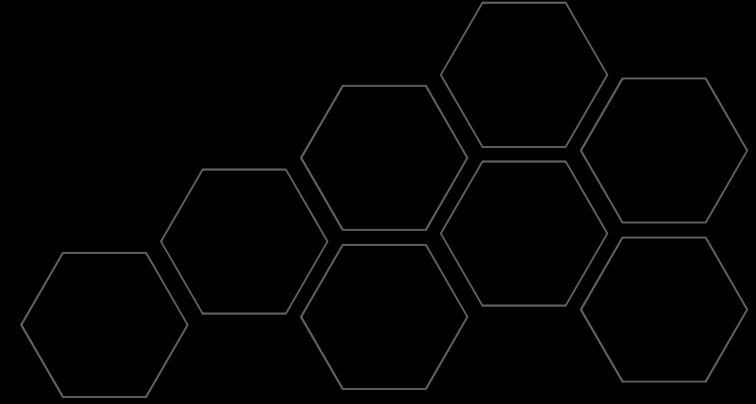
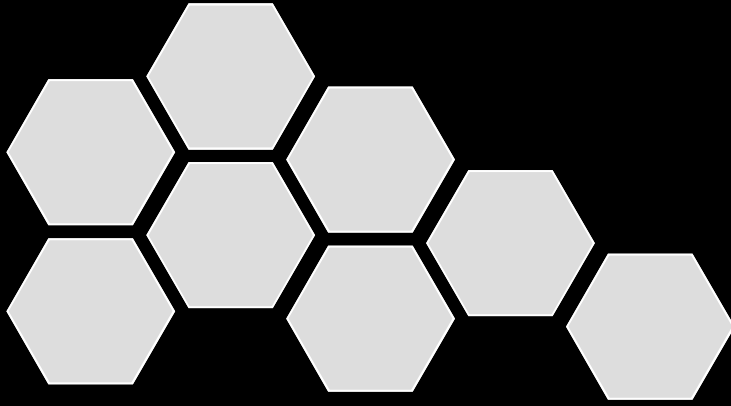
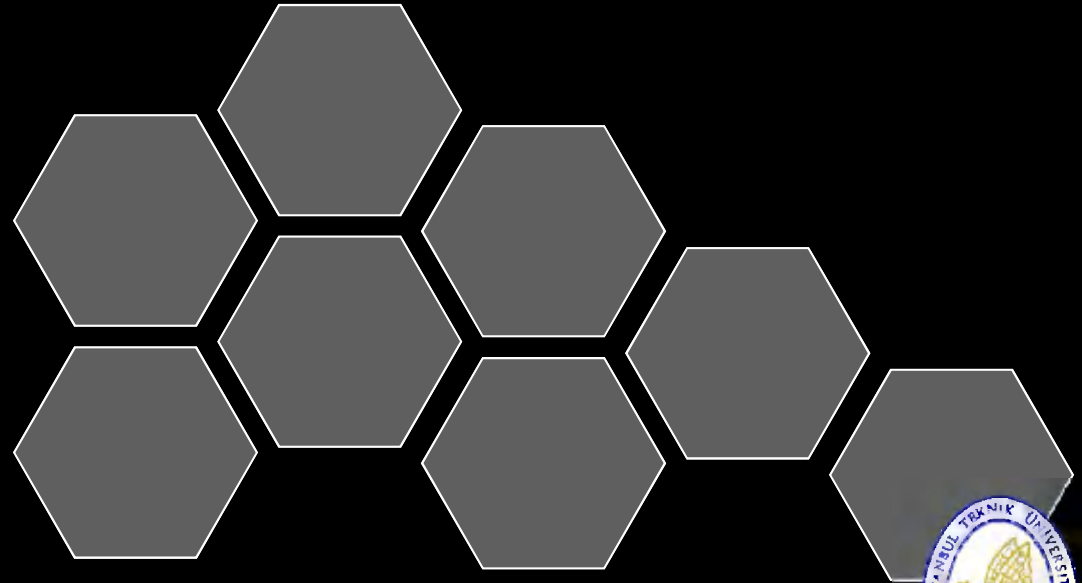
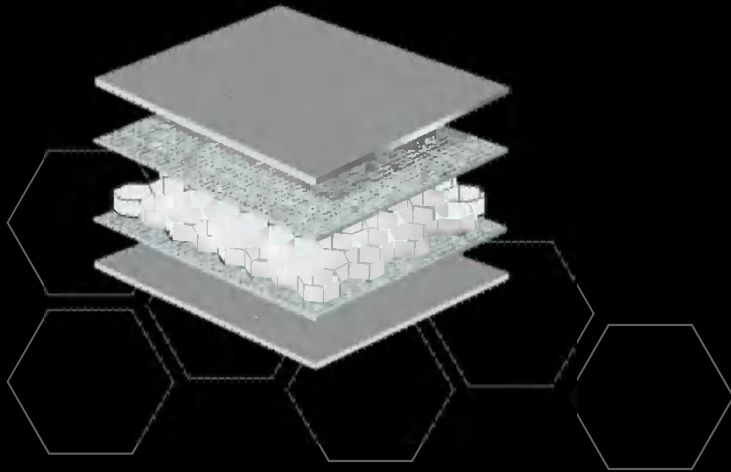
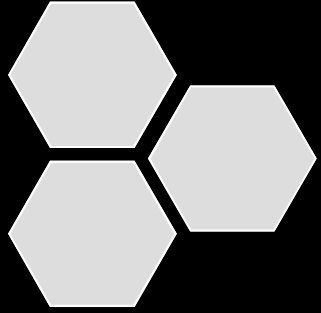




Yapıştırma Bağlantıları

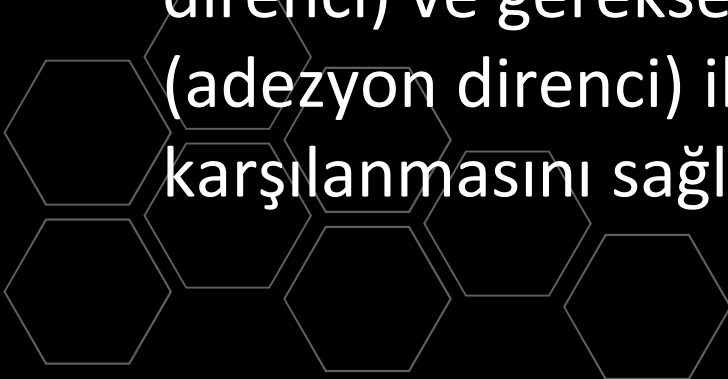
Vedat Temiz

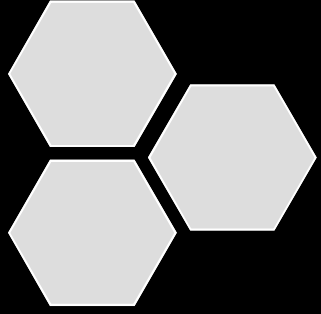




Genel Bilgiler

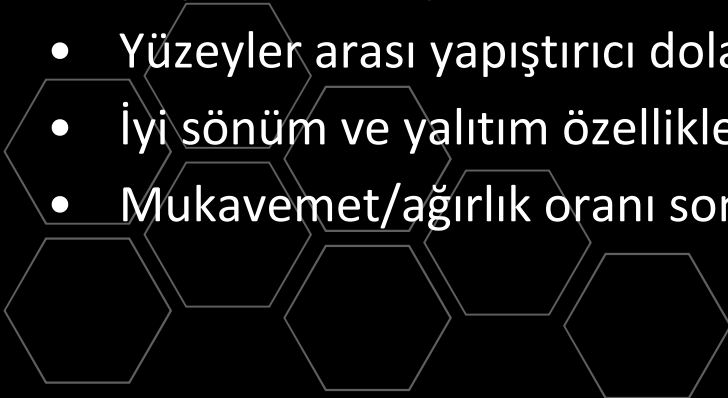
- İki parçanın yapıştırma görevi yapan, genellikle sentetik esaslı bir malzeme ile yapılan çözölemeyen bir bağlantıdır.
- Parçalar arasında çok ince bir tabaka oluşturan yapıştırıcı, çok defa kimyasal reaksiyonların sonucunda makro moleküller oluşumu ile sertleşir.
- Yapıştırıcı gerek kendi iç mukavemeti (kohezyon direnci) ve gerekse parça yüzeylerine yapışması (adezyon direnci) ile etkiyen dış kuvvetlerin karşılanmasını sağlar.

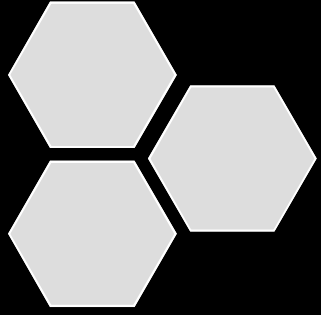




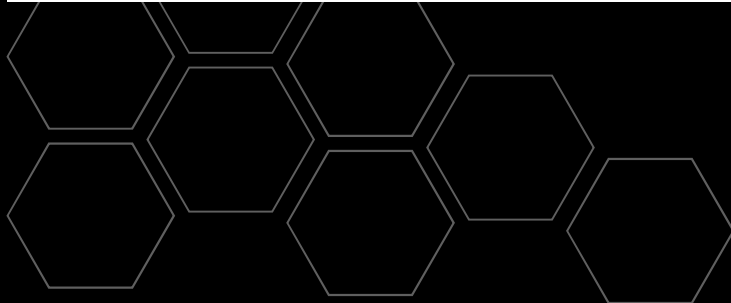
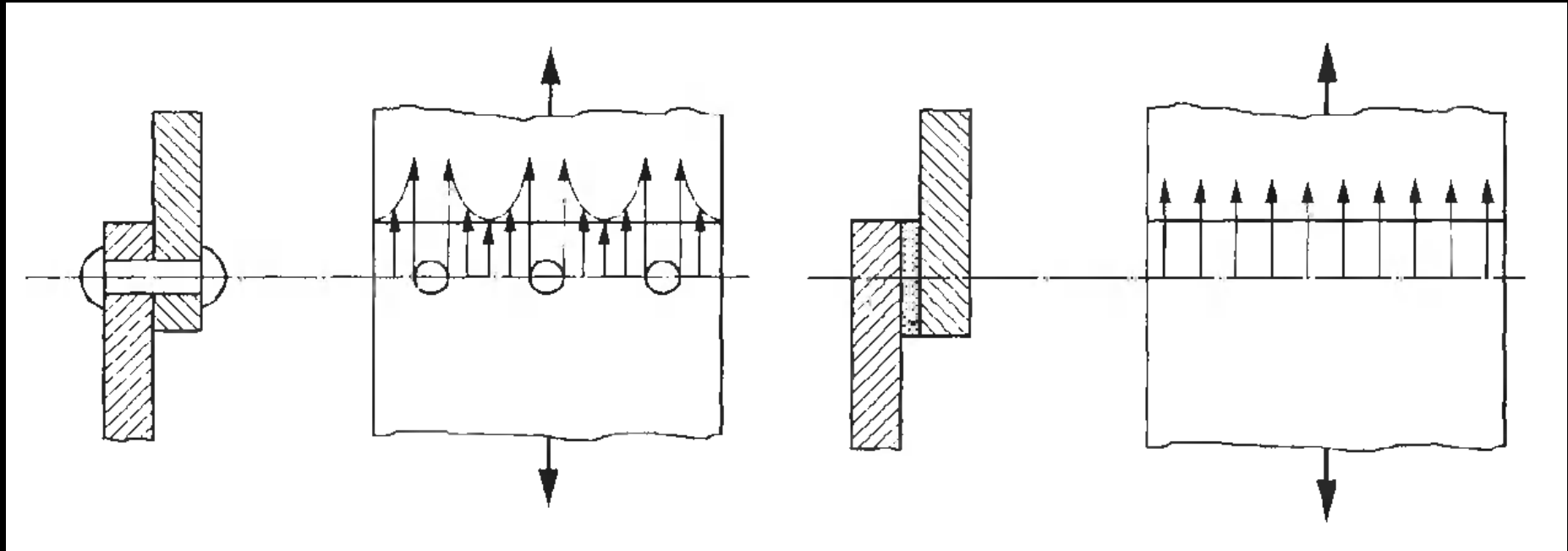
Avantajları

- Uygulanması kolay ve ucuz.
- Bağlanacak malzemede delik, çentik vb. olmadığı için gerilme yığılması olmaz.
- Isıl bir işlem içermediği için artık gerilmeler olmaz.
- Hemen hemen her malzemeye uygulanabilir.
- Çok ince veya kalın parçalara aynı kolaylıkla uygulanabilir.
- Gerilmeler her noktada yaklaşık aynı olduğundan, sürekli mukavemette yorulma hasarı riski düşüktür.
- Aynı zamanda sızdırmazlık sağlar.
- Boşluklar kolayca doldurulduğundan aralık ve galvanik korozyon riski yoktur.
- Yüzeyler arası yapıştırıcı dolacağı için hassas tolerans vermeye gerek kalmaz.
- İyi sönüm ve yalıtım özellikleri vardır.
- Mukavemet/ağırlık oranı son derece uygundur.





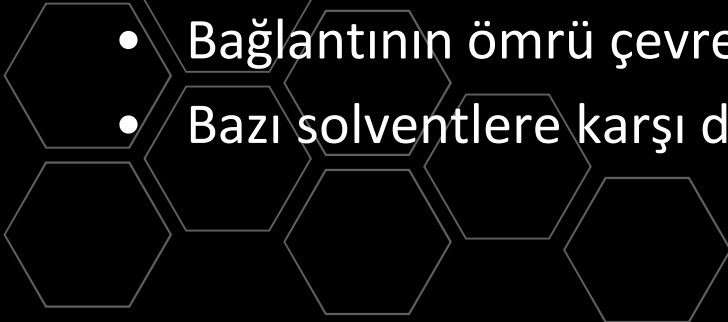
Perçin ve yapıştırma bağlantısında kuvvet iletimi

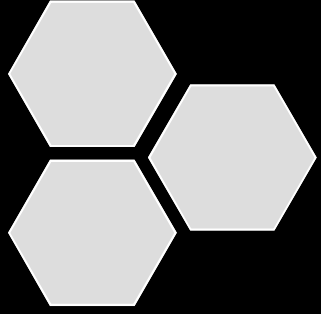




Dezavantajları

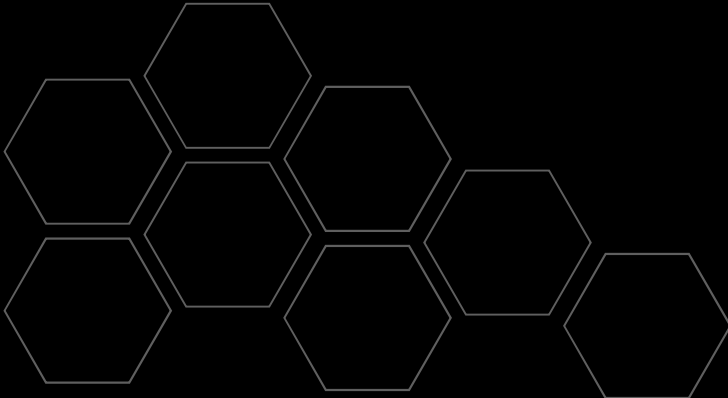
- Çalışma sıcaklığı artarsa (80-120°C) mukavemet düşer. Yeni nesil yapıştırıcılarla sınır çalışma sıcaklığı değeri 450°C' ye kadar çıkmıştır.
- Yüzeyin temizlenmesi özen ve dikkat gerektirir.
- Çekme ve eğilme tipi zorlanmalara karşı mukavemeti iyi değildir.
- Bazı yapıştırıcılarda sertleşme (kür) süresi uzundur.
- Viskoelastik malzemeler olduklarından zaman içinde yaşlanma ve sürünme (creep) olayları gözlenebilir.
- Kritik uygulamalar için çok karmaşık gerilme analizleri yapmak gerekir.
- Tahribatsız muayene ile kontrolü kolay değildir.
- Bağlantının ömrü çevre şartlarından etkilenir.
- Bazı solventlere karşı dayanıksız.

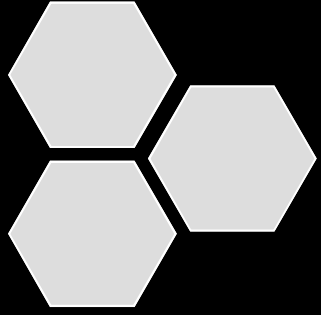




Genel uygulamaları

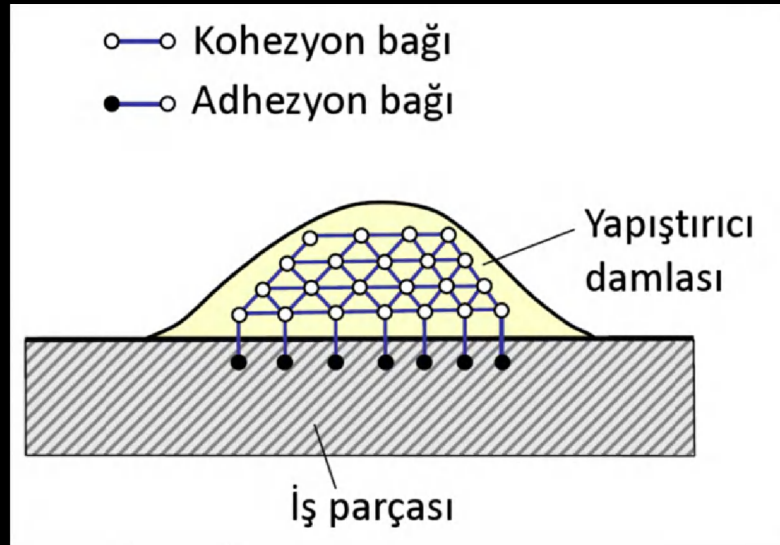
- Saç levhaların takviyesi (teknik hafif yapı konstrüksiyonlar)
- Boru bağlantıları
- Mil-göbek bağlantıları
- Fren ve debriyaj balataları
- Ahşap ve plastik malzemedен konstrüksiyonlar
- Diğer bağlama elemanlarının kullanılmadığı özel haller





Yapıştırmanın Mekanizması

- Yapıştırma bağlantısının mukavemeti adhezyon ve kohezyon kuvvetlerine bağlıdır.

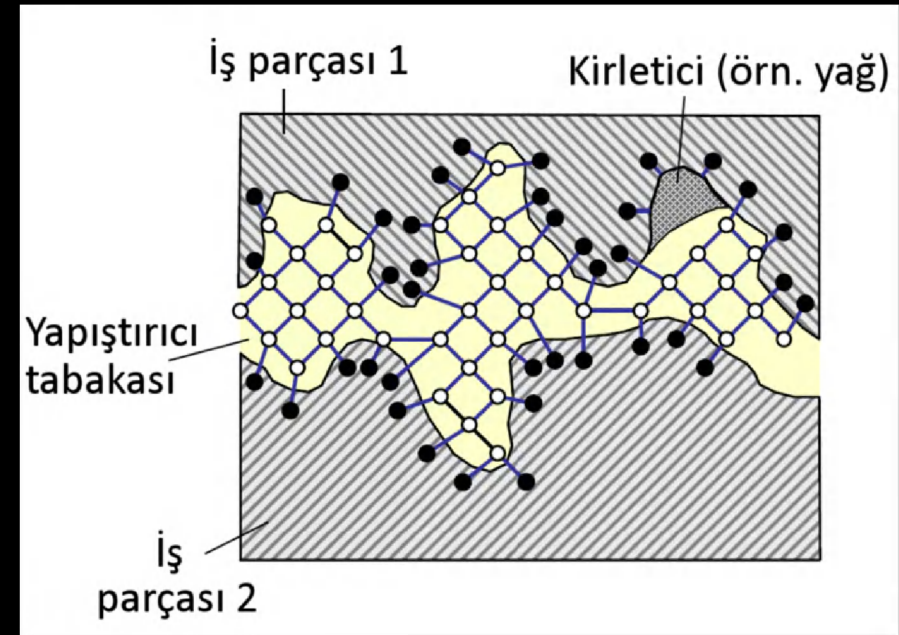


Adhezyon bağı:

İki farklı malzeme arasında oluşan bağıdır.

Kohezyon bağı:

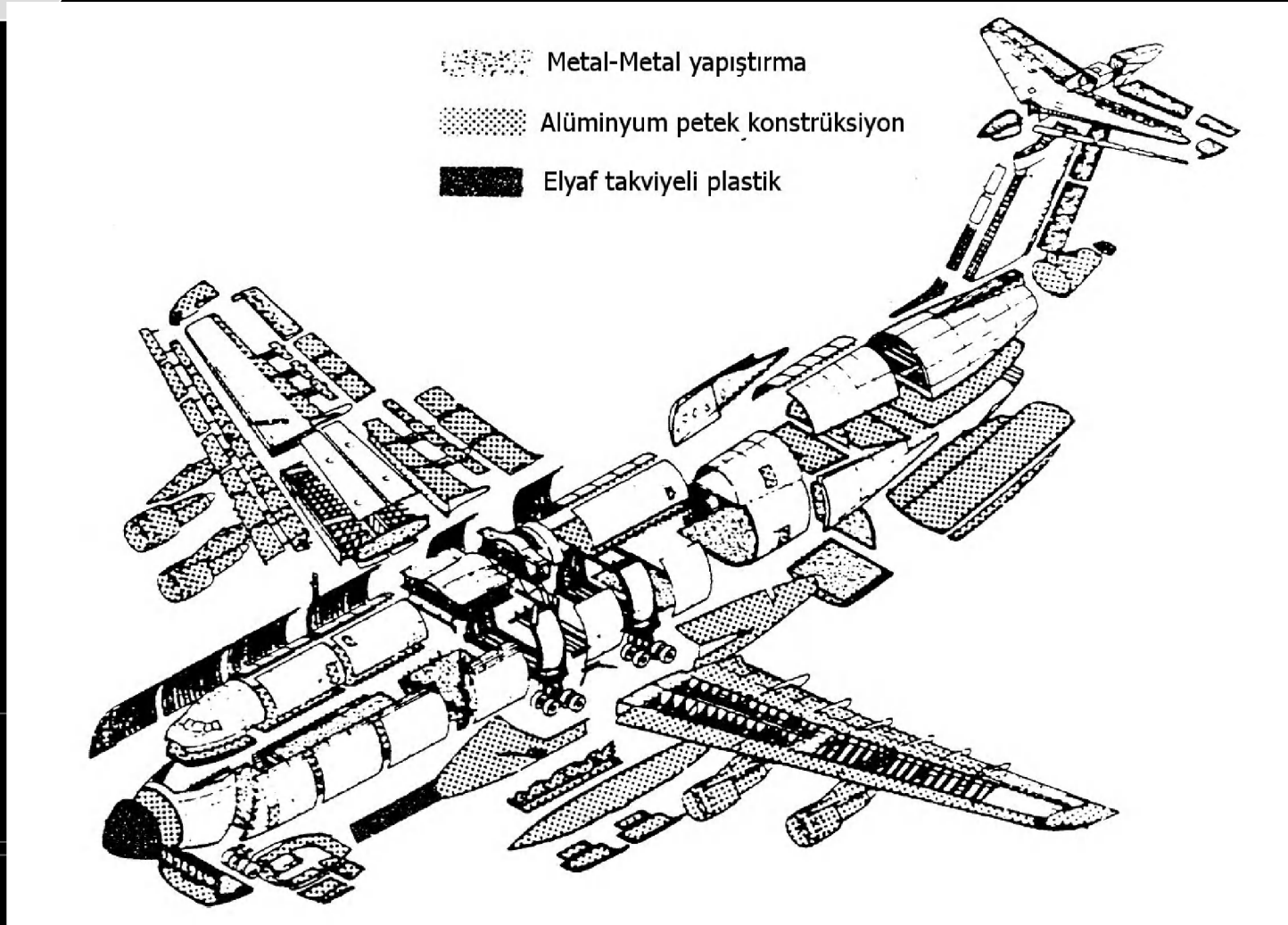
Bir malzemenin kendi molekülleri arasındaki bağıdır.



Yapıştırma işlemi
sonrası oluşan bağlar



Genel uygulamaları



Modern bir yolcu uçağında yapıştırma uygulamaları



Makina Elemanları I

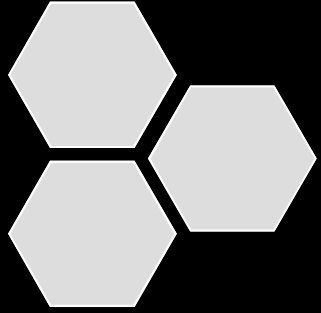


Genel uygulamaları



Fiberglastan imal edilmiş tekne yarılarının
yapıştırma ile birleştirilmesi





Yapıştırıcı türleri

- **Tek bileşenli yapıştırıcılar:**

Gerekli tüm bileşenler yapıştırıcı madde içinde yer alır. Kimyasal yapılarına göre yüzeye yayılma sırasında su meydana gelmemesi için, sertleşme sırasında basınç uygulanır.

- **İki bileşenli yapıştırıcılar :**

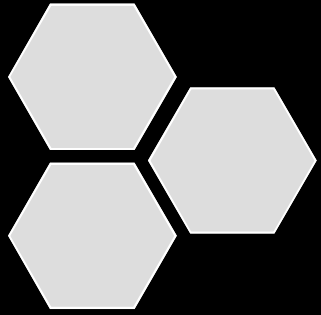
Bağlayıcı olarak poliester, epoksi veya poliüretan içerirler. Yapıştırmadan önce sertleştirici görevi yapan ikinci bir bileşenle karıştırılırlar. Sertleşme süreleri genellikle uzundur. (24 saate kadar uzayabilir.) Süre kısaltılmak istendiğinde 180°C ' ye kadar ısıtılır. Bu durumda sertleşme 1 dakikada tamamlanır.



Yapıştırıcılar

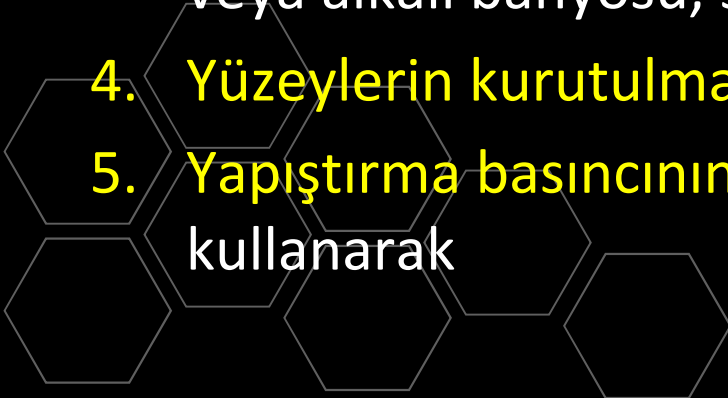
<i>Yapıştırıcı madde</i>	<i>Uygulama koşulları Sıcaklık/basınç °C / Nmm⁻²</i>	<i>Mukavemet</i>	<i>Elastiklik</i>	<i>Yaşlanma mukavemeti</i>	<i>Sıcaklık dayanımı °C</i>	<i>İnsan ve çevreye zarar derecesi</i>
<i>PSA Yapıştırıcılar</i>	10 ... 20 / 1 ila 5	4	1	1 – 2	120	1
<i>Yüzey yapıştırıcılar</i>	10 – 20 / ca. 1	3 – 4	1	2 – 3	120	3 – 4
<i>Dispersiyon yapıştırıcı</i>	10 – 20 / ca. 1	3 – 4	1	3	100	2
<i>Isı ile eriyen reçine</i>	>100 / <i>Temas basıncı</i>	3 – 4	1	2	120	1
<i>PVC pasta</i>	150 – 250 / <i>Basıncsız</i>	3 – 4	1	2	120	3
<i>Epoksi reçine 2-K</i>	RT / <i>Basıncsız</i>	1 – 2	2	3	80	3 – 4
<i>Epoksi reçine 1-K</i>	120 / <i>Basıncsız</i>	1	2	2	150	2 – 3
<i>Fenolik reçine 1-K</i>	ca. 150 / 8	1	3	1 – 2	200	2 – 3
<i>Poliüretan reçine 2-K</i>	RT / <i>Basıncsız</i>	2 – 3	1	2 – 3	80	2 – 3
<i>Poliüretan reçine 1-K</i>	80 / <i>Temas basıncı</i>	3	1	2 – 3	110	1 – 2
<i>Silikon reçine 1-K</i>	RT / <i>Basıncsız</i>	4	1	1	200	1 – 2
<i>Siyanakrilat (japon) 1-K</i>	RT / <i>Basıncsız</i>	2	3 – 4	3	80	1 – 2
<i>Diakrilik asit ester 1-K</i>	RT / <i>Basıncsız</i>	1 – 2	2	1 – 2	100	3 – 4

1-K Bir komponentli , 2-K İki komponentli ; RT Oda sıcaklığı ; 1- Çok yüksek, 2- Yüksek, 3- Orta, 4- Düşük

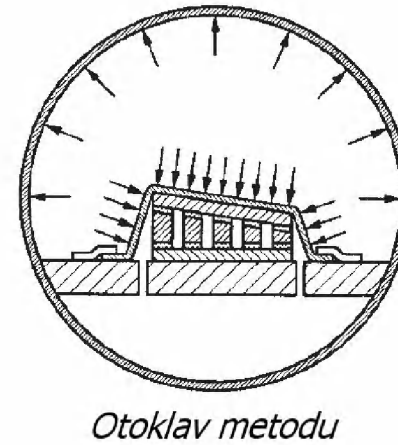
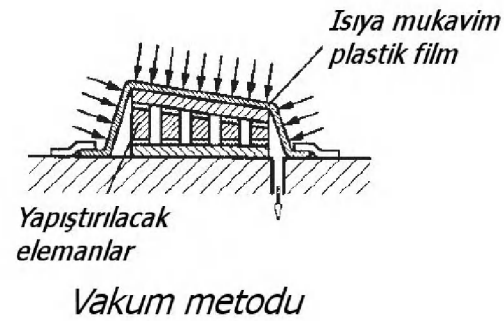
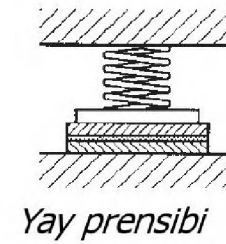
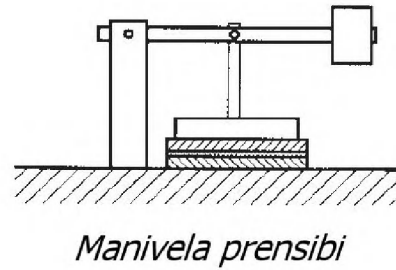
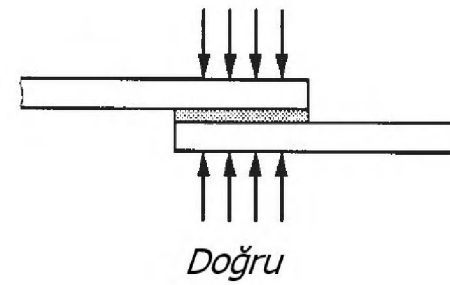
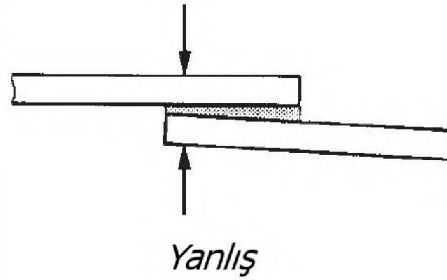


İşlemin yapılması

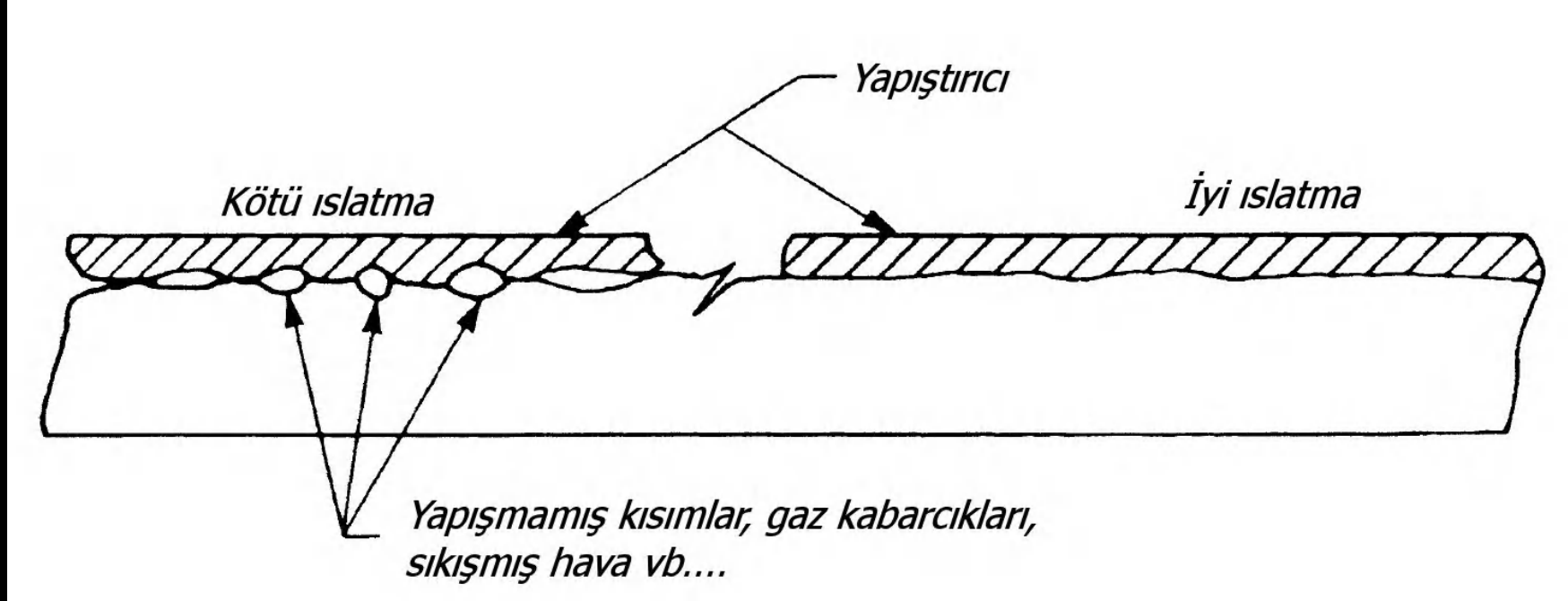
1. **Temizlik:** Yüzeylerin boya, yağ, pas vb. gibi maddelerden arındırılması gerekir. Genellikle mekanik temizlik yeterli olmaz. Yağ giderici olarak en fazla aseton, benzin, benzol, mazot, triklor etilen, perklor etilen, karbon tetra klorür kullanılır.
2. **Yüzeylerin pürüzlendirilmesi:** Zımparalama, kum püskürtme vb. gibi işlemler kullanılabilir.
3. **Yüzeylerin yıkanması:** Önce soğuk su, daha sonra sulu asit veya alkali banyosu, sonradan tekrar su.
4. **Yüzeylerin kurutulması :** Temiz bir yerde sıcak hava ile .
5. **Yapıştırma basıncının uygulanması:** Uygun tertibatlar kullanarak

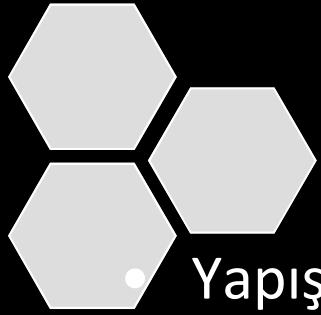


Yapıştırılan parçaların sıkıştırılması



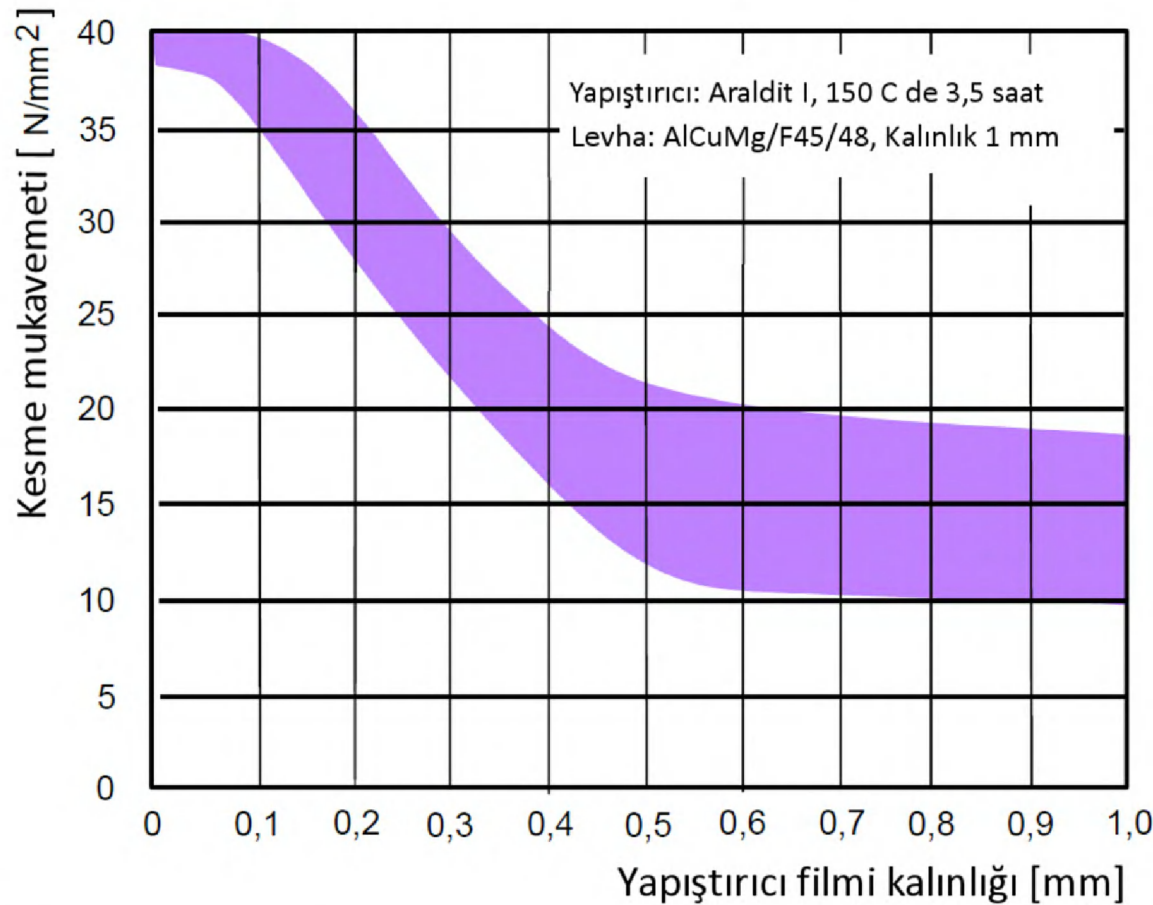
Yapıştırma işlemi





Film kalınlığının mukavemete etkisi

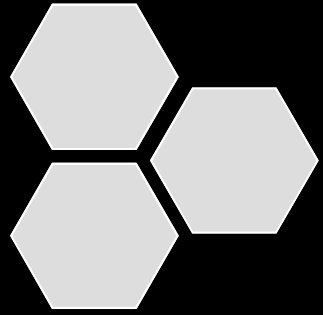
- Yapıştırıcı filmi kalınlığının çok fazla olması, bağlantı mukavemetini olumsuz etkiler.



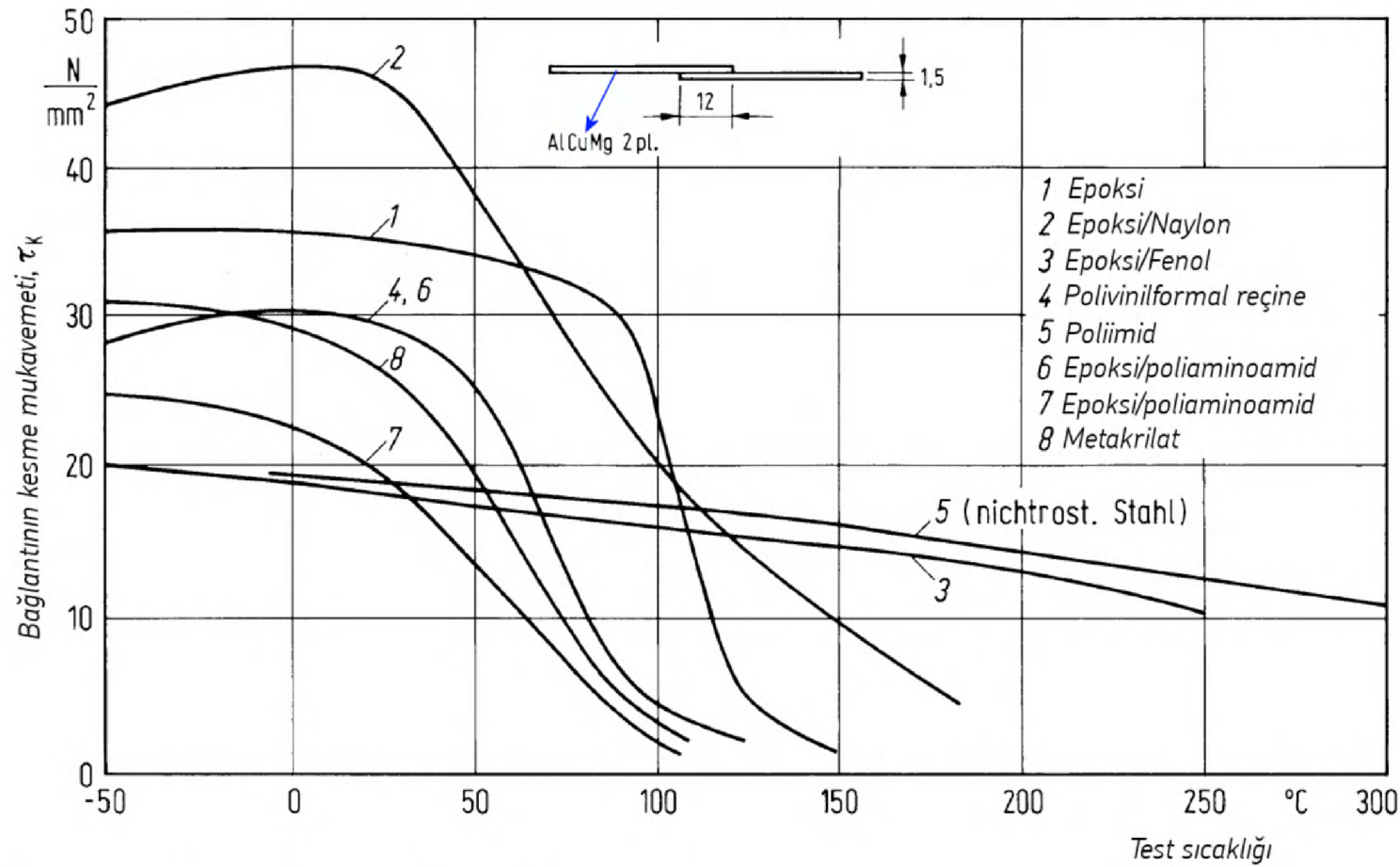
Optimal kalınlıklar

- 1) Sıvı anaerobik veya siyanat tipi yapıştırıcılar için $\delta=0,02...0,1$ mm
- 2) Orta viskoziteli epoksiler için $\delta=0,1...0,25$ mm
- 3) Silikon pasta veya epoksi dolgular için $\delta>0,25$ mm



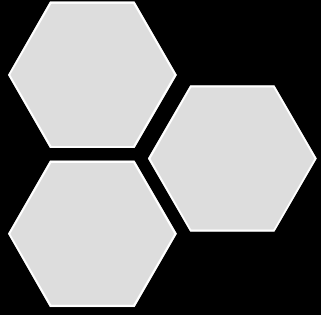


Sıcaklık ve yapıştırıcı türünün bağlantı mukavemetine etkisi

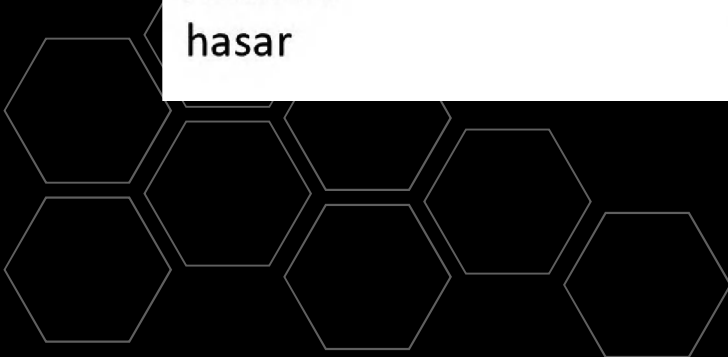
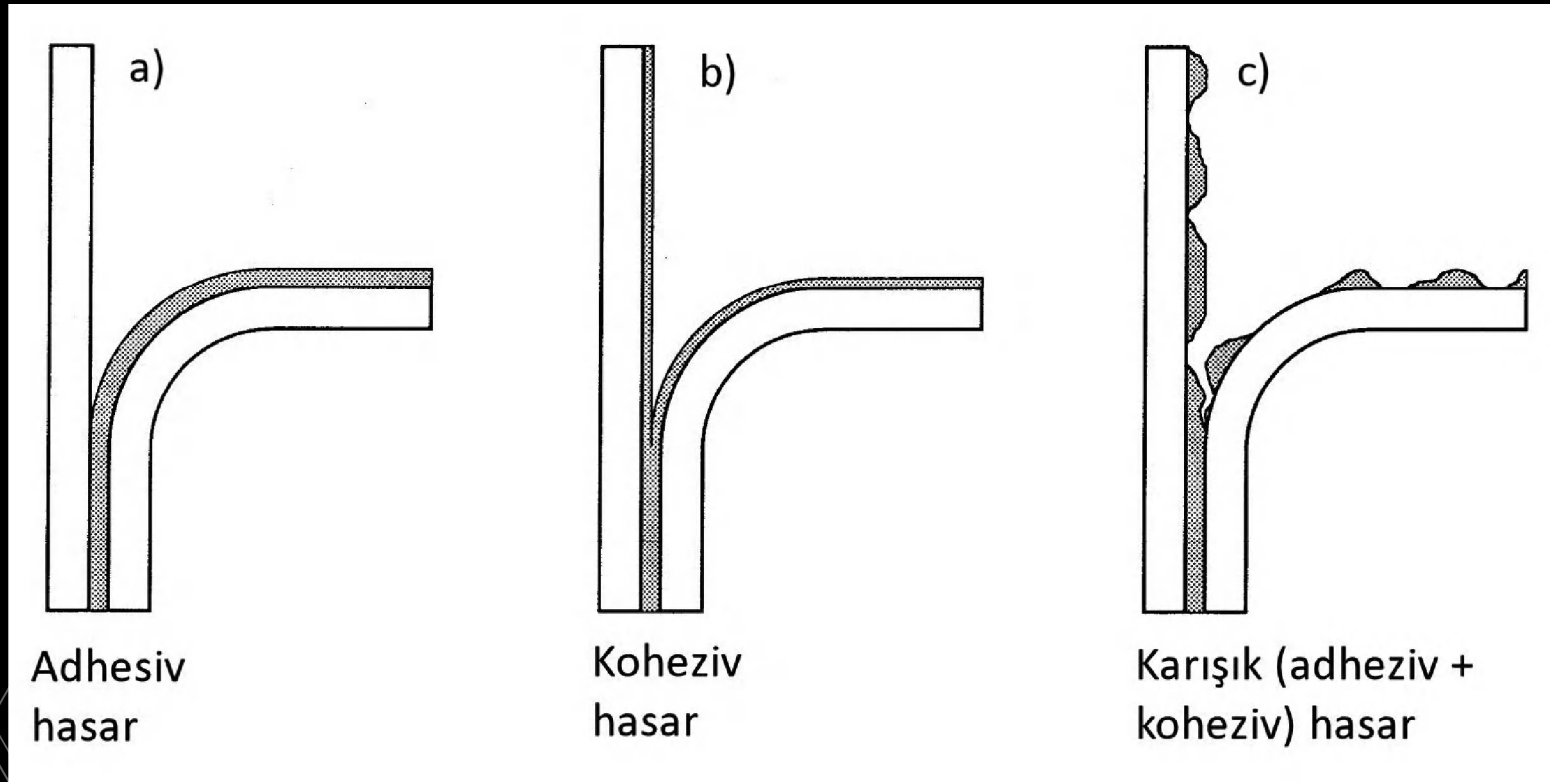


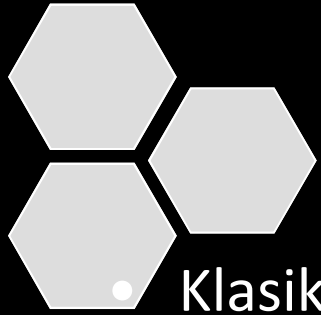
1...6 arası sıcak uygulanmış.
7,8 soğuk uygulanmış.





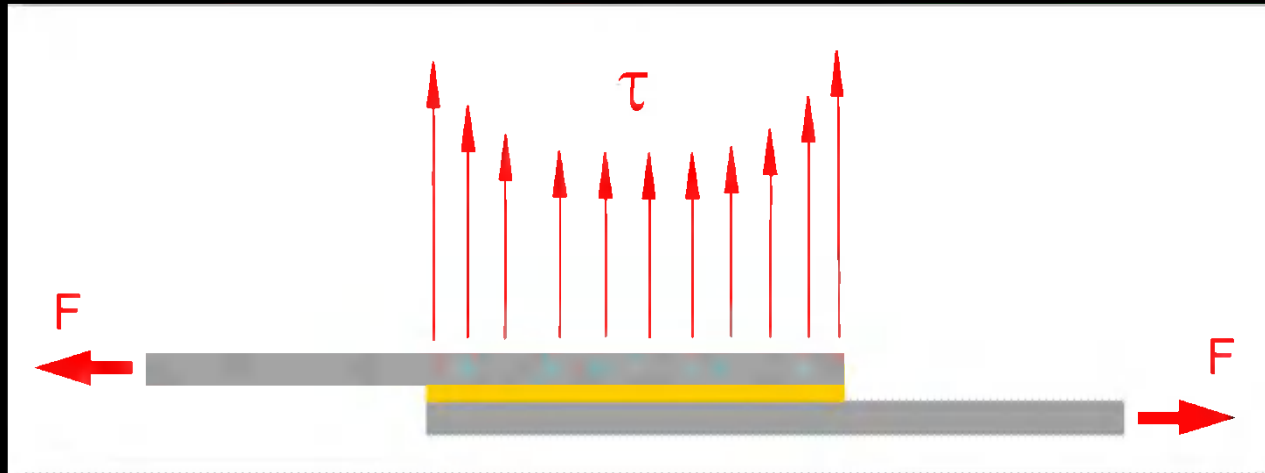
Yapıştırma işleminde olası hasar halleri



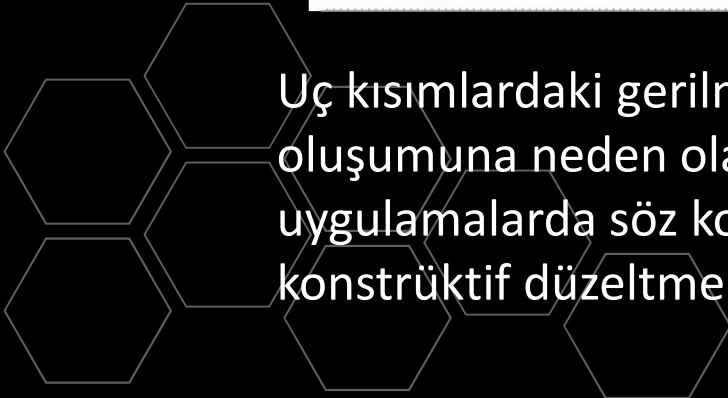


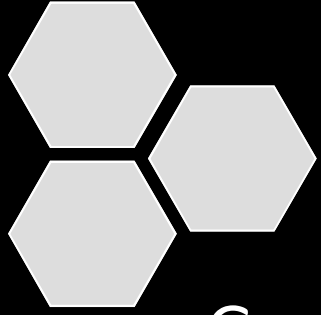
Gerilme yığılmalarını düzeltici tasarımlar (bindirme bağlantısı)

- Klasik bir bindirme bağlantısında, bindirme uzunluğu boyunca kayma gerilmesi dağılımı aşağıdaki gibi oluşur.



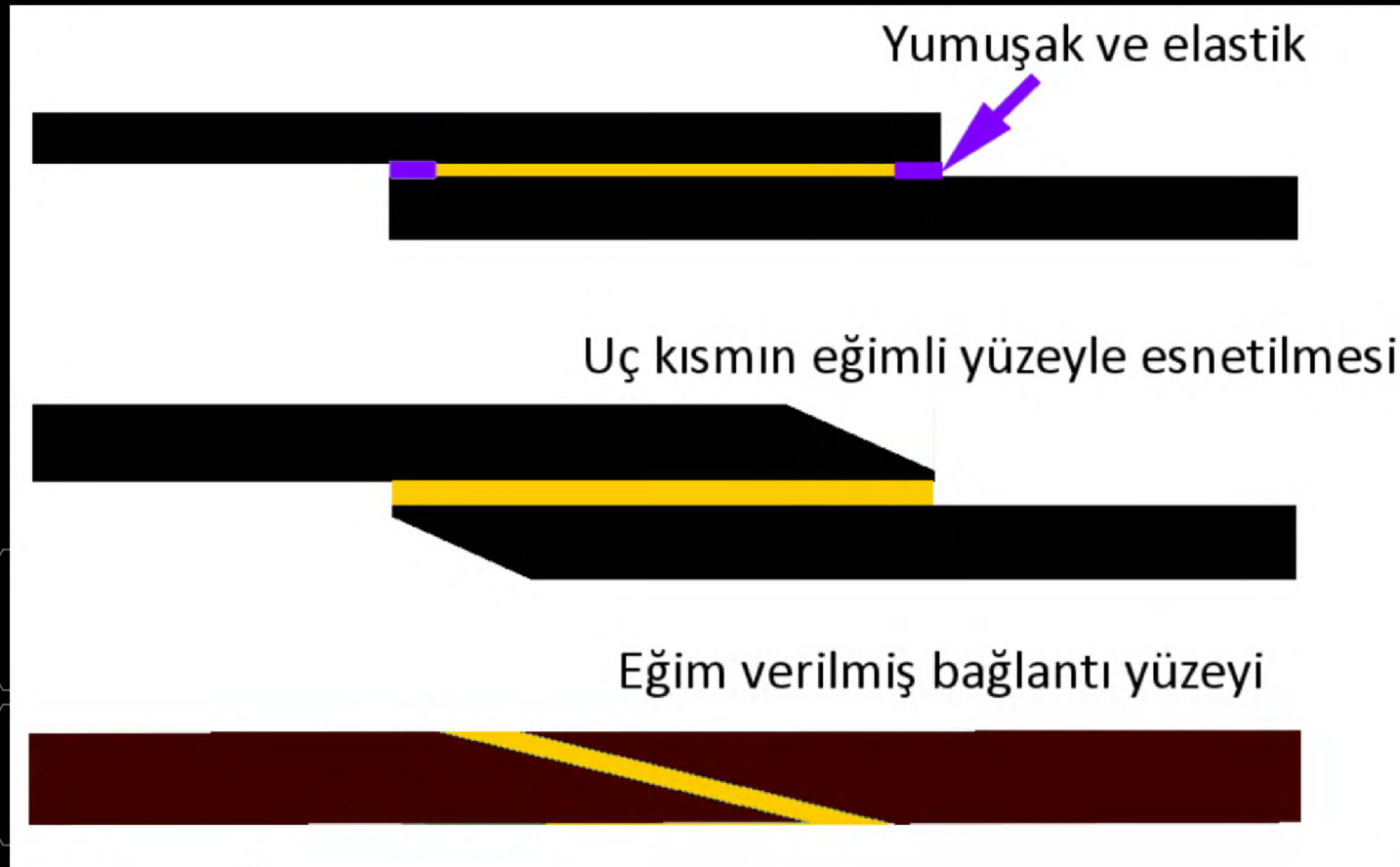
Uç kısımlardaki gerilme yığılmaları bu bölgede hasar oluşumuna neden olabilir. Bu yüzden, kritik uygulamalarda söz konusu yüksek gerilmelerin konstrüktif düzeltmelerle azaltılması gerekir.

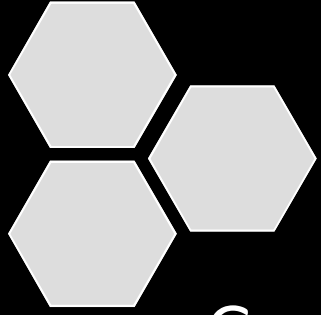




Gerilme yığılmalarını düzeltici tasarımlar (bindirme bağlantısı)

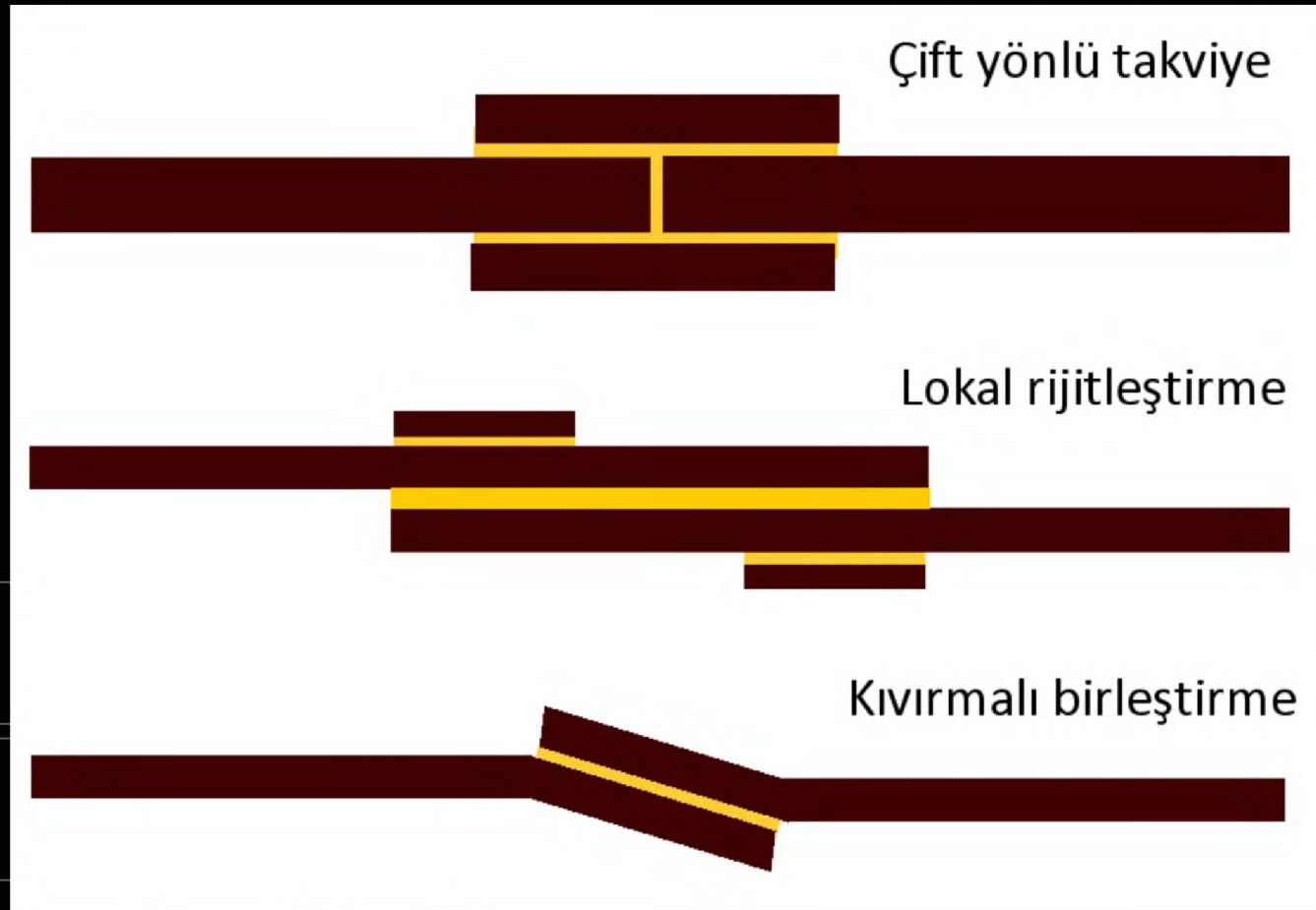
- Gerilme yığılmalarını azaltıcı konstrüktif tedbirler





Gerilme yığılmalarını düzeltici tasarımlar (bindirme bağlantısı)

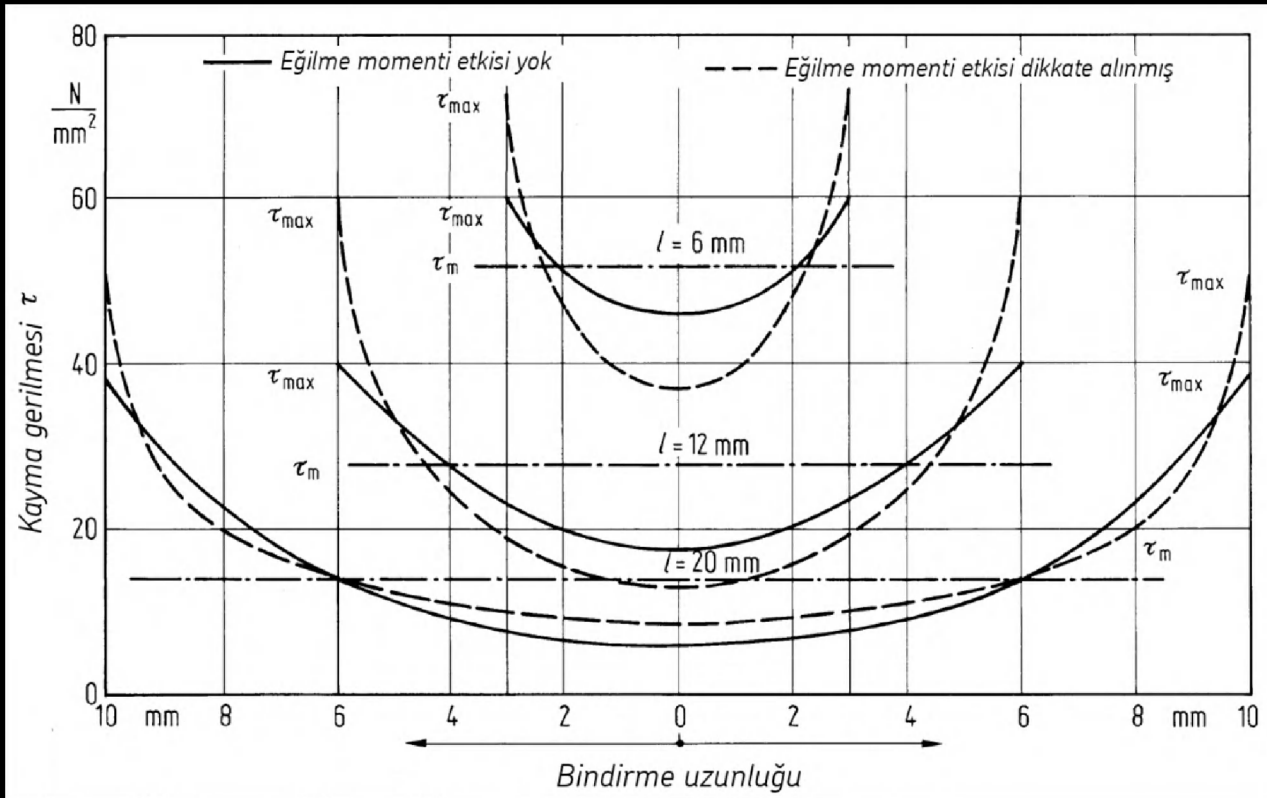
- Gerilme yığılmalarını azaltıcı konstrüktif tedbirler





Bindirme oranı

- Bindirme bağlantılarında, plakaların üst üste gelen kısmının uzunluğu bağlantı mukavemetine doğrudan etkir.



Bindirme oranı (t: levha kalınlığı olmak üzere):

$$u = \frac{l}{t}$$

olarak tariflenir.

Tavsiye edilen oranlar:

Çelik için $u=7,5...5$

Al-alışımları $u=5...10$

Takviyesiz plastik $u=2...4$

Elyaf takviyeli plastik

$u=5...10$



Bindirme oranı

- Bağlantıda levha ve yapıştırıcının aynı kuvveti taşıyacağı esas alınır, optimum bindirme oranı için tasarım aşamasında kaba bir hesap yapmak mümkündür. Genel olarak **yapıştırıcı mukavemetini yapı elemanı mukavemetine eşit yapan bindirme oranı optimumdur.**

Yapı elemanı tarafından taşınan maksimum kuvvet:

$$F_1 = b \cdot t \cdot \sigma_{Ak}$$

Burada;

b= levha genişliği

σ_{Ak} : yapı elemanının akma mukavemeti



Yapıştırma bağlantısı tarafından taşınan maksimum kuvvet

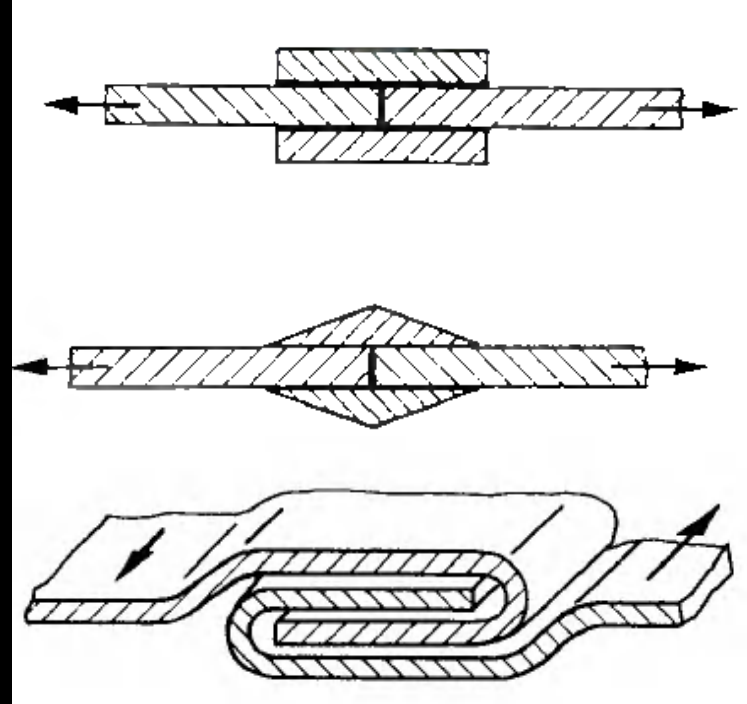
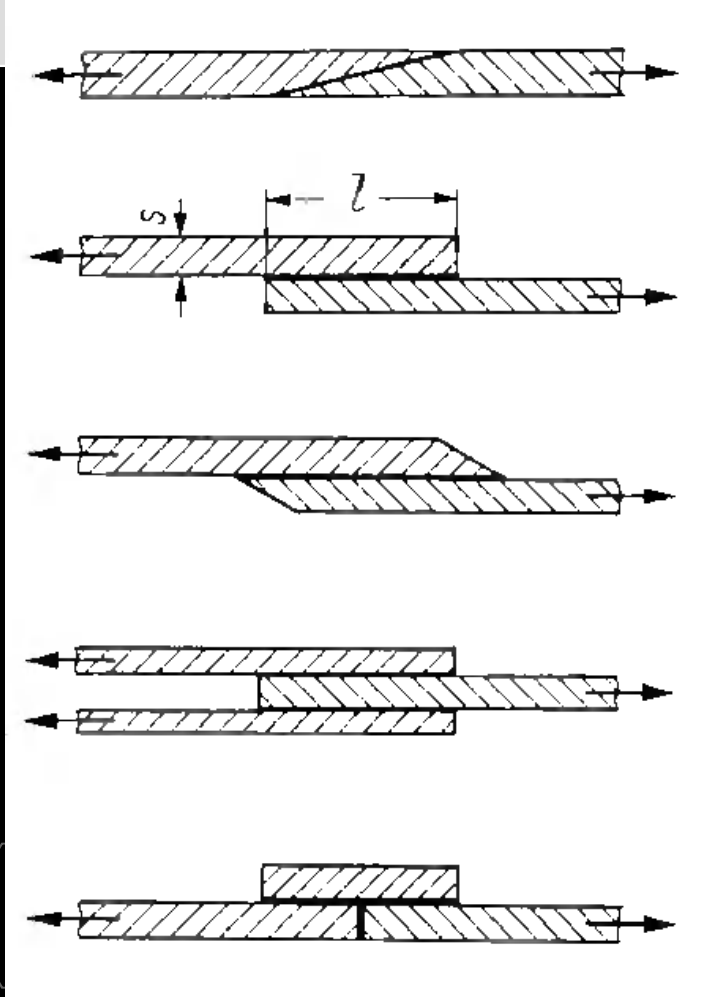
$$F_2 = \tau_{yap.} \cdot l \cdot b = \tau_{yap.} \cdot u \cdot t \cdot b$$

Burada $\tau_{yap.}$ yapıştırıcı malzemesinin kesme mukavemetidir.

İki kuvvet (F_1 ve F_2) eşitlenirse:

$$u_{optimum} = \frac{\sigma_{Ak}}{\tau_{yap.}}$$

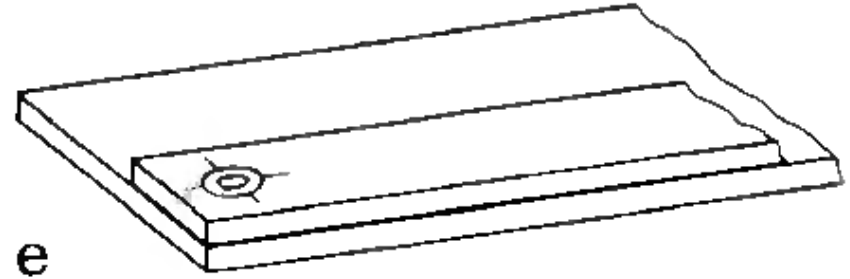
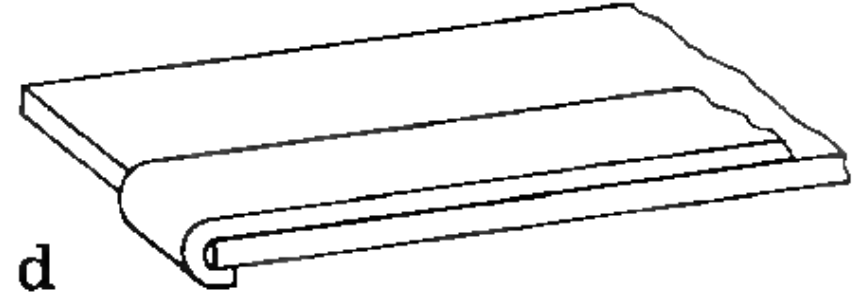
Şekillendirme



Alın bağlantılarının şekillendirilmesi

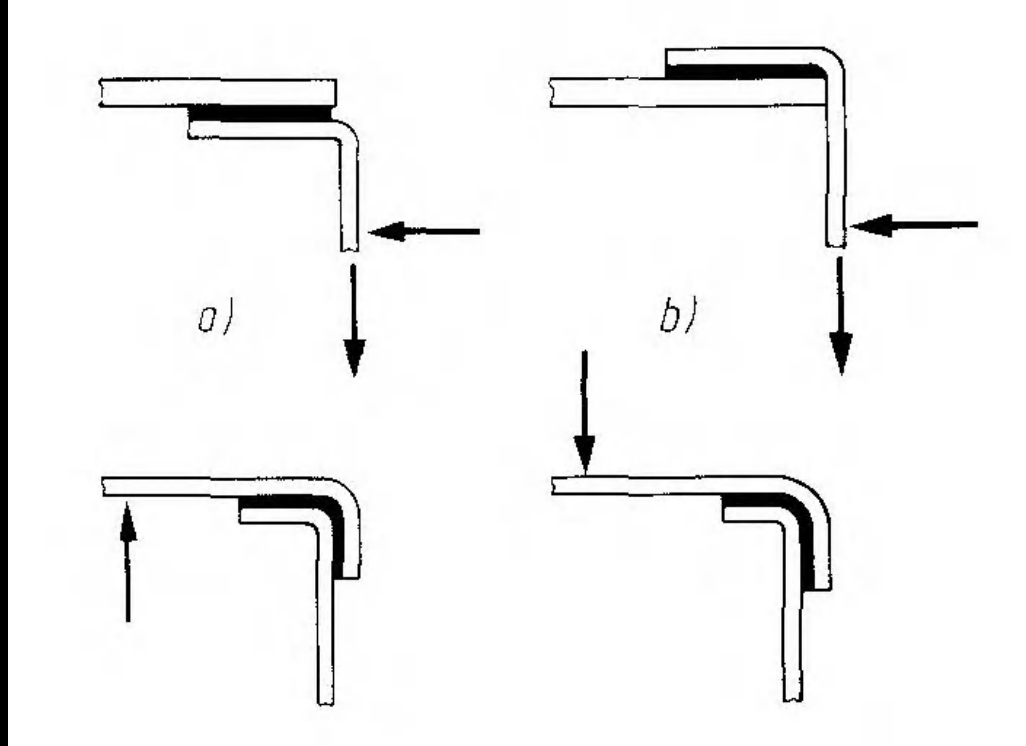


Şekillendirme



Yapıştırma bağlantılarının ayrılmaya zorlanması ve tedbirler ↑

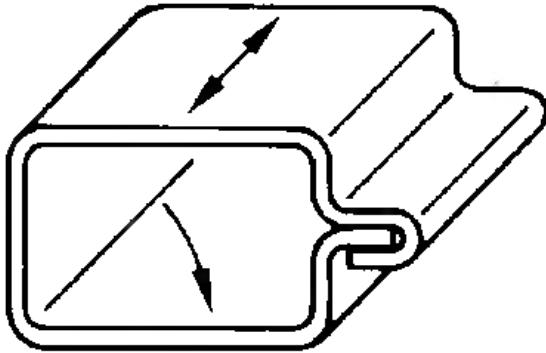
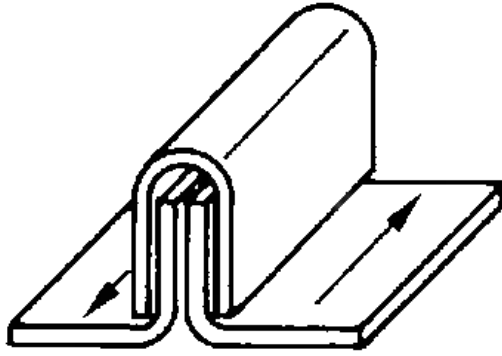
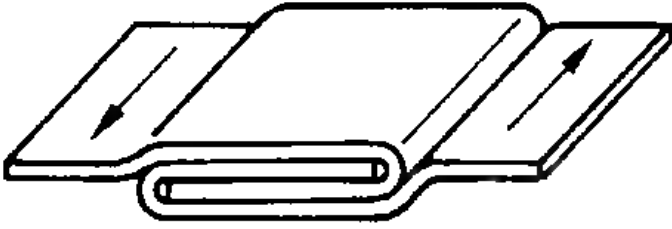
Şekillendirme



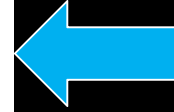
Köşe yapıştırma örnekleri
a) Yanlış b) Doğru

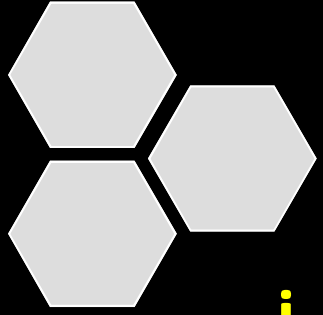


Şekillendirme



Yuvalı birleştirme
şekilleri





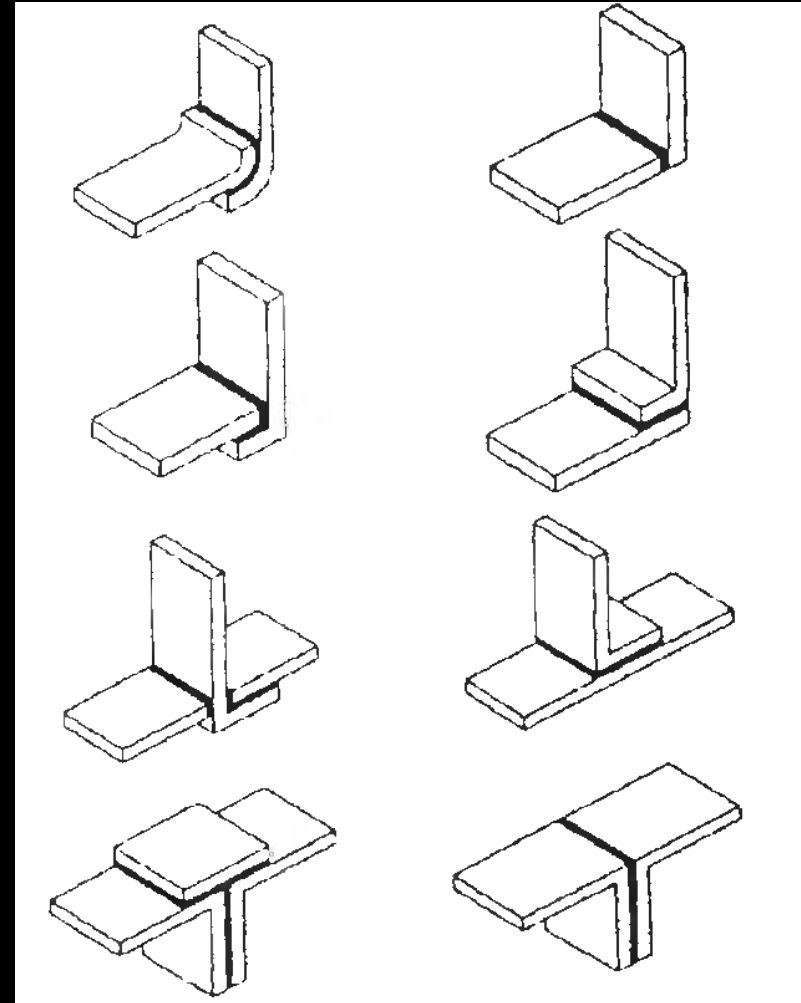
Şekillendirme

İyi

Kötü

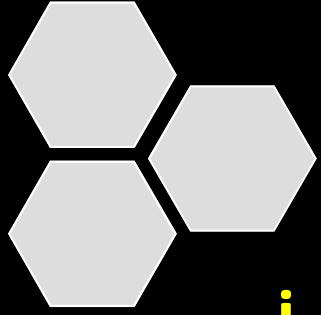
İyi

Kötü



Makina Elemanları I





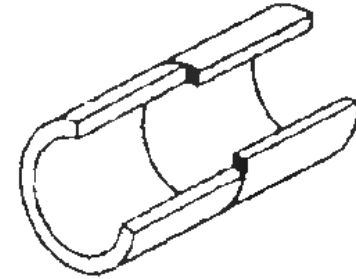
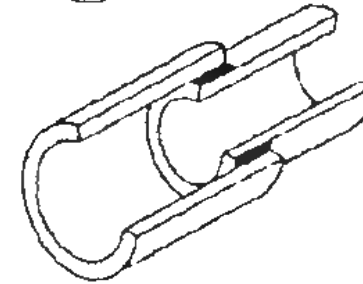
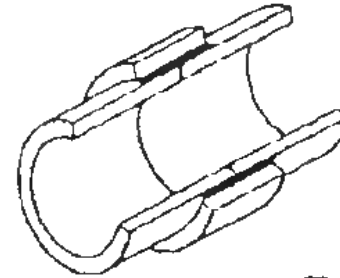
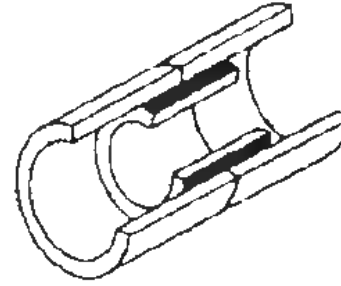
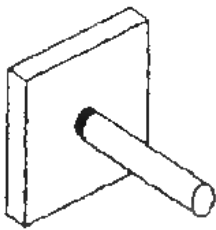
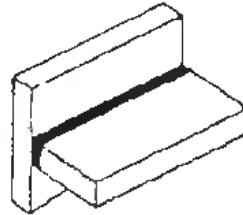
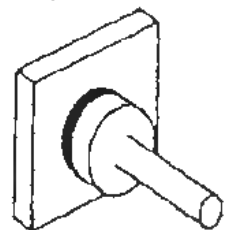
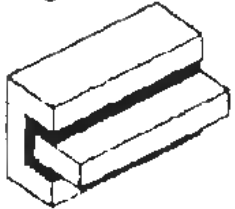
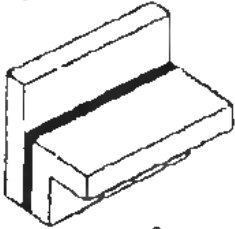
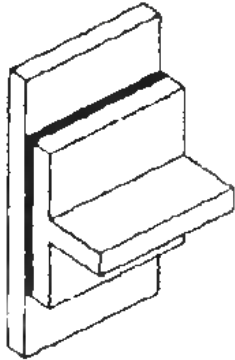
Şekillendirme

İyi

Kötü

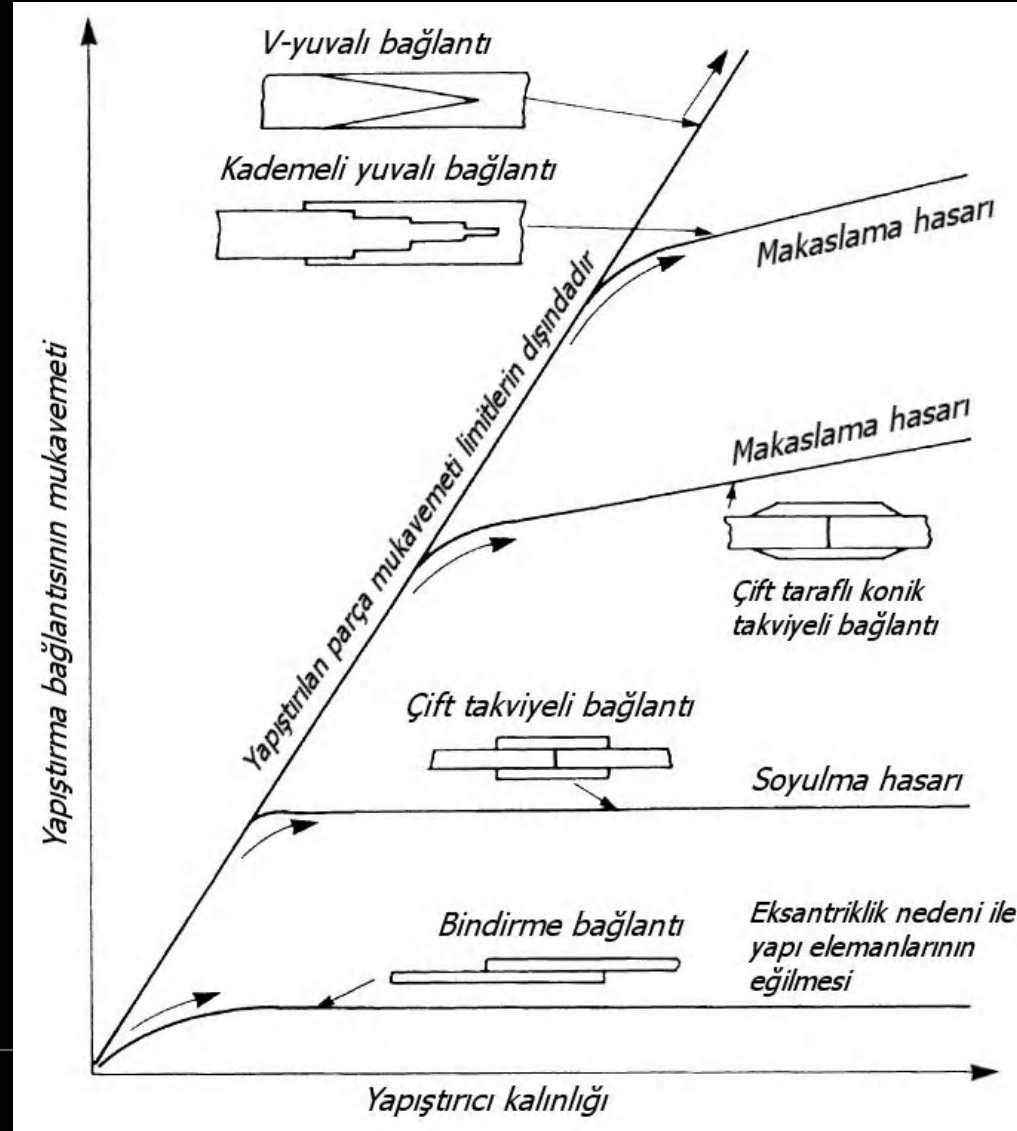
İyi

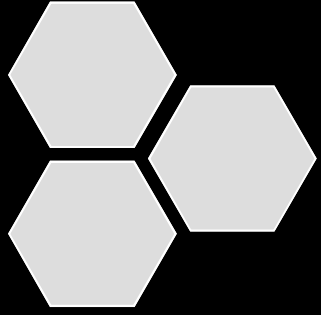
Kötü



Yapıştırıcı mukavemeti

Bağlantı türlerinin
yük taşıma kabiliyeti



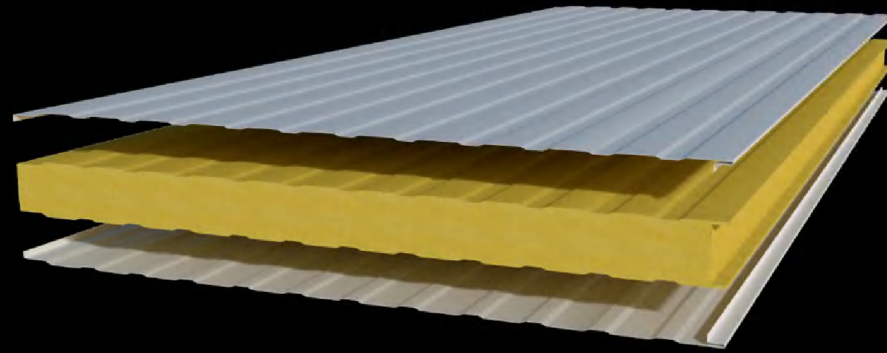
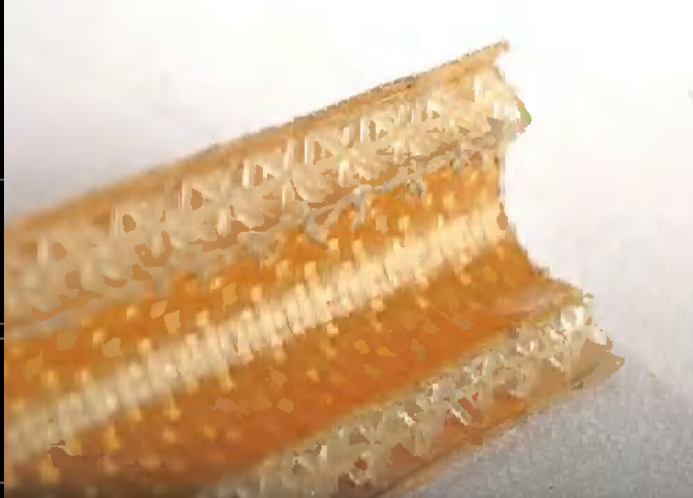
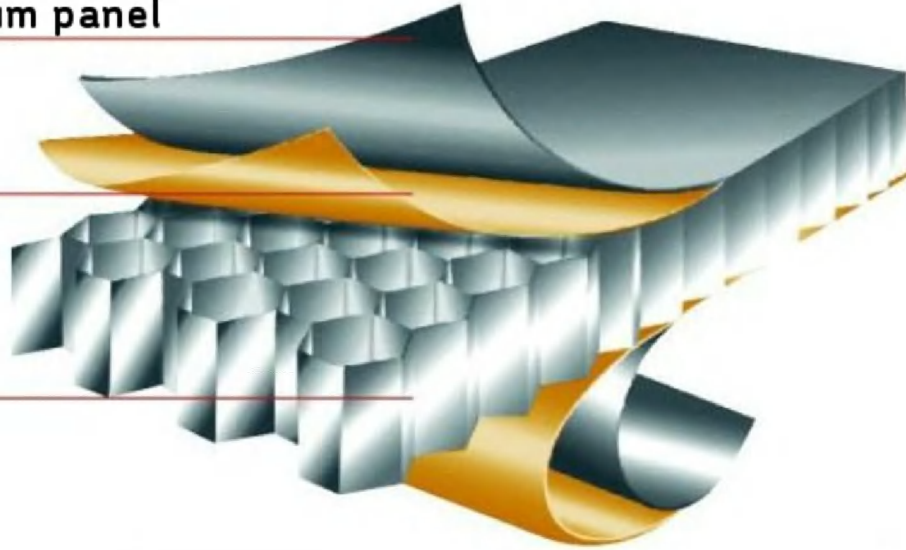


Sandviç Konstrüksiyonlar

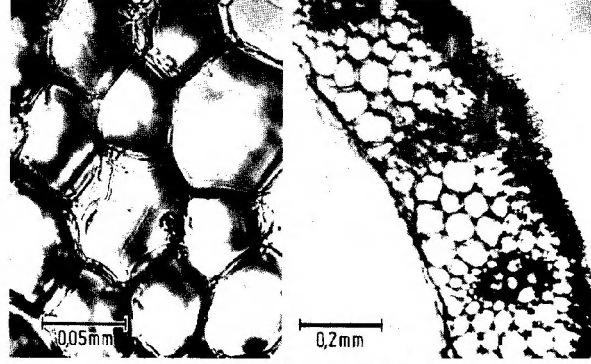
Alüminyum alaşım panel

Yapıştırıcı filmi

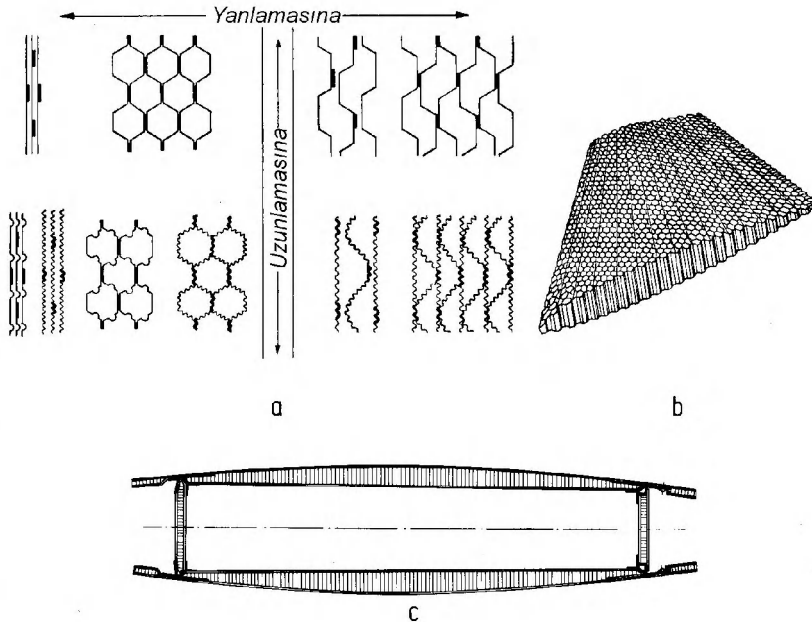
Al. petekler



Sandviç Konstrüksiyonlar

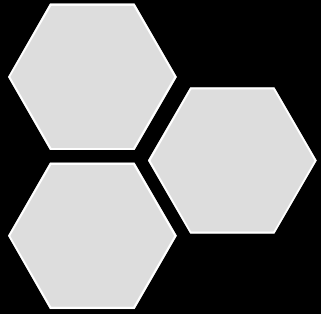


Buğday sapının kesiti



Doğal strüktür ve teknik uygulamaları

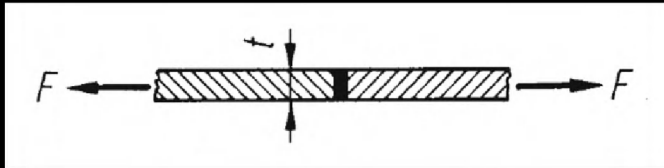
- a) Sandviç yapılar,*
- b) Sandviç kanat yapısı*
- c) Taşıyıcı kenarları sandviç konstrüksiyon olan kanat*



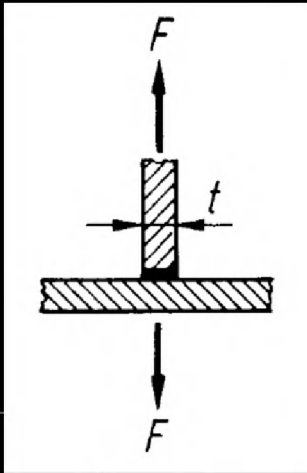
Yapıştırma bağlantılarının hesabı

Çekme

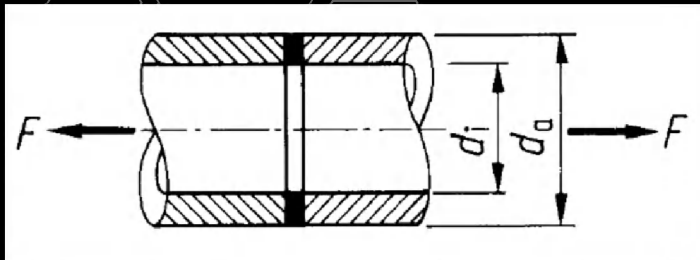
Yapıştırıcı kaplı alan



$$A = t \cdot b$$



$$A = t \cdot b$$

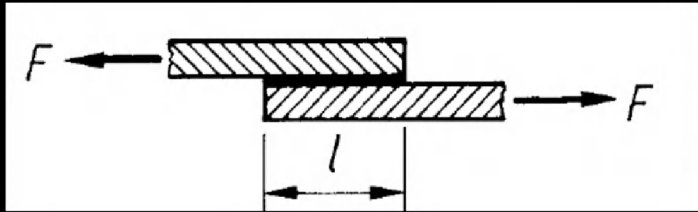


$$A = \frac{\pi}{4} (d_a^2 - d_i^2)$$

$$\sigma_{yap.} = \frac{F}{A}$$

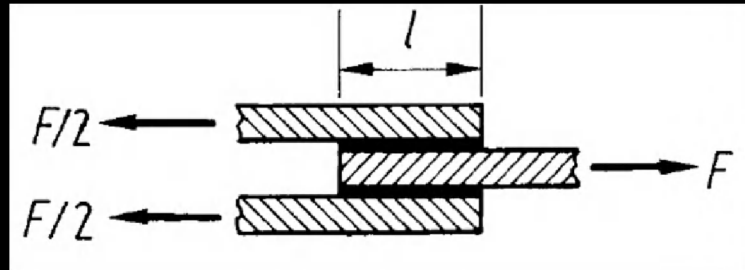
Yapıştırma bağlantılarının hesabı

Kesme

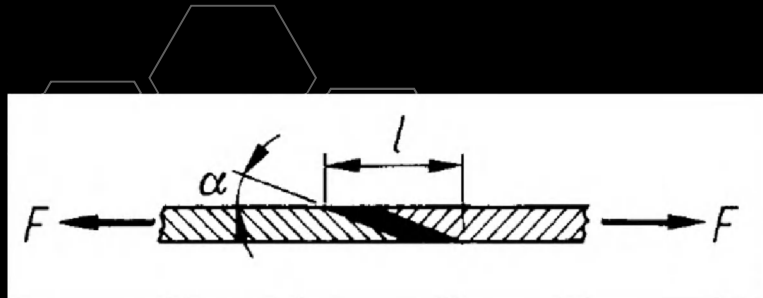


Yapıştırma alanları

$$A = l \cdot b$$



$$A = 2l \cdot b$$

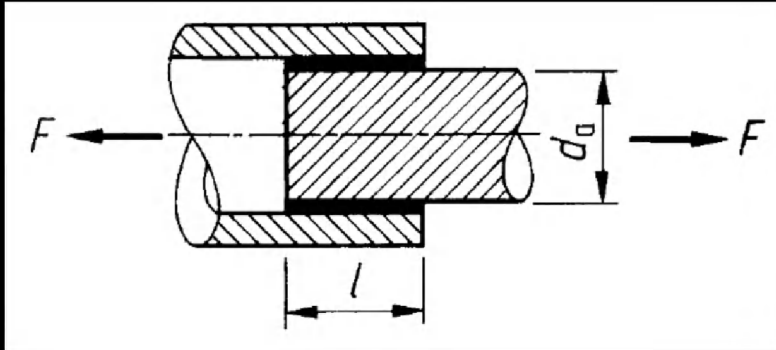


$$A = \frac{l \cdot b}{\cos \alpha}$$

$$\tau_{yap.} = \frac{F}{A}$$

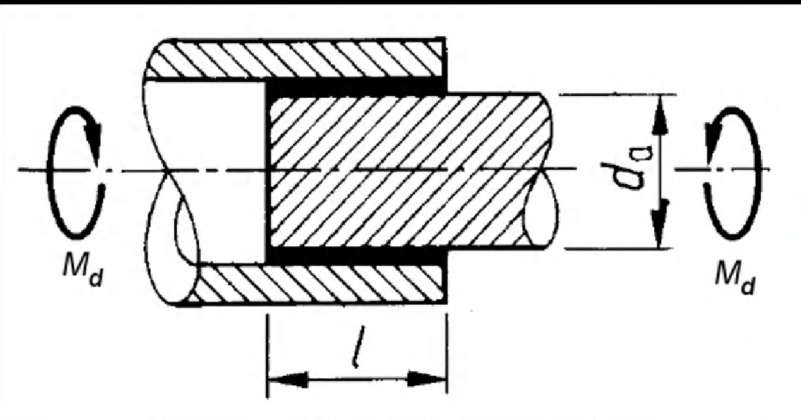
Yapıştırma bağlantılarının hesabı

Kesme (Boru bağlantısı)



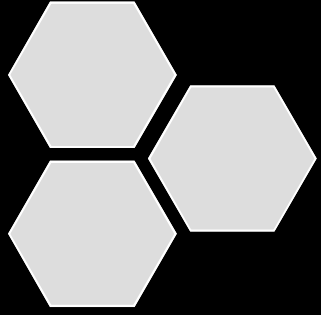
Yapıştırma alanları

$$A = \pi \cdot d_a \cdot l \rightarrow \tau_{yap} = \frac{F}{A}$$



$$A = \pi \cdot d_a \cdot l \rightarrow \tau_{yap} = \frac{2 \cdot M_d}{d_a \cdot A}$$





Bazı yapıştırıcıların kesme mukavemet değerleri

Yapıştırıcılar	Kesme mukavemeti değerleri [N/mm ²]
Isıyla sertleşen, yoğun çapraz bağlı yapıştırıcılar. (epoksi/fenol reçineleri)	25-35
Oda sıcaklığında sertleşen epoksi reçineleri	20-30
Oda sıcaklığında sertleşen polimerizasyon yapıştırıcıları (metakrilat, siyanoakrilat)	10-20
Reaktif poliüretan hot melt yapıştırıcılar	5-10
Termoplastik hot melt yapıştırıcılar	10-15

