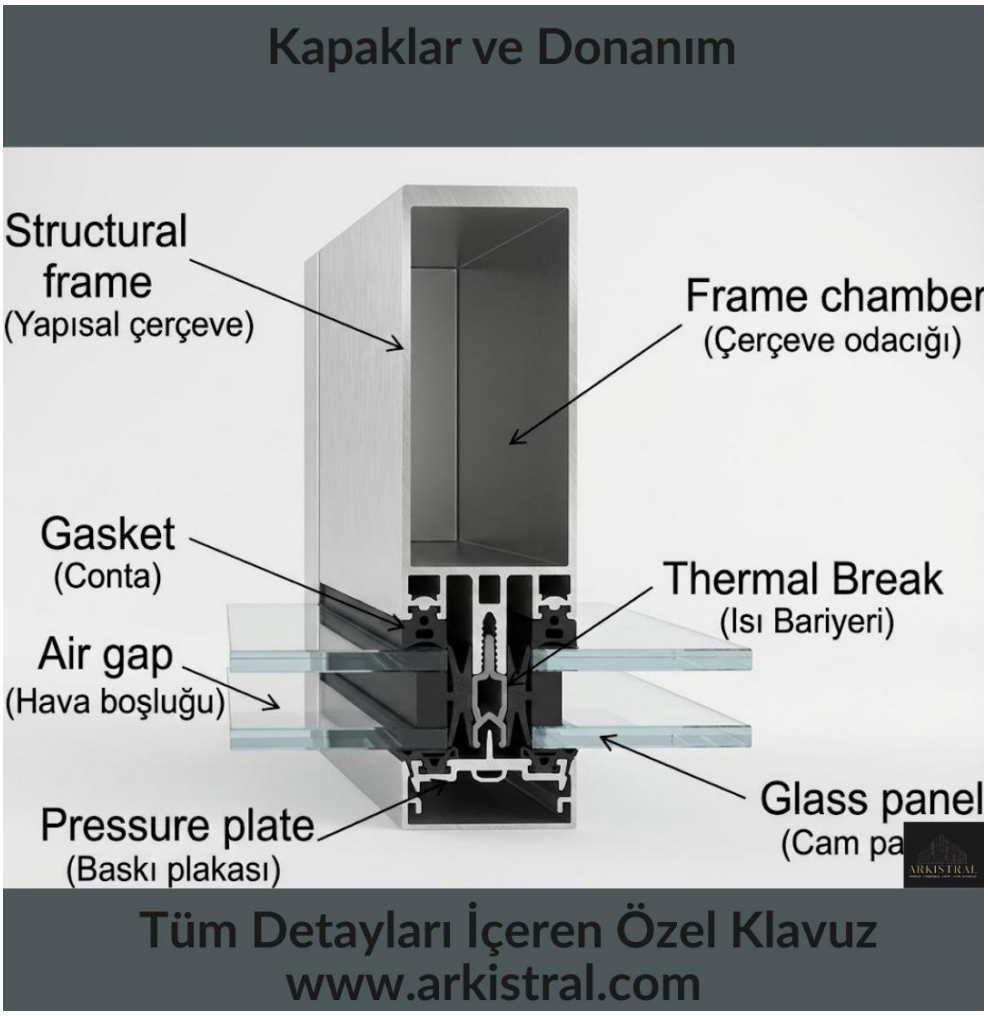
- Fuga hatlı
- Oval
- Keskin hatlı
- Derin profilli
- Anodik veya elektrostatik boyalı

Bu sayede aynı sistem, çok farklı mimari kimliklere uyarlanabilir.

B) Kapak Profilinde Dikkat Edilmesi Gereken Teknik Detaylar

- Klip mekanizmasının kilitleme gücü
- Termal genleşme kaynaklı açılmaları engelleyecek toleranslar
- Rüzgar yükü altında kapak çıkmasını engelleyen kilit yapısı
- UV dayanımı
- Dış yüzeyde çizilmelere karşı koruma katmanı

Kapak yapısı sadece dekoratif değildir; tasarım mühendisliği gerektirir.



3.3 Bağlantı Elemanları ve Ankraj Sistemleri

Ankrajlar, perde duvar sisteminin yüklerini ana yapıya ileten **en kritik güvenlik bileşenidir**.
Perde duvar mühendisliğinde "yük aktarım zinciri" mullion üzerinden ankraja ulaşır.
Bu nedenle ankraj tasarımındaki en ufak hata tüm sistemin stabilitesini etkiler.

A) Ankrajların Görevi

1) Tüm Yüklerin Ana Yapıya Aktarılması

Perde duvarın taşıdığı yük çeşitleri:

- Rüzgar yükü
- Ölü yük (cam/panel ağırlığı)
- Thermal hareket yükleri
- Deprem hareketleri
- Katlar arası oturma farkları

Bu yüklerin tamamı ankrajlar üzerinden binaya iletilir.

2) Mullion Hareketine İzin Vermek

Ankraj sistemleri ikiye ayrılır:

- **Fixed anchor (sabit ankraj)** → cepheyi yapıya bağlar
- **Sliding anchor (kayar ankraj)** → mullionun genleşmesine izin verir

Bu ikisi birlikte kullanılmazsa:

- Cam çatlamaları
- Mullion eğilmesi
- Kapak çıkması
- Silikon kopması

gibi hasarlar meydana gelir.

3) Binanın Oturma Hareketlerine Uyum Sağlamak

Büyük projelerde katlar arasında 10–20 mm oturma farklılıkları olabilir.
Doğru ankraj tasarımı bu hareketleri tolere eder.

B) Ankraj Seçim Kriterleri

- Beton sınıfı
- Taşıyıcı döşeme kalınlığı
- Rüzgar yükü bölgesi
- Mullion kesit yüksekliği
- Kat yüksekliği

- Yangın dayanımı gereksinimi
- Korozyon dayanımı

Ankraj tasarımı cephe mühendisliği hesaplarının en kritik bölümüdür.



3.4 Basınç Plakası, Kapak ve Ankraj Sisteminin Birlikte Çalışma Prensibi

Bu üç bileşen, perde duvar sisteminin görünmeyen fakat bütün performansını belirleyen "gizli çelik üçgeni"dir:

- **Basınç plakası** → Yükü camdan alır
- **Mullion** → Yükü taşır
- **Ankraj** → Yükü yapıya aktarır
- **Kapak profili** → Derz hattını korur ve mühendislik işlevlerini estetikle bütünler

Bu zincirde tek bir hata bile tüm cephede su alma, cam sallanması, derz açılması ve yapısal sorunlara yol açabilir.

3.5 Tipik Montaj Hataları ve Riskleri

Hata	Olası Sonuç
Basınç plakası düşük tork ile sıkılır	Cam rüzgarda oynar, sızdırmazlık kaybı
Kapak klipsi tam oturmaz	Rüzgarda kapak düşmesi
Yanlış ankraj kullanımı	Mullion deformasyonu, sistemsel çökme riski
Fitiller ters yerleştirilir	Su tahliyesi durur, içeri su girer
Sabit/kayar ankraj yanlış seçimi	Cam kırılması, silikon kopması

4. Contalar, Silikonlar ve Drenaj Yapısı

Perde duvar sistemlerinde suyun tamamen engellenmesi mümkün değildir; ancak doğru tasarım ile suyun **kontrollü bir şekilde yönetilmesi**, cephenin uzun yıllar sorunsuz çalışmasını sağlar. Bu nedenle contalar, silikonlar ve drenaj elemanları perde duvarın görünmeyen fakat en kritik bileşenleri arasındadır.

Bu bölümde, suyun cephe üzerinde nasıl hareket ettiği, nereye yönlendirildiği ve hangi prensiplerle kontrol altına alındığı detaylı şekilde açıklanmaktadır.

4.1 EPDM / Silikon Contalar (Gasketing Systems)

Contalar, cam ile alüminyum profil arasında çalışan esnek ve yüksek dayanımlı malzemelerdir. Su ve hava sızdırmazlığının %80'i doğru tasarlanmış contalar sayesinde sağlanır.

A) EPDM Contalar

EPDM (Etilen Propilen Dien Monomer) contalar:

- UV dayanımı çok yüksektir
- Ozona karşı dirençlidir
- -40°C ile +120°C arasında performans kaybetmez
- Esnekliği sayesinde mikro hareketlere izin verir

Bu özellikleri EPDM'i, dünya genelinde perde duvar sistemlerinin **standart contalama malzemesi** haline getirir.

EPDM contaların görevleri:

1. **Hava Sızdırmazlığı**
   Dış ve iç ortam havasının kontrolsüz geçişini engeller.
2. **Su Sızdırmazlığı**
   Cam ile profil arasında bariyer oluşturur.
3. **Termal Hareketi Karşılama**
   Alüminyumun genleşmesi, camın esnemesi gibi hareketler için elastik tampon görevi görür.
4. **Basınç Dengeleme Odasını Ayırma**
   EPDM contalar profil içindeki odacıkları bölerek drenaj sisteminin doğru çalışmasına katkı sağlar.

B) Silikon Contalar

Bazı sistemlerde EPDM yerine **silikon fitiller** kullanılır.
Silikon contalar:

- Daha yüksek sıcaklıklara dayanır
- Daha yumuşak esneme aralığına sahiptir
- İnce kesitli çerçevelerde tercih edilir

Özellikle minimal ve ince çerçeveli modern cephe sistemlerinde silikon conta kullanımı yaygındır.

4.2 Yapısal Silikonlar (Structural Silicone Glazing – SSG)

Yapısal silikonlar, özellikle **silikon cephe sistemlerinde** camın alüminyum profile mekanik bağlantı yerine kimyasal yapışma ile bağlanmasını sağlar.

Bu silikonlar sıradan bir dolgu malzemesi değildir; camın tüm rüzgar yükünü profile ileten **yük taşıyan bir yapısal bileşen**dir.

A) Yapısal Silikonların Görevleri

1) Camı Profile Bağlama

Kapaksız (structural glazing) cephe sistemlerinde cam, mullion ve transom yüzeylerine özel bir yapısal silikon ile yapıştırılır.
Bu uygulama, yük aktarımının tamamını silikon üzerinden gerçekleştirir.

2) Rüzgar Yükü Karşısında Taşıyıcı Görev

Silikon, camın rüzgar yükü altında bombe yapmasını engeller.
Bu nedenle silikonun:

- Çekme dayanımı
- Kopma uzaması
- UV dayanımı
- Kimyasal stabilitesi

uluslararası standartlara göre test edilir.

3) Estetik Sağlamak

Kapaklı cephelerde görünen 50–80 mm geniş kapakların yerine, tamamen düz ve cam yüzeyli modern cepheler oluşturulur.

B) Yapısal Silikon Uygulamasındaki Kritik Noktalar

- Cam kenar temizliği mutlak steril olmalıdır
- Primer doğru uygulanmalıdır
- Kürlenme süresi ortam sıcaklığına göre ayarlanmalıdır
- Silikon kalınlığı ve genişliği üretici hesaplarına uygun olmalıdır
- Cam taşıma destekleri doğru yerleştirilmelidir

Yanlış uygulama, yüksek rüzgar yüklerinde camın yerinden ayrılmasına yol açabilir.

4.3 Drenaj ve Basınç Dengeleme (Pressure-Equalized Rainscreen System)

Perde duvar sisteminin su yönetimi tamamen **drenaj + basınç dengeleme** prensibiyle çalışır. Bu sistemin amacı, cepheye giren suyu engellemek değil, **kontrollü biçimde dışarı atmaktır.**

A) Su Yönetimi Nasıl Çalışır?

Bir perde duvar sistemine:

1. Yağmur suyu cam birleşimlerinden, fitil yanlarından veya kapak altlarından girer.
2. Bu su, profil içinde oluşturulmuş drenaj kanallarına yönlendirilir.
3. Kanallar boyunca aşağıya taşınır.
4. Profil üzerinde bulunan **damla deliklerinden (weep-hole)** kontrollü şekilde dışarı atılır.

Bu nedenle doğru drenaj tasarımı yapılmazsa:

- Su profiller içinde birikir,
- Korozyon başlar,
- EPDM fitiller zarar görür,
- İç mekâna su sızması kaçınılmaz olur.

B) Basınç Dengeleme Prensibi

Basınç dengeleme (Pressure Equalized Rainscreen) mantığı şudur:

- Dış ortam rüzgar basıncı ile profil iç yüzey basıncı eşitlendiğinde, su içeri doğru itilmez.
- Böylece suyun ilerleme isteği azalır.
- Sistem içerideki suyu yalnızca **yerçekimi + boşaltma delikleri** ile dışarı atar.

Bu prensip, modern perde duvar sistemlerinin hepsinde standarttır.

C) Drenaj Sisteminin Temel Bileşenleri

- İç drenaj kanalı
- Dış drenaj kanalı
- Basınç odası
- Fitil bariyerleri
- Damla delikleri (weep-holes)
- Transom eğimi
- Profil bağlantı noktalarında su geçiş kesiciler

Bu bileşenlerin her biri suyun cephe boyunca kontrollü akışını sağlar.

D) Sık Yapılan Drenaj Hataları ve Etkileri

Hata	Sonuç
Damla deliklerinin kapatılması	Su içe geçer, profil içinde birikir
EPDM contanın ters takılması	Basınç odası çalışmaz
Transom eğiminin verilmemesi	Su profil içinde göllenir
Yanlış silikon uygulaması	Su drenaj hattını kapatır
Kirlenmiş drenaj boşlukları	Su tahliyesi durur → sızdırma

Doğru drenaj tasarımı, perde duvarın uzun yıllar sorunsuz çalışmasının garantisidir.

5. Isı Yalıtımı ve Termal Bileşenler

Perde duvar sistemlerinin enerji performansını belirleyen en önemli faktörlerden biri **ısı yalıtımıdır**.
Doğru tasarlanmayan bir cephe:

- Kışın ısı kaybına,
- Yazın aşırı ısınmaya,
- Yoğuşma (kondenzasyon) problemlerine,
- Enerji tüketiminin artmasına,
- İç mekân konforunun bozulmasına

yol açabilir.

Bu nedenle modern perde duvar sistemlerinde, hem profil yapısında hem de dolgu elemanlarında **ileri seviye termal bariyerler** uygulanır.

5.1 Thermal Break (Isı Bariyeri)

Alüminyum, hafif ve dayanıklı bir malzeme olmasına rağmen **ısıyı çok hızlı iletir**.
Bu özellik, cephelerde "ısı köprüleri" oluşmasına neden olur.

Bunu engellemek için modern perde duvar profillerinde **polyamid (PA 6.6 GF25)** bazlı ısı bariyerleri kullanılır.

A) Thermal Break Nedir?

Isı bariyeri, alüminyum profilin iç ve dış parçalarını birbirinden ayıran **düşük ısı iletkenliğine sahip bir termal ayırıcı malzemedir**.

Bu yapı sayesinde:

- Isı iletimi kesilir
- İç ve dış ortam sıcaklık farkı profil yüzeyine daha az yansır
- Yoğuşma riski azalır
- Enerji verimliliği artar

B) Thermal Break'in Görevleri

1) Isı Köprülerini Engellemek

Isı köprüsü: Sıcaklığın yüksek iletken bir malzeme üzerinden hızlı şekilde aktarılmasıdır.

Polyamid bariyer, bu köprüyü keserek enerji kaybını %40–60 azaltabilir.

2) Yoğuşmayı Önlemek

Soğuk havalarda iç mekândaki sıcak ve nemli hava alüminyum yüzeyde yoğuşabilir.
Bu durum:

- Cam altlarında su damlaması,
- Küf oluşumu,
- Fitillerin bozulması

gibi hasarlara yol açar.

Thermal break doğru tasarlandığında yoğuşma çizgisi dışa taşınır.

3) Profilin Statik Dayanımını Koruma

Polyamid bariyer yalnızca yalıtım için değil, profilin yapısal bütünlemesini korumak için de tasarlanır.

Modern polyamidlerin:

- Çekme dayanımı,
- Kesme dayanımı,
- UV dayanımı

alüminyum ile uyumlu olacak şekilde üretilir.

C) Thermal Break Boyutları ve Performans Etkisi

Polyamid bariyerin genişliği arttıkça U-değeri düşer.
Örnek:

- 14 mm thermal break → orta seviye yalıtım
- 18–24 mm thermal break → yüksek yalıtım
- 30+ mm dual thermal break → pasif yapı standartlarına yaklaşan performans

Perde duvar sistemlerinde genellikle **18–28 mm arası** thermal break tercih edilir.

5.2 Spandrel Yalıtımı

Spandrel bölgesi, şeffaf cam yüzeylerden farklı olarak **kat döşemelerini kapatan opak bir cephe alanıdır**.
Bu bölgede doğru ısı yalıtımı yapılmazsa:

- Yoğuşma oluşur
- Isı kaybı artar
- İç mekan sıcaklık dengesi bozulur
- Opak cam üzerinde lekelenme (ghosting effect) görülür

Bu nedenle spandrel alanı, cephe mühendisliğinde en dikkatli tasarlanması gereken bölgelerden biridir.

A) Spandrel Yalıtımında Kullanılan Malzemeler

1) Taş Yünü (Rockwool)

- Yangına dayanım sınıfı A1
- Yüksek ısı direnci
- Akustik performansı çok yüksektir
- Spandrel arkasında en yaygın kullanılan yalıtım malzemesidir

2) Poliüretan (PUR / PIR) Levhalar

- Düşük kalınlıkta yüksek ısı direnci
- Hafif ve montajı kolay
- Basma dayanımı yüksektir

3) XPS / EPS Levhalar

- Ekonomik çözümler
- Hafif
- Metal panel arkasında kullanılabilir

Not:
XPS/EPS spandrel arkasında doğrudan cam ile temas ettirilmez; mutlaka ısı bariyeri + buhar kesici uygulanır.

B) Spandrel Yalıtımında Kritik Tasarım Parametreleri

1) Buhar Kesici Membran

Yoğuşmayı engellemek için spandrel arkasına mutlaka buhar geçirmeyen bir membran uygulanmalıdır.

2) Yangın Bariyerleri

Kat döşemelerinde yangın bariyeri kullanımı zorunludur.

3) Yalıtım Kalınlığı

Proje iklim verilerine göre belirlenir (genelde 50–100 mm arası).

4) Yalıtımın Cam ile Teması

Spandrel camın arkasında oluşan hava boşluğu kontrollü olmalıdır; fazla sıcaklık camın patlamasına neden olabilir.

C) Spandrel Bölgesinde Yapılan Yaygın Hatalar

Hata	Etkisi
Yalıtımın cam arkasına direkt temas etmesi	Aşırı ısınma → cam çatlaması
Buhar kesicinin yanlış uygulanması	Yoğuşma → lekelenme (ghosting)
Eksik taş yünü dolgusu	Yangın dayanımının düşmesi
Yalıtım kalınlığının yetersiz olması	Isı kaybı, enerji verimsizliği

5.3 Termal Performansın Cepheye Etkileri

Doğru ısı yalıtımı:

- Binanın toplam enerji tüketimini düşürür
- İç mekân konforunu artırır
- Yoğuşma riskini ortadan kaldırır
- Cam ve profil ömrünü uzatır
- Kullanıcı konforunu yükseltir
- Binanın karbon ayak izini azaltır

İyi tasarlanmamış ısı bariyerleri, perde duvarın en sık karşılaşılan arızalarına neden olur.

6. Opsiyonel Bileşenler: Gölgelik, Menfez, Akıllı Cam Sistemleri

Perde duvar sistemleri yalnızca cam ve alüminyum profillerden oluşmaz. Bina konforunu artırmak, enerji tüketimini azaltmak ve cephe performansını iyileştirmek için kullanılan ek bileşenler, modern cephe tasarımının ayrılmaz bir parçasıdır.
Bu opsiyonel bileşenler mimariye estetik katkılar sunarken, cephe mühendisliği açısından yapıya **akıllı, dinamik ve yüksek verimlilik sağlayan özellikler** kazandırır.

Bu bölümde, cepheye entegre edilen üç önemli opsiyonel sistem ayrıntılı şekilde ele alınmaktadır:
güneş kırıcılar, **doğal havalandırma menfezleri** ve **akıllı cam teknolojileri**.

6.1 Güneş Kırıcılar (Sunshades / Louvers)

Güneş kırıcılar, özellikle batı ve güney cephelerde güneş ısısının iç mekâna aşırı şekilde girmesini engelleyen pasif enerji kontrol elemanlarıdır.
Genellikle **alüminyumdan üretilirler**, hafif ve bakım gerektirmeyen yapıları ile cephe mühendislerinin sık tercih ettiği çözümlerden biridir.

A) Güneş kırıcıların temel görevleri

1) Güneş yükünü azaltmak

Lameller, güneş ışığının açısına bağlı olarak gölge oluşturur.
Bu sayede:

- Güneş kazancı (Solar Heat Gain) düşer
- İç mekân sıcaklığı daha stabil olur
- Soğutma yükü azalır
- Enerji tüketimi düşer

Binalarda %15–35 arasında enerji tasarrufu sağlanabilir.

2) Görsel konfor sağlamak

Lameller, iç mekânlarda parlama (glare) sorununu azaltır.
Özellikle ofislerde bilgisayar ekranlarında oluşan yansımaları engelleyerek ergonomiyi artırır.

3) Mimari vurgu oluşturmak

Gölgelikler:

- Düşey, yatay veya eğimli formda olabilir
- Farklı aralıklar, açı dereceleri ve kesitlerle tasarlanabilir
- Cepheye üç boyutlu bir derinlik kazandırır

Modern yapılarda bu elemanlar aynı zamanda **mimari kimliği** güçlendiren tasarım ögeleridir.

B) Güneş kırıcı tipleri

- **Sabit lamelli sistemler** (fixed louver)
- **Ayarlanabilir lamelli sistemler** (motorlu/manuel)
- **Dikey lamel sistemleri**
- **Yatay panel şeklindeki güneş kırıcılar**
- **Cephe ile bütünleşik gölgelik profilleri**

6.2 Doğal Havalandırma Menfezleri (Operable Vents)

Perde duvar sistemlerine entegre edilen doğal havalandırma menfezleri, yapıya **kontrollü bir nefes alma kapasitesi** kazandırır.
Bu menfezler, cam yüzeyle neredeyse aynı görünüme sahip olacak şekilde tasarlanır ve dışarıdan fark edilmeyecek kadar ince detaylarla cepheye gizlenir.

A) Menfezlerin görevleri

1) Doğal havalandırma sağlamak

Açılır menfezler sayesinde klima yükü azalır, iç mekân hava kalitesi iyileşir.

2) Duman tahliyesi

Bazı projelerde yangın senaryosu kapsamında menfezler otomatik açılarak duman tahliyesine katkı sağlar.

3) Akustik kontrol

Özel akustik fitillerle desteklenen menfezler, taze hava girişini sağlarken ses yalıtımını da koruyabilir.

B) Menfez tipleri

- **Top-hung açılır kanatlar**
- **Parallel opening vents** (panel öne doğru paralel açılır → yüksek performanslı sistem)

- **Tilt & turn menfezler**
- **Gizli motorlu havalandırma kanatları**

Bu sistemler perde duvarla statik ve termal açıdan uyumlu şekilde tasarlanmalıdır.

C) Menfez tasarımında kritik noktalar

- EPDM contaların çift hatlı tasarlanması
- Su tahliye kanallarının kesintiye uğramaması
- Açılır kanadın rüzgâr yükü altında deformasyon göstermemesi
- Cam ile menfez birleşim detaylarının hava-suya dayanıklı olması
- Yangın senaryolarında motorlu menfezlerin BMS ile uyumlu çalışması

Doğru tasarlanmayan menfez, cephe performansında **zayıf halka** haline gelebilir.

6.3 Akıllı Camlar (Smart Glass / Dynamic Glazing)

Akıllı cam sistemleri, cephe teknolojisinin en hızlı gelişen alanlarından biridir.
Bu camlar, **ışık geçirgenliği ve yansıtıcılık değerlerini çevresel koşullara göre otomatik olarak değiştirebilir**.

A) Akıllı camların görevleri

1) Güneş kontrolünü otomatik yönetmek

Cam, güneş radyasyonu arttığında koyulaşır; bulutlu hava veya akşam olduğunda yeniden şeffaf hale gelir.

2) İç mekân konforunu artırmak

- Parlama azalır
- Aşırı ısınma önlenir
- Klima yükü düşer

Bu sistem, özellikle yüksek cam yüzeyli binalarda büyük avantaj sağlar.

3) Enerji tasarrufu sağlamak

Dinamizm sayesinde enerji harcamaları optimize edilir.

B) Akıllı cam teknolojileri

1) Elektro-kromik Camlar

Elektrik akımı ile cam rengi değişir.
En yaygın ticari akıllı cam teknolojisidir.

2) Termo-kromik Camlar

Sıcaklık değişimine duyarlıdır; sıcaklık arttıkça koyulaşır.

3) Foto-kromik Camlar

Güneş ışığı yoğunlaştıkça kararan cam tipidir (gözlüklerdeki prensip ile aynıdır).

4) Suspended Particle Device (SPD) Camlar

Polarize partiküller elektrik verilerek hizalanır veya dağılır → cam ışığı geçirir veya engeller.

C) Akıllı cam uygulamasında dikkat edilmesi gerekenler

- Elektrik bağlantıları için özel kablolu IGU yapısı gerekir
- Mullion içinde kablo kanalları tasarlanmalıdır
- Cam ağırlığı arttığı için transom taşıma kapasitesi kontrol edilmelidir
- Akıllı camlar yüksek maliyetlidir → genelde premium projelerde kullanılır

7. Sonuç: Perde Duvar Detayı Neden Kritik?

Perde duvar sistemleri modern mimarinin en görünür yüzlerinden biri olsa da, aslında asıl değerini **görünmeyen detaylarında** taşır.
Bir perde duvar; mullion, transom, cam ve kapaklardan oluşan bir dış kabuktan çok daha fazlasıdır.
Bu sistemin gerçek performansı:

- rüzgâr yükü altında deformasyon göstermemesi,
- suyu kontrollü yönetmesi,
- ısı köprülerini kesmesi,
- yangın ve akustik gereksinimlere uygun çalışması,
- bina hareketlerine uyum sağlayabilmesi,
- uzun yıllar bakım gerektirmeden stabil kalması

gibi kriterlerle ölçülür.

Bu kriterlerin her biri **detaylarda gizlidir**.
Bir conta çizgisindeki küçük bir hata, cam kenarındaki silikon kalınlığındaki eksik bir milimetre, drenaj kanalındaki tıkanıklık veya yanlış seçilmiş bir ankraj; yüzlerce metrekarelik bir cephede büyük problemlere yol açabilir.

Doğru detay = Güvenli, uzun ömürlü, yüksek performanslı cephe demektir.

Perde Duvar Detaylarının Kritik Olmasının 5 Temel Nedeni

1) Yapısal Güvenlik

Camın rüzgâr yükü altında kırılmaması, mullion deformasyonlarının sınırlanması ve yük aktarım zincirinin doğru çalışması doğrudan detay tasarımına bağlıdır.

2) Su ve Hava Sızdırmazlığı

Dış cepheye giren suyu engellemek değil, onu yönetmek gerekir.
EPDM contalar, drenaj kanalları ve basınç dengeleme odaları bu yönetimin kalbidir.

3) Enerji Performansı

Thermal break, IGU seçimi, spandrel yalıtımı ve sızdırmazlık kombinasyonu; binanın yıllık enerji tüketimini dramatik biçimde etkiler.

4) Mimari Kalite ve Estetik

Derz çizgisinin düzgünlüğü, kapak profil oranları, cam yansımalarının uyumu gibi konular ancak doğru detay çalışmalarıyla elde edilir.

5) Bakım ve Uzun Ömür

İyi detaylandırılmış bir cephe, minimum bakım ile onlarca yıl aynı performansla çalışır.
Kötü detaylandırılmış bir cephe ise daha ilk yıldan itibaren:

- su alma,
- silikon kopması,
- kapak düşmesi,
- cam kırılması
  gibi problemler göstermeye başlar.

Arkistral: Doğru Cephe Detayının Güvencesi

Arkistral olarak; perde duvar, doğrama ve mekanik cephe sistemlerinde **tasarım + mühendislik + uygulama** disiplinlerini tek çatı altında birleştiriyoruz.

Proje ihtiyaçlarına göre:

- **statik hesaplar**,
- **cam kalınlığı analizleri**,
- **profil ve ankraj optimizasyonları**,
- **termal performans çalışmaları**,
- **drenaj ve basınç dengeleme detayları**,
- **detay çizimleri (DWG / PDF)**,
- **saha uygulama koordinasyonu**,
- **teknik şartname ve keşif çalışmaları**

alanlarında profesyonel teknik danışmanlık hizmeti sunuyoruz.

Doğru cephe, doğru detayla başlar.
Biz bu detayı sizin yerinize kusursuzca çözüyoruz.

8. Sık Sorulan Sorular (FAQ)

1) Perde duvar sisteminin temel bileşenleri nelerdir?

Perde duvar sistemi; taşıyıcı iskelet, dolgu elemanları ve sızdırmazlık bileşenlerinden oluşan çok disiplinli bir yapı sistemidir.
Bir sistemin ana bileşenleri şunlardır:

- **Mullion (Düşey Taşıyıcı Profil)**
  Rüzgâr yükünün ana yapıya iletilmesini sağlar.
- **Transom (Yatay Profil)**
  Yatay yük dağılımını üstlenir ve cam/ panel oturma noktalarını oluşturur.
- **Vision Glass (Görüş Camı)**
  Şeffaf bölgeleri oluşturur, Low-E kaplamalar ile enerji verimliliği sağlar.
- **Spandrel Panel (Opak Bölge)**
  Döşeme seviyelerini gizler, ısı yalıtımı ve mimari bütünlük sağlar.
- **Basınç Plakası (Pressure Plate)**
  Camı profile güvenle bastırır, yük transferini stabilize eder.
- **Klip-On Kapaklar**
  Basınç plakasını örter, derz çizgilerini estetikle bütünleştirir.
- **Ankraj Sistemleri**
  Perde duvar yüklerini ana yapıya aktaran güvenlik bileşenidir.
- **EPDM & Silikon Contalar**
  Hava ve su sızdırmazlığını sağlar, termal hareketlere uyum verir.

- **Drenaj & Basınç Dengeleme Sistemleri**
  Sisteme giren suyun kontrollü şekilde dışarı atılmasını sağlar.

Bir cephe sisteminin toplam performansı, bu bileşenlerin **mühendislik prensiplerine uygun şekilde detaylandırılmasına** bağlıdır.

2) Curtain Wall / Perde duvarın temel gereksinimleri nelerdir?

Modern bir perde duvar sisteminin karşılaması gereken beş temel performans kriteri vardır:

1) Yapısal Dayanım

Rüzgâr yükleri, ölü yükler ve bina hareketleri altında deformasyon göstermeden çalışmalıdır. Mullion, transom, ankraj ve cam kalınlıkları statik analizlere göre belirlenir.

2) Hareket Toleransı

Bina oturması, ısı genleşmesi veya deprem gibi etkiler altında sistemin:

- camları sıkıştırmaması,
- silikonları koparmaması,
- ankrajları zorlamaması

gereklidir. Bu amaçla sabit ve kayar ankrajlar birlikte kullanılır.

3) Hava ve Su Yalıtımı

EPDM contalar, yapısal silikonlar ve drenaj odaları doğru tasarlanarak sistemin:

- hava kaçaklarını minimuma indirmesi,
- suyu içeri almadan yönetebilmesi

sağlanır.

4) Isı Verimliliği

Thermal break, IGU cam yapıları, spandrel yalıtımı ve doğru bağlantı detayları ile ısı köprüleri kesilir.
Bu hem konforu artırır hem HVAC tüketimini azaltır.

5) Akustik Performans

Dış ortam gürültüsüne karşı koruma; cam kalınlığı, IGU yapısı ve contalama detayları ile sağlanır.
Özellikle şehir merkezleri ve havalimanı çevresi projelerde kritik bir gereksinimdir.

3) Perde duvar neden taşıyıcı değildir?

Çünkü perde duvar, binanın ana taşıyıcı sistemini oluşturan kolon-kirişlerden bağımsız, dışarıdan asılan hafif bir cephe elemanıdır.
Yalnızca kendi ağırlığını ve dış etken yüklerini (rüzgâr vb.) aktarır, kat yüklerini taşımaz.

4) Perde duvar ile kapaklı, yarı kapaklı ve silikon cephe arasındaki fark nedir?

- **Kapaklı sistem** → Camları kapak profilleri tutar, derz çizgileri belirgindir.
- **Yarı kapaklı sistem** → Sadece düşeyler veya yataylar kapaklıdır.
- **Silikon cephe** → Kapaksız düz yüzey görünümü sunar, cam silikonla profile bağlanır.

Hepsi perde duvar sınıfına girer; farkı yalnızca cam – profil birleşim detayları oluşturur.

5) Perde duvarlarda su neden içeri girmez?

Aslında her perde duvarın içine bir miktar su girer; önemli olan bunu doğru şekilde yönetmektir.
Bunu sağlayan sistem:

- basınç dengeleme odası,
- drenaj kanalları,
- damla delikleri,
- EPDM bariyerleri

ile çalışan **pressure-equalized rainscreen** prensibidir.

6) Curtain wall cam kalınlığı nasıl belirlenir?

Cam kalınlığı, rüzgâr yükü hesaplarına ve panel boyutuna göre belirlenir.
Genel kriterler:

- Yüksek katlı binalar → daha kalın IGU
- Geniş paneller → temperli + lamine cam
- Yoğun güneş alan yönler → selektif kaplama
- Gürültülü bölge → akustik IGU

Arkistral bu hesapları proje özelinde statik rapor ile hazırlar.

7) Perde duvarlarda en sık yapılan hata nedir?

Genellikle **drenaj tasarımının doğru yapılmaması** veya contaların yanlış uygulanmasıdır.
Bu iki hata tüm cephede:

- su alma,
- cam kenarı lekesi,
- profil içi korozyon,
- silikon kopması

gibi arızalara yol açabilir.

8) Perde duvar neden profesyonel danışmanlık gerektirir?

Çünkü bu sistem:

- statik mühendisliği,
- malzeme bilimi,
- termal analiz,
- akustik,
- sızdırmazlık,
- detay çizimi,
- uygulama koordinasyonu

gibi birçok disiplinin kesişim noktasındadır.

Küçük bir detayın yanlış olması, binanın tamamında büyük sorunlar çıkarabilir.
Bu nedenle perde duvar projeleri mutlaka uzman bir ekip tarafından detaylandırılmalıdır.

Arkistral olarak tüm bu süreçlerde profesyonel teknik danışmanlık sunuyoruz.