

K.U.

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MUHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI

K. U.	
MERKEZ KÜTÜPHANESİ	
Dem. No:	10509
Fiati :	100

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE'DEKİ BAZI METAL YAPIŞTIRICILARIN
DENENMESİ

Çalışmayı yöneten :
Doç.Dr.Mehmet YÜKSEL

Çalışmayı yapan :
Ercan KOSE

Ocak-1986

ÖNSÖZ:

Yapıştırıcıların önemi 1940'lı yıllarda anlaşılmaya başlanmış ve daha sonraları geliştirilen bazı yapıştırıcılar F 28 uçaklarının gövde bağlantılarında kullanılmıştır.

Bugün ise yapıştırıcıların uzay sanayinde kullanılmasına çalışılmakta ve bu amaçla NASA ve BOİNG firmaları gibi büyük kuruluşlar araştırma merkezlerinde yapıştırıcıları geliştirme çalışmalarına büyük ağırlık vermektedirler.

Dünyada bu kadar önem verilen bir konu olan yapıştırıcı ve yapıştırma tekniği bizde ise üzerinde cerefi gibi durulmayan bir konu olarak kalmıştır. Bunun en büyük nedeni yapıştırıcıların kullanım alanlarının bilinmemesidir. Bu konuda cerefi gibi çalışma yapılmamış ve yapıştırıcılara basit onarım işlerinde kullanılmak için yapılmış malzeme olarak bakılmıştır. Bağlantılarda kaynak, lehim, civata gibi bağlantı şekilleri her zaman ilk akla gelenler olmuştur.

Son zamanlarda gelişen plastik sanayi ile yapıştırıcılarda da büyük bir gelişme görülmüş ve yapıştırıcılar gün geçtikçe bir bağlantı şekli olarak kabul edilmeye başlanmıştır.

Bu çalışmada Türkiye'de bulunan bazı metal yapıştırıcıların mukavemet değerleri incelenmiştir.

Bu çalışmayı yapmamı sağlayan ve gerekli yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Doç. Dr. Mehmet YÜKSEL'e teşekkür ederim.

Trabzon, Ocak-1986

Ercan KÜSE

İÇİNDEKİLER :

0.Giriş	2
1.Yapıştırma şekilleri	4
2.Yapıştırıcıların mukavemet hesapları	11
2.1.Yapıştırıcıların gerilim analizleri	11
2.1.1 Lineer gerilim analizi	11
2.2 Elastisite modülünün hesaplama yöntemi	15
3.Yapıştırıcıların ultrasonik olarak çözülmesi	25
4.Yapıştırma bağlantılarının diğer bağlantı şekilleri ile karşılaştırılması	34
5 Yapıştırıcıların tanıtımı	
5.1 Yapıştırıcıların yapısı	36
5.2 Yapıştırıcı çeşitleri ve özellikleri	36
5.3 Kullanılan yapıştırıcıların tanıtımı	37
6 Deney düzenekleri	
6.1 Sıkıştırma düzeneği ve numunelerin tanıtımı	40
6.2 Çekme makinası	42
7 Deneyler	
7.1 Yapıştırılacak parçaların hazırlanması	44
7.2 Metal yapıştırmanın uygulaması	46
7.3 Yapıştırıcının sürülmesi	51
7.4 Sertleştirme	52
7.5 Seri hazırlama	53

7.6 Bulgular	55
7.7 Grafikler	80
8 İrdeme	95
9 Sonuç	96
10 Kaynakça	97

Kısaltmalar :

A_B	:Bağlanan parçaların alanı
a	:Çözülme boyu
b	:Yapıştırma genişliği
C	:Bağlantının kirişe olan uzaklığı
C_{ijkl}	:Malzemelerin katılık matrisi
d	:Yapıştırıcı kalınlığı
E_b	:Yapıştırma bağlantısının elastisite modülü
E_s	:Bağlanan malzemelerin elastisite modülü
E_a	:Yapıştırıcının elastisite modülü
f_n	:n'inci moddaki bağlantının rezonans frekansı
F_B	:Eğilme faktörü
F_s	:Kesilme faktörü
G_b	:Bağlantının kesme modülü
G_a	:Yapıştırıcının kesme modülü
I_B	:Bağlantının atalet momenti
k'	:Bağlantının geometrik faktörü
L	:Bağlantının boyu
$l_{\bar{u}}$:Üst üste bindirme boyu
L_L	:Üstteki parçanın boyu
L_s	:Alttaki parçanın boyu
M	:Eğilme momenti
N	:Uygulanan yük devri
P	:Uygulanan yük
t_L	:Üstteki parçanın kalınlığı
t_s	:Alttaki parçanın kalınlığı
U	:Gerilme enerjisi
U_b	:Bağlantının yer değiştirmesi
W	: İş
ρ	:Bağlantının yoğunluğu
x_1, x_2	:Koordinatlar
ν	:Yapıştırıcının poisson sayısı
i, j, m, n	: 1,2
ϕ	: 1,4

0.Giriş

Malzemelerin birbirine yapıştığı çevremizdeki birçok örnekte görülebilir.Örneğin camda su damlacıkları,dik yüzeylerdeki toz tanecikleri.Katı ve sıvı madde yüzeyleri arasında maddelerin fiziksel birleşmesinden oluşan kuvvetler meydana gelir.(Çizelge 1.)

Gösterim	Bağlantı	Yapı	Örnek	Bağlama Enerjisi (KJ/mol)
Primer bağ. (Ana vales bağ) (Kimyasal bağ.)	Heteropolar (elektrovalent) (iyon bağı)	İyon Kafesi	NaCl, CuSo ₄	840'a kadar
—	Homeopolar (Kovalent) (Atom bağı)	Amorf Atom Kafesi	Elmas Si	
—	Metalik	Metal Kafes (Elementer kafes)	Cu, Fe	420'ye kadar
Sekonder bağ (Yan valens bağ) (Ara moleküler kuvvetler)	Van der waals kuvvetleri	Molekül Kafes	LPG PVC	63'e kadar

Bir cismin yüzeyinde bulunan moleküllerin van der waals kuvvetleri çevreye uzanarak diğer cisimlerin kuvvetleri ile ilişkiye geçer ve onların yapışmasını sağlar.Sadece primer bağlar yapışmada önemli değildir.Yapıştırıcı ve metalyüzeyi arasında kimyasal reaksiyon olur ve metal-organik bağlar olur.

Bu kuvvetlerin etki bölgeleri sınırlıdır.Yaklaşık 4-10Å⁰ arasındadır.Bu kuvvet artan aralıkla azalmaktadır.Bu bakımdan birbirine yapışacak yüzeylerin yakın olması gerekir.(cam yüzeyinde suyun olduğu gibi).Örneğin iki cam yüzeyini birbiri üzerine koyarsanız bunlar birbirinden kolayca ayrılır.Bunlar önceden nemlendirilirse birbirinin yüzeylerine yapışır ve sadece itme ile birbirinden ayrılırlar.Su iki yüzeyi tamamen ıslatmakta ve yüzeyin prüzlülüğünü doldurmaktadır.Sıvı olduğu için çekme kuvvetlerini karşılıyabilir.Fakat itme kuvvetlerini karşılıyamaz.Eğer su yerine iki yüzey arasına önce yüzeyleri ıslatan ve sonradan katılaştıran madde konursa bu bağlantı her yöndeki kuvveti taşıyabilir.Böylece yüzeyler yapışmış olur.

Yapıştırma bağlantısı,genellikle sentetik esaslı bir malzeme ile çözülemeyecek şekilde birleştirilerek elde edilir.Parçalar arasında çok ince bir tabaka oluşturan yapıştırıcı, çok defa kimyasal reaksiyonlar sonucu makro moleküllerin oluşumu ile sertleşir.Gerek kendi iç mukavemeti ve gerekse parça yüzeylerine yapışması ile (adezyon ve kohezyon kuvvetleri) etki eden dış kuvvetlerin karşılanmasını sağlar.

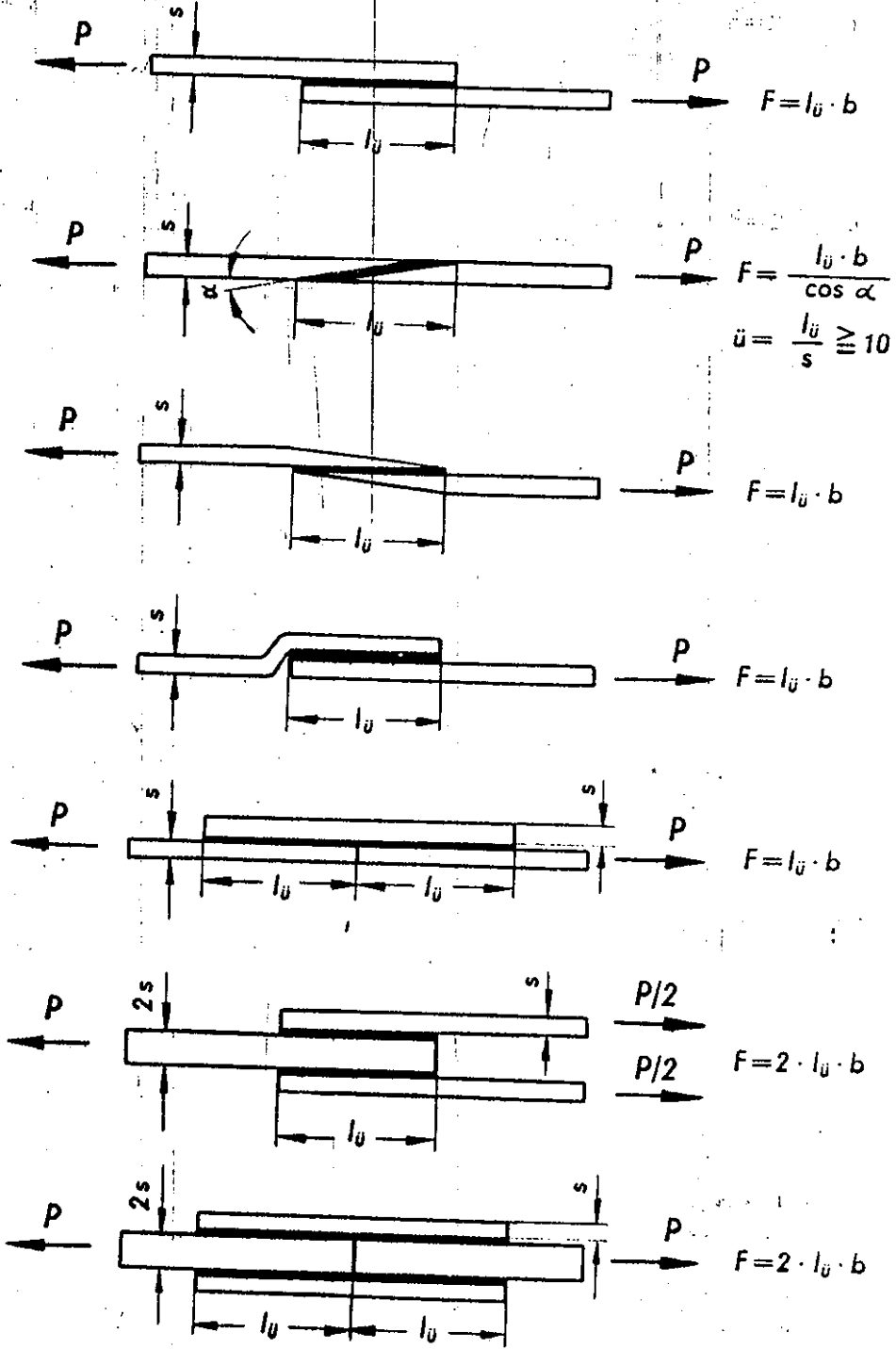
Kağıt,kösele,deri,odun,ahşap parçalarının,lastik,seramik malzemenin birleştirilmesinde yapıştırma yöntemi çok eskiden beri uygulanmaktaydı.Madeni parçaların yapıştırma bağlantısı ise geniş ölçüde ilk defa ikinci dünya savaşı sıralarında uçak üretiminde kullanılmaya başlanmıştır.Al-alajımları gibi bazı madenlerde diğer bağlantı şekillerinin uygulanmasındaki güçlükler,yapıştırmanın kullanılması için tercih sebebi olmuştur.Son yıllarda kimya sanayindeki ilerlemeler sonucu birçok yeni yapıştırıcılar üretilmesi gerçekleşmiş ve yapıştırmanın uygulama alanı çok genişlemiştir.Özellikle hafif maden konstrüksiyon-

larında,saç levhaların takviyesi,boru,mil ve göbek bağlantıları uygulama örnekleri olarak gösterilir.Uygun bir yapıştırıcı kullanıldığı takdirde farklı malzemeler de iyi bir şekilde birleştirilebilir.Örneğin,fren balataları fren pabuçlarına yapıştırma yolu ile bağlanmaktadır.Kimyasal etkilere dayanıklı olan birçok plastik malzemenin birbirleri ile veya madeni bir parça ile birleştirilmesi ancak yapıştırma yolu ile olabilmektedir.

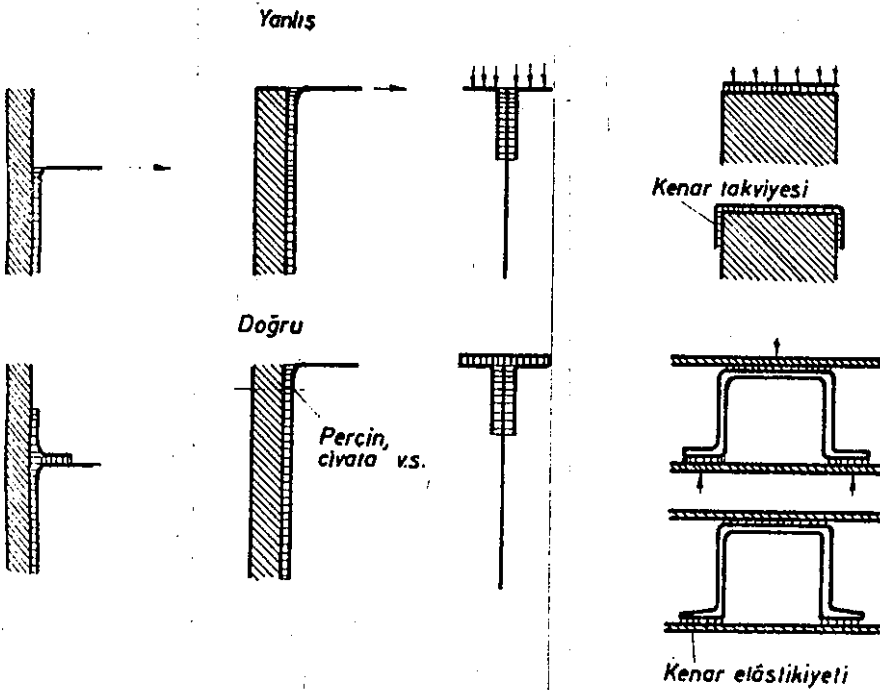
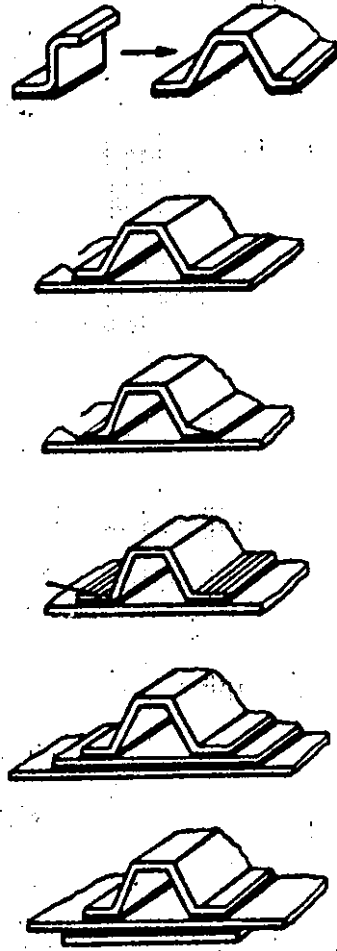
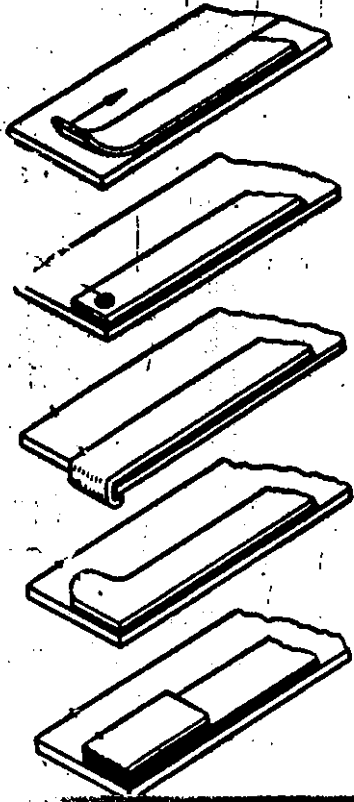
1.Yapıştırma Şekilleri,

Yapıştırma bağlantıları genelde çekme ve itme kuvvetlerini karşılamalıdır.Bağlama şekline bağlı olarak bu kuvvetlerin biri veya birkaçı oluşabilir.Yapıştırıcıların düşük olan çekme gerilmesinden dolayı çekmeye zorlanan parçalar pek az kullanılırlar.Yapıştırıcıların çekme kuvveti metallerin çekme kuvvetinin birkaç ondalık altındadır.Tek veya çift taraflı yapıştırma ile alan büyütülür.Böylece bağlantı daha büyük yükler karşılayabilir.(Şekil.2)

Basit olarak üst üste getirme bağlantısına öncelik tanınır.Çünkü fazla işlem gerektirmez.Bu tür bağlantılara soyma yükü gelmemelidir.Eğer yapıştırılmış parçalarda eğme zorlamaları meydana gelirse bu soyma işlemi gerekli önlemler alınarak önlenmelidir.(Şekil.3)



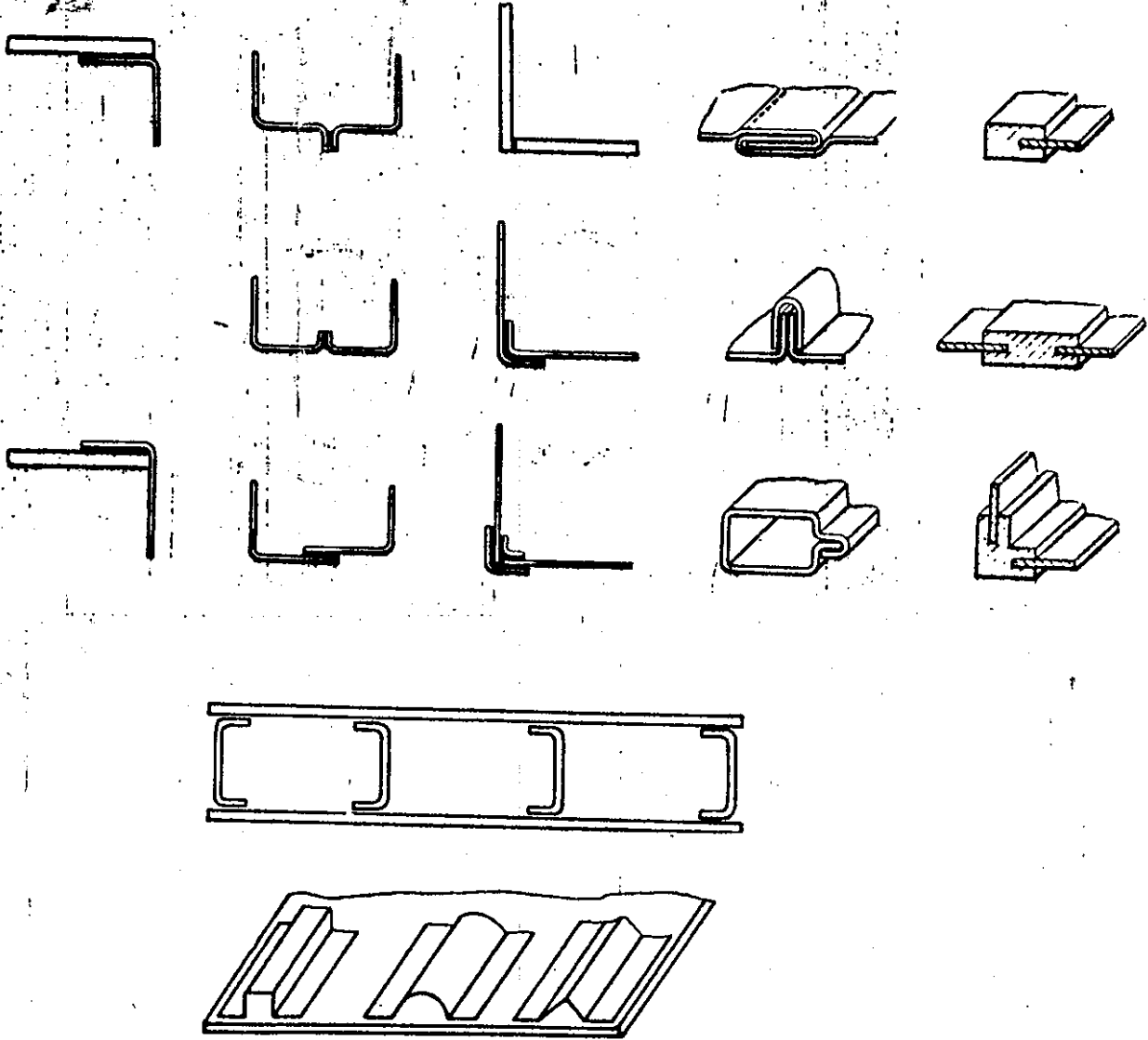
Şekil.2: Bağlama Şekilleri.



Şekil.3: Soyma kuvvetine karşı önlemler.

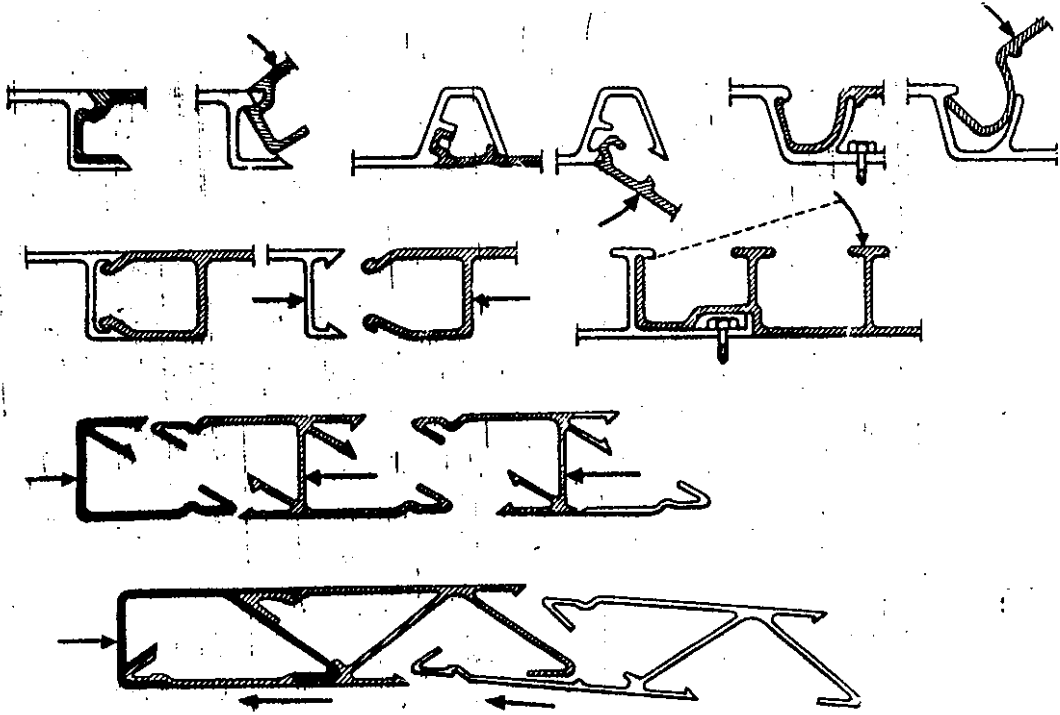
Tehlikeli kenardaki soyma direnç momentinin büyütülmesi yanında perçin veya kaynak noktalarıyla önlenabilir. Perçin veya kaynak işlemi istenmeyen gerilmeye neden olduğundan elastik olarak şekil verme daha uygundur.

Şekil 4.de çeşitli saç yapıştırma örneklerinde bağlantı yerlerinin nasıl olması gerektiği gösterilmiştir. Köşe bağlantıları üst üste yapıştırılması ile kuvvetlendirilmiş olur.



Şekil.4: Çeşitli saç yapıştırma örnekleri.

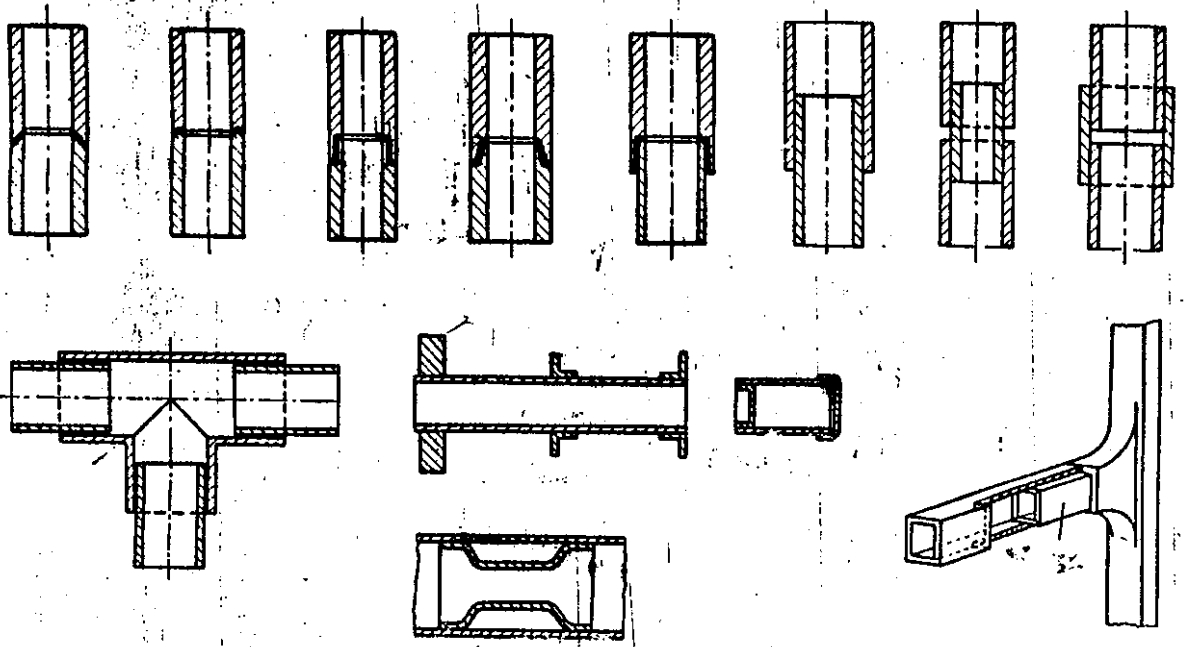
Profiller geçme ve yapıştırmayla yapışmamış olanlara göre daha iyi dinamik kllere dayanırlar.çünkü yapışma olduğun için açılma olmaz.(Şekil. 5)



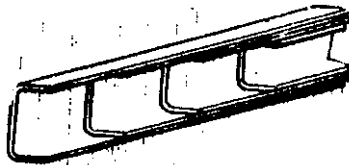
Şekil. 5) : Yapışmış ve yapışmamış profiller,

Yapıştırma ile mansonlu veya geçmeli borular bağlanabilir. (Şekil.6).Boru içine veya üzerine yapıştırılan flanşlar,kapaklar,tabanlar ve taşıyıcı mansonlar az bir işlem gerektirir.

Pahalı bir freze işlemi veya aşındırma yapılmadan taşıyıcı profillerin yapımı kolaydır.(Şekil.7)

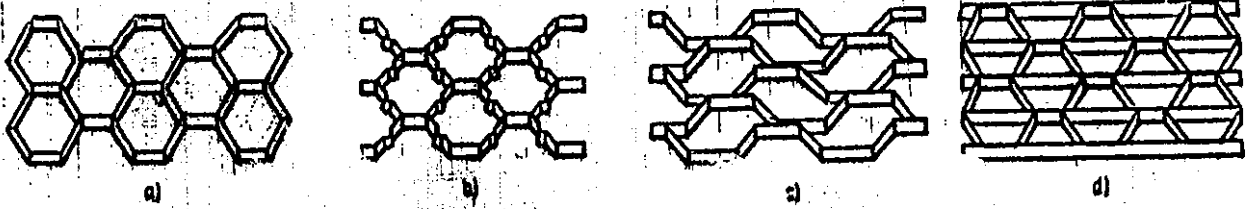


Şekil. 6 :Boru bağlantılarının yapıştırılması

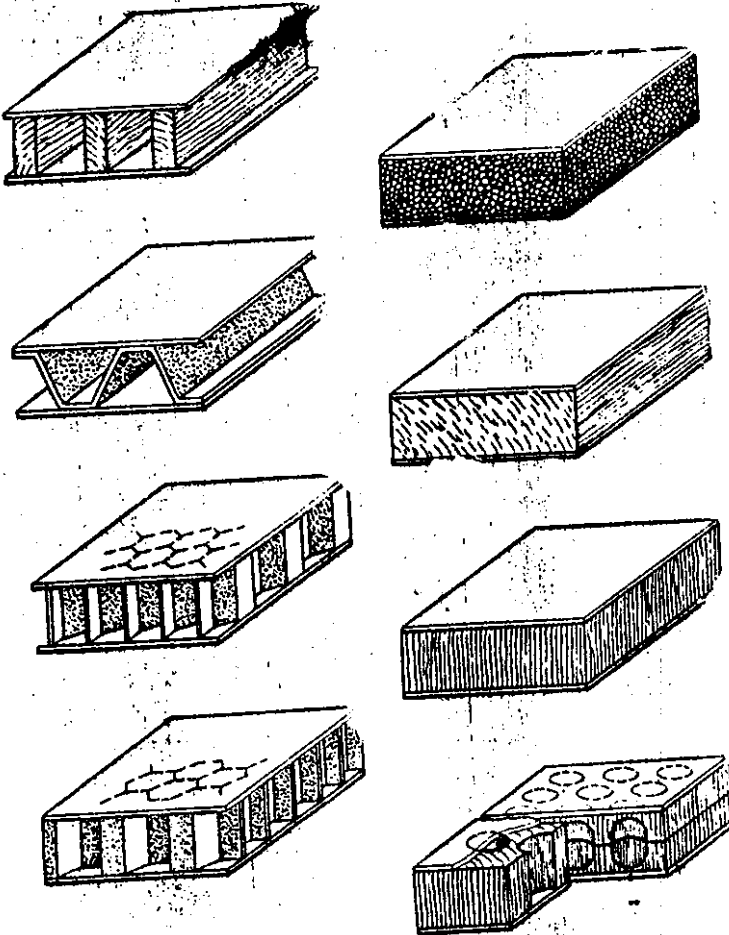


Şekil. 7 : Taşıyıcı profil

Yapıştırma ile kafes sistemleride yapılabilir.(Şekil.8) Kafes sistemi baskı ve itme yüklerinde deformasyonu ve katlanmayı önler.Ara eleman kullanarak yapılan sistemde yapıştırma ana etkindir.Metal olmayan malzemeler çekirdek olarak kullanılabilir.(Şekil. 9).Hafif olan ve iyi dayanıma sahip olan çekirdekten dolayı ince saç kullanılabilir ve ağırlık azaltılabilir. Bu yüzden çelik saçlar hafif inşaatlarda başarıyla kullanılabilir.



Şekil. 8 : Kafes sistemlerinin yapıştırma yoluyla imali



Şekil. 9 :Metal olmayan çekirdek kullanılan kafes sistemleri

2-YAPIŞTIRICILARIN MUKAVEMET HESAPLARI:

Son yıllarda epoksi ve akrilik teknolojisinin ilerlemesi yapıştırıcıların iyileştirilmesini sağlamıştır. Yapıştırıcıların içinde oluşan, yük taşıyan plastiğimsi yapısının sayesinde bükülebilmektedir. Bu yapı sayesinde çatlakların oluşması önlenir ve kırılma enerjisinin absorbe edilmesini sağlar. (25)

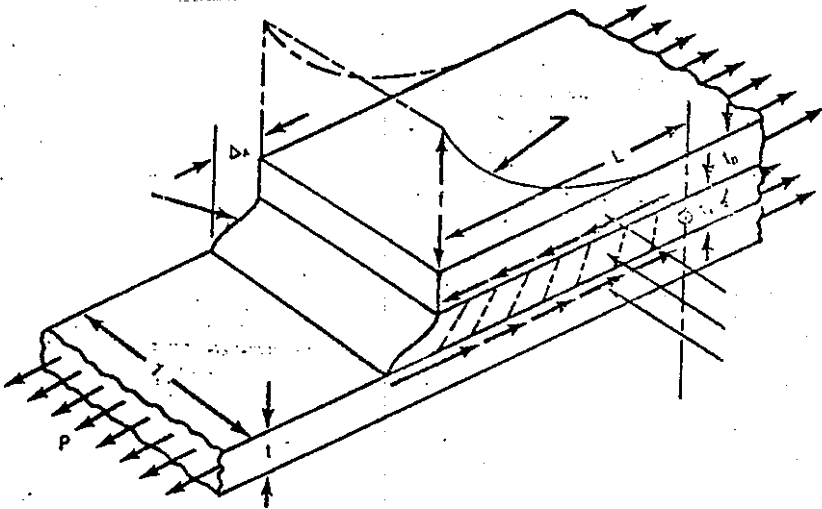
Alışlagelmiş bir durum da yapıştırıcının kalınlık kontrolüdür. Eğer optimum yapıştırıcı kalınlığı kullanılmazsa yapıştırıcının dayanımı düşebilir. Yani bağlantının yapısal karışımlarından hiç feda edilmeden yapıştırıcı kalınlığında değişimlerle mukavemet ayarlanabilir. Yapıştırıcı kalınlığı arttıkça soyulma direncide artacaktır. (25) Eğer soyulma direnci önemli ise bağlantıya baskı uygulanınca kalınlığın azalacağı göz önüne alınmalıdır.

2.1 YAPIŞTIRICILARIN GERİLİM ANALİZLERİ:

2.1.1 Lineer Gerilim Analizi

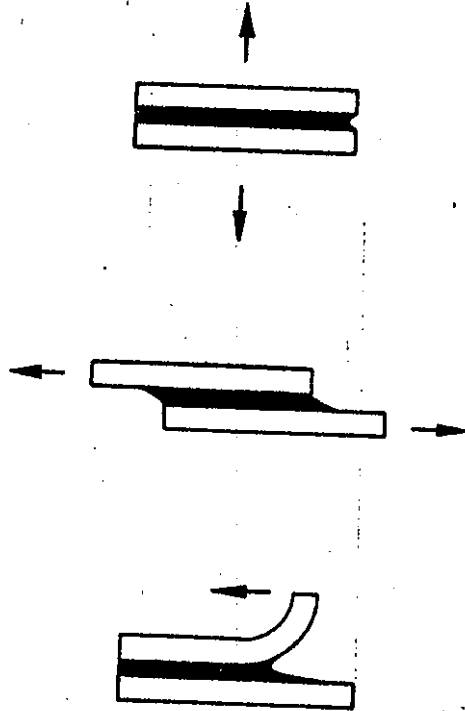
Yapıştırıcıların teknikte kullanımı sırasında yük altındaki gerilme dağılımlarının bilinmesi gerekmektedir. Bu değerler deneysel olarak belirlenmelidir.

Yapıştırıcıların yükü taşıması sırasındaki gösterdiği gerilme şekli şekil 10.da gösterilmiştir. (25)



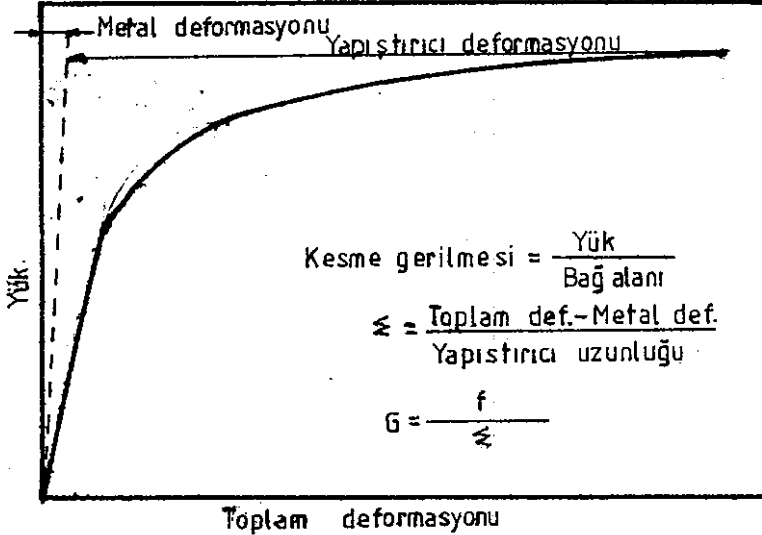
Şekil.10:Yük altında yapıştırıcıdaki gerilme dağılımı.

Gerilme dağılımının matematiksel olarak elde edilmesine çalışılmıştır. Bu çalışma sırasında ön koşul olarak sabit yatay kesitler ve eğme momentinin olmadığı kabul edilmiştir. Fakat bu koşullar pratikte bulunmadığından (şekil.11) bu değerlerle gerçek değerlerin çakışmadığı görülür. Bu da bize gerilme dağılımlarının araştırılmasında deneylerin büyük önemi olduğunu gösterir. Mekanik ve optik ölçü yöntemleri parçaların birbiri üzerinde kaydırılmasında yapıştırıcı tabakanın deformasyonunu ölçmeye uygundur. Sacların alın yüzeylerine çizilen işaret çizgileri fotoğraf çekilerek çeşitli yüklerdeki kaymalar belirlenebilir.



Şekil.11. Yapıştırma bağlantısında oluşabilecek yükler.

Yapıştırıcıların gerilim analizini yapmak için özel bir gerilim ölçer geliştirilmiştir.⁽²⁵⁾ Bu gerilim ölçerle geliştirilmiş yapıştırıcılarla yapılan deneyler şekil.12 de gösterilmiştir.



Şekil.12:Geliştirilmiş bir yapıştırıcıda yük-uzama diyagramı

Burada kesme gerilmesi eğrinin herhangi bir yerindeki kuvvetin alana bölünmesiyle bulunur.Kesme uzaması olarak yapıştırıcının deformasyonunun yapıştırıcı kalınlığına oranı olarak alınmıştır.Yapıştırıcının deformasyonu toplam deformasyondan metal deformasyonunun çıkarılması ile bulunur.

Burada,

$$f = \frac{K.P}{\sqrt{\frac{t.t_1.E_a}{G_a}}} \quad \text{ve}$$

$$L = \sqrt{\frac{t.t_1.E_a}{G_a}} \quad \text{olur.}$$

Burada,

f :Giriş noktasındaki yapışkanın gerilimi

L :Gerilmenin sıfır olduğu ve maksimum olduğu yer arasındaki uzaklık

t :Alta yapıştırılan parçanın kalınlığı

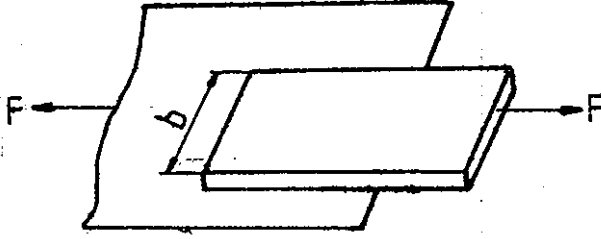
t₁ :Yapıştırıcının kalınlığı

E_a :Yapıştırıcının elastisite modülü

G_a :Yapıştırıcının kesme modülü

P :Yük

Yapıştırıcıların kesme dayanımının pratikte kullanımında aşağıdaki hesaplar kullanılabilir.



Şekildeki gibi bir yapıştırma bağlantısında oluşan kayma gerilmesi,

$$\tau_{yap} = \frac{F}{b \cdot l_{\ddot{u}}} \leq \tau_{emyap}$$

τ_{yap} :Yapıştırıcıdaki kayma gerilmesi

F :Uygulanan kuvvet

b :Yapıştırma genişliği

$l_{\ddot{u}}$:Yapıştırma uzunluğu

dur.Bağlantının kopmaması için τ_{yap} in τ_{emyap} ya eşit olması gerekir.Çoğu kez yapıştırma bağlantısı ile parçaların eş mukavemette olması istenir.Bu durumda,

$$G_k \cdot b \cdot s = \tau_{kyap} \cdot L_{\ddot{u}} \cdot b$$

G_k :Parçaların kopma mukavemeti

τ_{kyap} :Yapıştırıcının kopma mukavemeti

s : Parça kalınlığı

eşitlikten $l_{\ddot{u}}$ yapıştırma uzunluğu

$$L_{\ddot{u}} = \frac{G_k}{\tau_{kyap}} \cdot s \quad \text{elde edilir.}$$

Pratikte optimum bir çözüme $l_{\bar{u}} = (20-25) \cdot s$ değerinde erişilmektedir.

Yapıştırıcının τ_{emyap} kayma emniyet gerilmesi hem kendi malzemesine hemde yapıştırılan parçalara bağlıdır. Ancak ön hesaplamalar için statik zorlanma halinde $\tau_{emyap} = 6 \text{ N/mm}^2$ alınabilir.

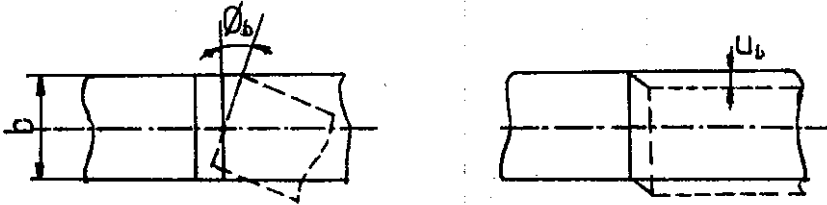
2.2 ELASTİSİTE MODÜLÜNÜN HESAPLAMA YÖNTEMİ :

Yük altında bağlantının gerilmesi ölçüldüğünde elastisite modülü direkt olarak hesaplanabilir. Burada kullanılan yöntem bağlantının doğal frekansını değiştirerek yapıştırıcıya etkisini ölçmektir. Doğal frekanstaki azalma ile yapıştırıcının elastisite modülü hesaplanabilir. Titreştirilen mekanik sistemlerde doğal frekans ve ölçülen frekans kolayca bulunabilir. Frekans oranı kirişli bağlantılarda mekanik titreşim ile değiştirilebilir. ⁽²⁴⁾

Bağlantının rezonansı malzemelerin elastisite modülünün hesaplanması için kullanılır. Davies ve James ⁽²⁰⁾ elektromagnetik titreşen ve sabit çıkıntılı fosfor bronz boruda denediler. Rossinger ve Ritchie ⁽²¹⁾ benzer deneyleri yaptılar. Onlar değişik boyutlarda Bernoulli-Euler eşitlikleri ile bağlama için menegne kullanıldığında 0.01-26KHz lik frekanslarda elastisite modülünü hesapladılar.

BAĞLANTININ ESNEKLİĞİNİ HESAPLAMA

Bağlantı iki parçadan oluşuyorsa ve alın altına yapıştırılmış ise bağlantının eğilebilirliği şekil.22 deki şekillerde olur.



Eğilme gerilmesi altında bağlantının elastisite modülü çok küçük değerlerdedir. (Şekil.13.a). Benzer şekilde kesme gerilmesi şekil.13.b deki gibi yerdeğiştirme oluşturacaktır.

Bağlantıdaki dönme açısı ϕ_b :

$$\phi_b = \frac{M}{E_s I_B} \left(\frac{2}{d}\right)^b \left(\frac{b}{2}\right) = \frac{M.L}{E_s I_B} \left(\frac{E_s}{E_B}\right) \left(\frac{d}{L}\right) \quad (1a)$$

$$= \bar{M} \left(\frac{E_s}{E_B}\right) \left(\frac{d}{L}\right) \quad (1b)$$

M :Bağlantıdaki eğilme momenti

\bar{M} :Boyutsuz eğilme momenti

$(E_s/E_B) \cdot (d/l)$ terimleri boyutsuzdur, ve eğilme gerilmesi altında bağlantının eğilebilirliğini gösterir. F_B terimi eğilebilirlik faktörüdür.

Benzer şekilde kesme işleminde bağlantının yer değiştirmesi:

$$U_b = \frac{V' \cdot d}{G_b \cdot A_B \cdot k'}$$

V' :Kesme kuvveti

Buradan,

$$\bar{U}_b = \frac{U_b}{L} = \frac{V' \cdot b}{G_b \cdot A_B \cdot k' \cdot L} = \frac{V' \cdot L^2}{E_s \cdot I_B} \left(\frac{E_s I_B}{L \cdot L^2} \cdot \frac{d}{G_b A_B k'}\right) \quad (2)$$

$$\bar{U}_b = \nabla \left(\frac{E_s}{G_b}\right) \left(\frac{I_B}{A_B \cdot L^2}\right) \left(\frac{d}{L}\right) \left(\frac{1}{k'}\right) \quad (3)$$

parantez içindeki değerler boyutsuzdur, ve kesme gerilmesi altında bağlantının eğilebilirliğini gösterir. F_s terimi kesme eğilme faktörüdür. Buradan,

$$\frac{F_B}{F_s} = 12 \left(\frac{G_b}{E_B}\right) \left(\frac{L}{b}\right)^2 \cdot k'$$

YAPIŞMA BAĞLANTISININ REZONANS FREKANSI :

Tek boyutlu Bernoulli-Euler teorisinde bağlantı sisteminde doğal frekans şöyle yazılabilir.⁽²⁴⁾

$$f_n = \frac{(k_n L)^2}{2\pi} \sqrt{\frac{E_s}{\rho}} \frac{I_B}{A_B L^2} (1/L) \quad (5)$$

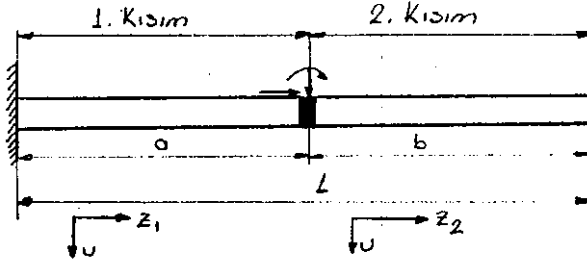
$k_n L$ nin değerleri frekans eşitliğinin çözümünden bulunabilir.

$$\cos(k_n L) - \cosh(k_n L) = -1$$

ilk modlarda $k_n L$ nin değerleri $k_1 L = 1,8751$, $k_2 L = 4,6941$, $k_3 L = 7,8548$ dir. Burada kesmenin deformasyon etkisi ve dönme ataleti ihmal edilmiştir. Bunlar yüksek modlarda veya $[I_B/A_B L^2]^{0,5}$ oranında önemlidir. Rosinger ve Ritchie⁽²¹⁾ bu oranın 0,01 den çok küçük olduğu durumlarda Bernoulli-Euler eşitliğinden 0,01-26 KHz frekans değerlerinde elastisite modülünü hesaplamışlar.

Bağlantının boyutları bilindiğinde eşitlik 5 den doğal frekansın hesabı yapılabilir.⁽²⁴⁾

Şekil.14 te gösterilen bağlantı sisteminde a bağlantının kirişe olan uzaklığıdır. F_S, F_B eğilebilirlik faktörleridir.



Eğer bağlantının bir tarafı için titreşim eşitlikleri yazarsak, 1. kısım için,

$$U_1 = A_1 \sin k z_1 + B_1 \cos k z_2 + C_1 \sinh k z_1 + D_1 \cosh k z_2 \quad (6)$$

Burada

$$k^4 = \frac{\rho \cdot A_B \cdot \omega^2}{E_s I_B}$$

ω : Açısal frekans rad/s

2. kısım için

$$U_2 = A_2 \sin k z_2 + B_2 \cos k z_2 + C_2 \sinh k z_2 + D_2 \cosh k z_2 \quad (7)$$

$\bar{z} = z/L$, $\bar{u} = u/L$, $\bar{a} = a/L$ ve $\bar{b} = [(L-a)/L]$ konulursa eşitlik boyuzlandırılır.

Titreşim eşitliklerinde sekiz tane bilinmeyen vardır. Bunlar A_1, B_1, C_1, D_1 ve A_2, B_2, C_2, D_2 dir. Kirişte dört sınır şartı bilinir. Uçta eğilme momenti ve kesme kuvveti sıfırdır.

Toplam sınır şartları her iki taraf için aynıdır. Bunlar, 1-Bağlantıda yerdeğiştirmenin sürekliliği için

$$U_2 = U_1 + U_b$$

Burada,

U_1 : 1.bölgede ($z_1 = a$) bağlantının yerdeğiştirmesi

U_2 : 2.bölgedi ($z_2 = 0$) yerdeğiştirme

U_b : Kesme deformasyonundan dolayı yerdeğiştirme

2-Eğimin sürekliliği için

$$U_1' + \phi_b = U_2'$$

ϕ_b : Burulmadan dolayı dönme

3-Eğilme momentinin sürekliliği

$$M_1(z_1 = a) = M_2(z_2 = 0)$$

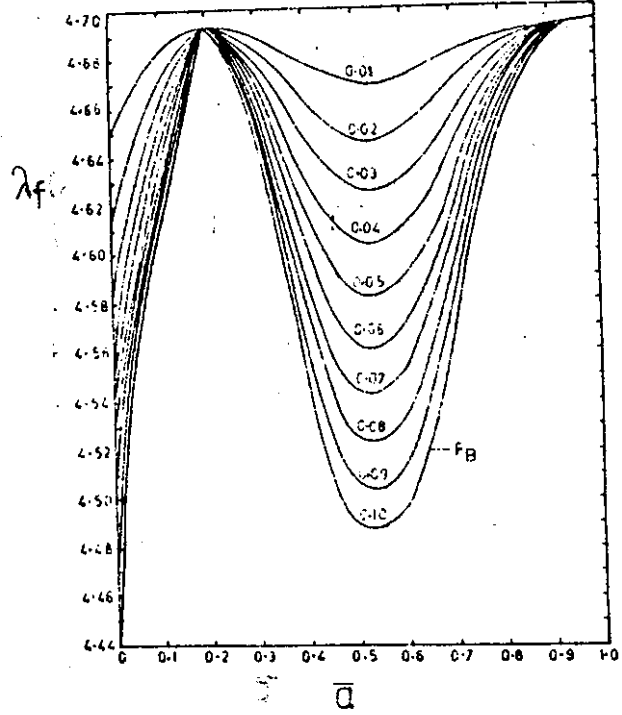
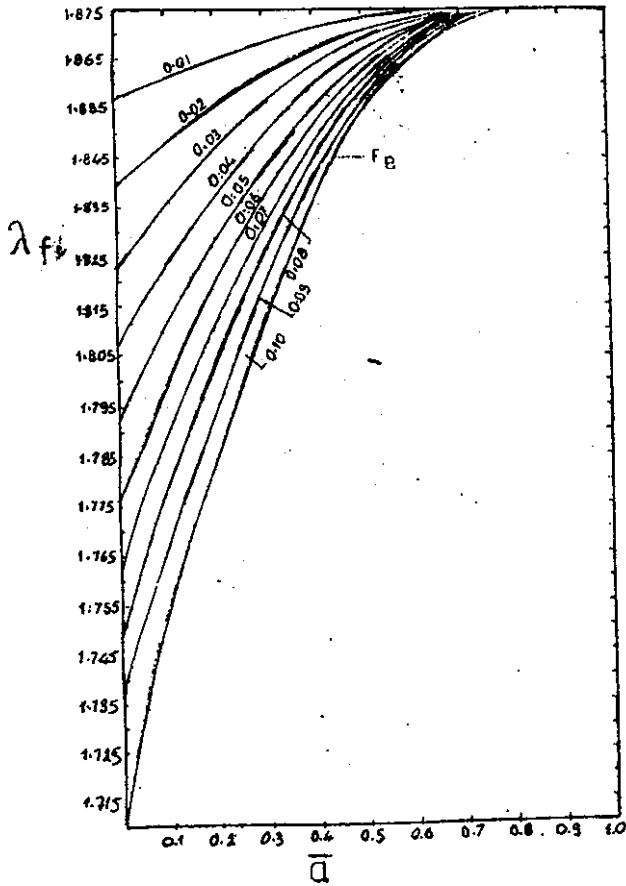
4-Kesme kuvvetinin sürekliliği için

$$V_1(z_1 = a) = V_2(z_2 = 0)$$

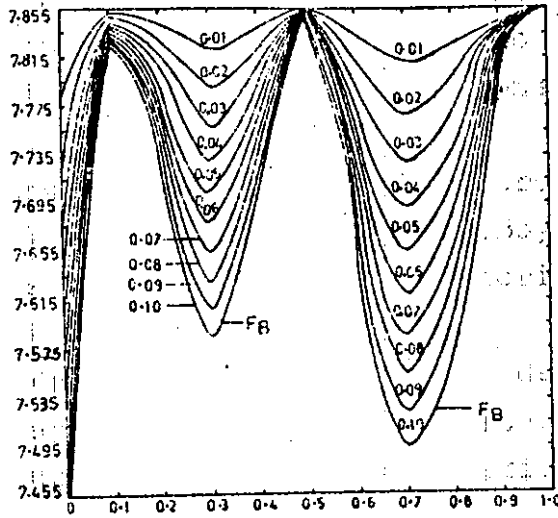
Yapıştırma bağlantısının titreşimi için sekiz bilinmeyen kullanılabilir. Buradan matris formu eşitlik.8 deki gibi olur. (24)

$$\begin{bmatrix}
 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 \lambda & 0 & \lambda & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 (\sin \lambda \bar{a} + \lambda^3 F_1 \cos \lambda \bar{a}) & (\cos \lambda \bar{a} - \lambda^3 F_1 \sin \lambda \bar{a}) & (\sin \lambda \bar{a} - \lambda^3 F_1 \cosh \lambda \bar{a}) & (\cosh \lambda \bar{a} - \lambda^3 F_1 \sinh \lambda \bar{a}) & 0 & -1 & 0 & -1 \\
 (\lambda \cos \lambda \bar{a} - \lambda^2 F_2 \sin \lambda \bar{a}) & (-\lambda \sin \lambda \bar{a} - \lambda^2 F_2 \cos \lambda \bar{a}) & (\lambda \cosh \lambda \bar{a} + \lambda^2 F_2 \sinh \lambda \bar{a}) & (\lambda \sinh \lambda \bar{a} + \lambda^2 F_2 \cosh \lambda \bar{a}) & -\lambda & 0 & -\lambda & 0 \\
 (-\lambda^2 \sin \lambda \bar{a}) & (-\lambda^2 \cos \lambda \bar{a}) & (\lambda^2 \sinh \lambda \bar{a}) & (\lambda^2 \cosh \lambda \bar{a}) & 0 & \lambda^2 & 0 & \lambda^2 \\
 (-\lambda^3 \cos \lambda \bar{a}) & (+\lambda^3 \sin \lambda \bar{a}) & (\lambda^3 \cosh \lambda \bar{a}) & (\lambda^3 \sinh \lambda \bar{a}) & \lambda^3 & 0 & \lambda^3 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & (-\lambda^2 \sin \lambda \bar{b}) & (-\lambda^2 \cos \lambda \bar{b}) & (\lambda^2 \sinh \lambda \bar{b}) & (\lambda^2 \cosh \lambda \bar{b}) \\
 0 & 0 & 0 & 0 & (-\lambda^3 \cos \lambda \bar{b}) & (\lambda^3 \sin \lambda \bar{b}) & (\lambda^3 \cosh \lambda \bar{b}) & (\lambda^3 \sinh \lambda \bar{b})
 \end{bmatrix}
 \begin{pmatrix}
 A_1 \\
 B_1 \\
 C_1 \\
 D_1 \\
 A_2 \\
 B_2 \\
 C_2 \\
 D_2
 \end{pmatrix}
 = 0$$

ilk üç kök, bağlantının eğilebilirlik faktörü ve boyutsuz durum a , boyutsuz frekans faktörü arasındaki ilişkiler şekil 15-17 de verilmiştir. (19)



Eşitlik 8'in kökleri regula-falsi yöntemi (22) kullanılarak bulundu. Burada çok küçük olduğundan F_3 ihmal edildi.



Şekil.17:Bağlantının eğilebilirliği 3. mod

Eğilme momentinin küçük veya sıfır olduğu durumda bağlantının a noktasında(yüksek modlarda) doğal frekans bu şekillerden görüldüğü gibi ihmal edilebilir.Bu bağlantının doğal frekansının değişmesi mümkün olmadığından zamanı kademeli olarak azaltabiliriz.

Eğer bağlantının pozisyonu,baglantının frekansı ve modu biliniyorsa ilgili grafikten F_B nin değeri hesaplanabilir.Buradan E_B bulunur.

FREKANSIN DENEYSEL HESAPLANMASI:

Numune Hazırlama:

Bağlantının rezonans frekansının ölçümü aletler ve deneysel koşullar kadar dizayn durumuna bağlıdır.

Bağlantının boyutları üç faktöre göre seçilir.

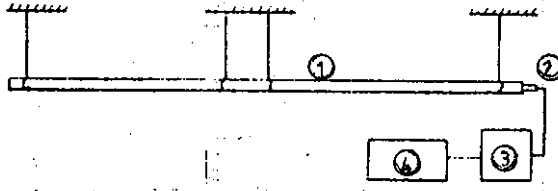
1-Dönme ataleti ve kesme deformasyonu önemsizdir.

2-Minimum frekans 20-30 Hz olmalıdır.

3-Bu frekanslarda kullanılan makinada problem olmamalıdır.

Boyutlar 10x5x425 mm seçilmiştir.Boyutları seçerken sıkıştırılan kısmın uzunluğunun bağlantının derinliğinin en az on katı olmasına dikkat edilmelidir.

Rezonans frekansı hesaplarken E/ρ değerini bilmek gerekir. E/ρ değeri deneysel olarak bulunabilir. E/ρ nun değerini deneysel olarak ölçen düzenek şekil.18 de gösterilmiştir.



- 1- Mil
- 2- Hız ölçer
- 3- Kuvvetlendirici
- 4- Frekans okuyucu

Şekil.18: E/ρ değerinin ölçümü için deneysel düzenek

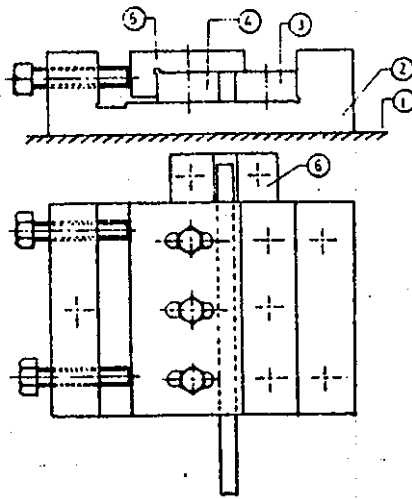
Uç kısımdan yumuşak eksenel vuruşlar alınabilir ve eksenel frekans f_A bulunabilir.

$$f_A = \sqrt{\frac{E_s}{\rho}} \cdot \frac{1}{2L_1}$$

L_1 = Rodun uzunluğu

DENEY DÜZENEGİ:

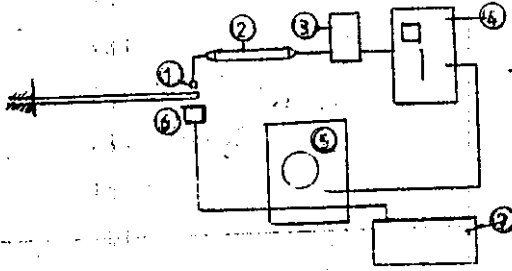
Deneylelerden iyi bir sonuç elde etmek için sıkıştırma çok önemlidir. Bunun için bağlantının bütün kenarlarında sıkıştırması ayarlanabilir bloklar kullanılmıştır. Bağlantının son şekli şekil.19 da gösterilmiştir. Bağlantıda titreşim izolasyonu için konan ağır plaka önemlidir.



- 1- Zemin
- 2- Gövde
- 3- Sabit çene
- 4- Hareketli çene
- 5- L-sıkıştırıcı
- 6- Son blok

Şekil,19: Bağlama düzenegi

Frekansın ölçümü için kirişe temas etmeyen alet kullanılmalıdır. Frekansın ölçümü için kullanılan düzenek şekil.20 de gösterilmiştir.

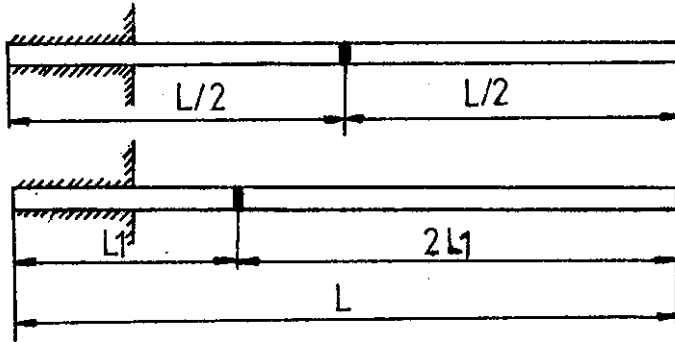


- 1- Algılayıcı
- 2- Kuvvetlendirici
- 3- Güç uygulayıcı
- 4- Osiloskop
- 5- Osilatör
- 6- Bobin
- 7- Frekans okuyucu

Şekil.20: Doğal frekans ölçüm düzenegi

DENEYLER:

Deneyleer için bağlantının şekline dikkat edilmelidir. Bağlantı ortada ise a nın maksimum değeri (şekil.21.a da gösterildiği gibi ise) 0,5 den az olacaktır. (3)



Şekil.21: Kirişin bağlama şekilleri

Eğer bağlantı şekil.21.b deki gibi 2:1 oranında ise a değeri 0,66 civarında olacaktır. Ters durumda a nın değeri 0,33 civarında olacaktır. Bu durum bağlantının mukavemetini arttırmaktadır. Bu yüzden bağlantı 2:1 oranında yapılmalıdır.

Deneyleer değişik bağlantı durumlarında yapılmıştır. Bağlantının doğal frekansı ilk üç modda 30-1700 Hz arasındadır. Deneyleer değişik yapışma kalınlığında iki yapıştırıcı için denenmiştir. Bu yapıştırıcılar Ciba-Geigy of india ltd. nin ürettiği araldite^R ve SSCB nin ürettiği Carbinol-gluedir.

YAPIŞMA BAĞLANTISININ ELASTİSİTE MODÜLÜ :

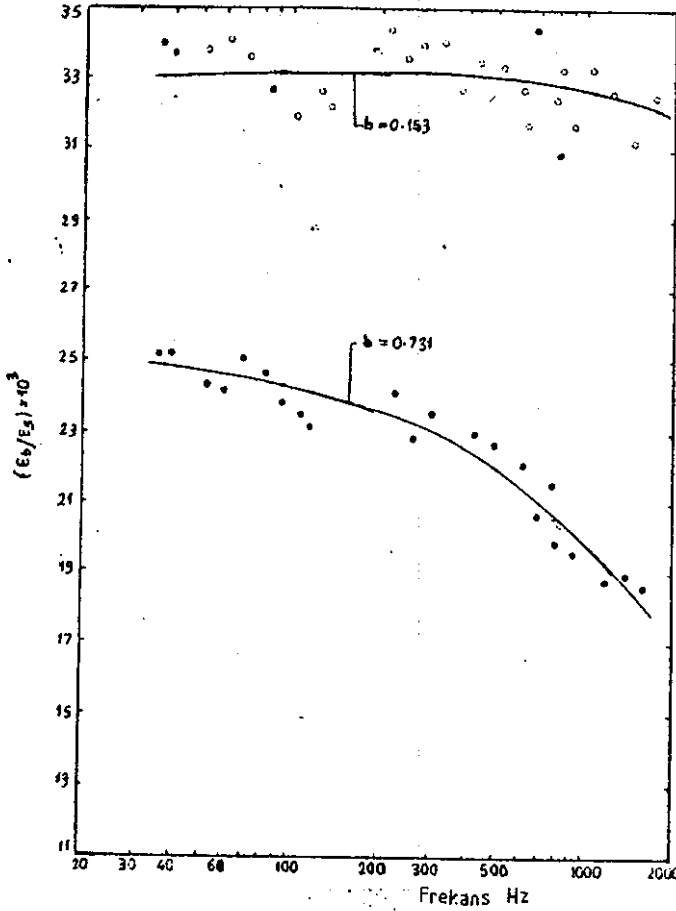
Bağlantının doğal frekansı deneysel olarak hesaplandıktan sonra bağlantının elastisite modülü hesaplanabilir. Bulunan frekanstan frekans parametresi λ hesaplanır. Bilinen λ ve \bar{a} değerlerinden F_B nin değeri şekil.15-17 den hesaplanır.

$$F_B = \left(\frac{E_s}{E_B} \right) \left(\frac{d}{L} \right) \quad \text{denkleminde}$$

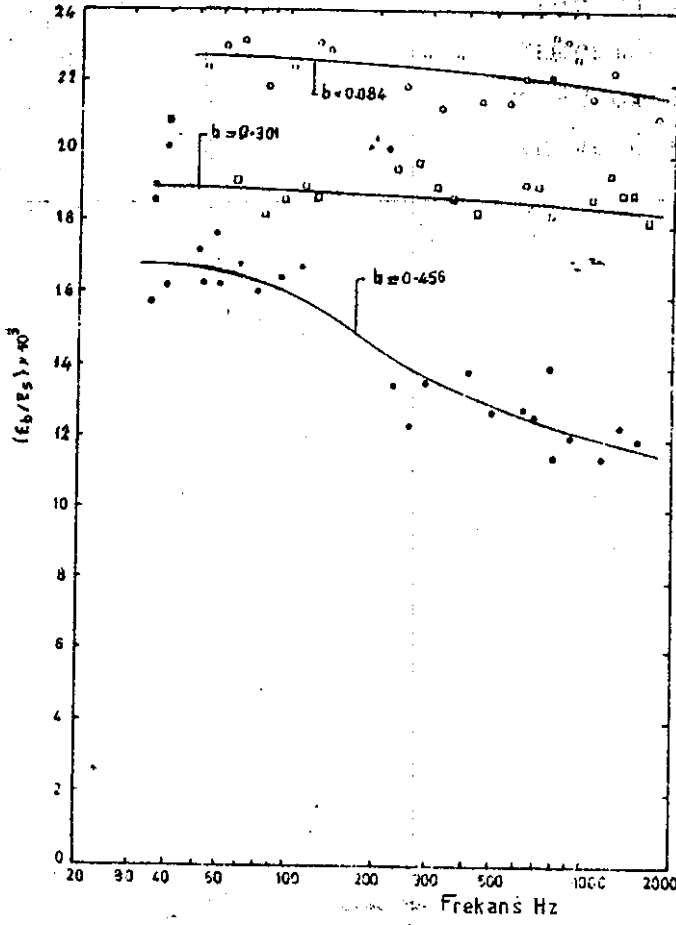
E_B hesaplanır.

SONUÇLAR:

İki yapıştırıcı için frekans ve $(E_B/E_s) \times 10^3$ değerinin değişimi şekil.22-23 de verilmiştir.



Şekil.22:Carbinol glue için frekans- (E_B/E_s) in değişimi



Şekil.23:Araldite için frekans ve (E_B/E_S) değerinin değişimi Şekil.22 de gösterilen Carbional glue için frekans ile E_B nin değişimidir.Yapıştırıcı kalınlığı 0,153 mm iken E_B/E_S değeri 33 civarındadır.Kalınlık 0,731 mm iken bu değer 24,7 civarındadır.

Şekil.23 de Araldite için olan diyagramda yapıştırma kalınlığı 0,084 iken ortalama (E_B/E_S) değeri 22 civarındadır.Kalınlık arttıkça 0,301 iken 19 civarına düşecek ve 0,466 iken yaklaşık %30 oranında düşecektir.

3. YAPIŞTIRICILARIN ULTRASONİK OLARAK ÇÖZÜLMESİ:

Burada ultrasonik yüksek yoğunluk yönteminin yapıştırma bağlantılarının çözülmesinde nasıl kullanacağımızı ve geliştireceğimizi görüşeceğiz. Ses dalgaları odaklanarak veya direkt olarak bağlantı üzerine yollanabilir. Bu yöntemler yüksek ve alçak frekanslı ultrasonik şoklama olarak adlandırılır. Bu iki yöntem daha ilerde açıklanacaktır. (3)

ODAKLAŞTIRILMAMIŞ SES

Ultrasonik dalganın akustik genişliği açısal frekans ω , yoğunluk I parametreleri ile değişimi aşağıda verilmiştir. (13a)

$$\delta = (2I/z)^{1/2} / \omega \quad (9)$$

$$U = (2I/z)^{1/2} \quad (10)$$

$$a = \omega (2I/z)^{1/2} \quad (11)$$

$$P = (2Iz)^{1/2} \quad (12)$$

Bu eşitliklerde z sesin iletilen ortamdaki akustik empedansdır. ρ malzeme yoğunluğu, c yayılan ortamın ses hızıdır. $Z = \rho \cdot c$ dir. Dalgadaki ses yoğunluğu çıkış gücünün toplam yayma alanına oranına eşittir.

$$I = W/s \quad (13)$$

Düşük frekanslı odaklaştırılmamış sesin malzeme üzerine etkisi ile malzemede yerdeğiştirmeler oluşturduğunu gördük. Mason⁽¹⁴⁾ raporunda $\delta \sim 10^{-3}$ cm civarındaki yerdeğiştirmelerde epoksi yapıştırıcıların kopacağını göstermiştir. Burdan hareketle yapıştırma bağlantılarında çözme yolu olarak düşük frekans tekniği kullanabileceğimizi düşündük.

Düşük frekans tekniğini anlayabilmek için bağlantıların koparılması gereklidir. Eşitlik 9 dan

$$f = (2I/z)^{1/2} / 2\pi \delta$$

Buradan yapıştırıcının koparılabilceği akustik frekans bulunabilir. eğer ultrasonik transdüzörün ucu giderek daralan uç ise yapıştırma bölgesinde ses odaklanmaz. Böyle bir uç olduğunu düşünürsek ve çapı 0,64 cm ise $s = 0,32 \text{ cm}^2$ yayılma alanına sahip oluruz. Alınan akustik güç $w = 200 \text{ W}$ ise buradan yoğunluk $I = 620 \text{ W/cm}^2$ bulunur. Mason ise çalışmasında yapıştırıcının koparılması için $f = 18 \text{ KHz}$ bulmuştur. (10)

ODAKLAŞMIŞ SES:

Odak noktasının yarıçapı r , λF ile orantılıdır. (13b) Burada λ malzemedeki akustik dalga boyu ve F ultrasonik odaklama sisteminin frekans numarasıdır. Akustik yoğunluk eşitlik 13 ten aşağıdaki şekilde yazılır.

$$I = w / \pi (\lambda F)^2 \quad (15)$$

Yapıştırma hattı boyunca alınan güç $w = 200 \text{ W}$ ve akustik dalga boyu $\lambda = 1$ (epoksi malzemelerin meganertz frekanslarda) ise eşitlik 15 ten $I \sim 10^4 \text{ W/cm}^2$ bulunur. Odaklanmış olarak yapılan deneylerde $F = 1$ alınmasının uygun olduğu görülmüştür. Buradan eşitlik 9, 10, 11 den $\delta \sim 10^{-4} \text{ cm}$, $a \sim 10^7 \text{ g}$ ve $p = 250 \text{ atm}$ bulunur.

Yer değiştirme çok küçük olsada basıncın artması ve ivmelenmesi ile kopma oluşturulabilir. Bu özellikteki sonuçlar Rozenberg eşitliklerinde gösterilmiştir. (7)

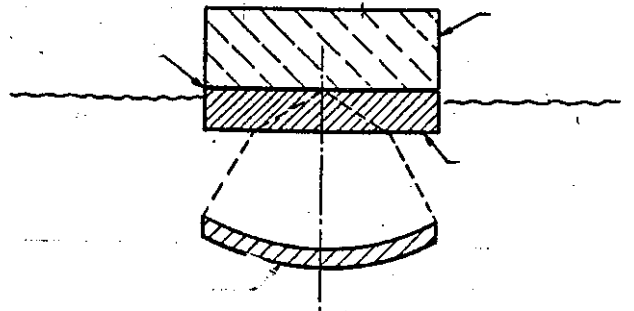
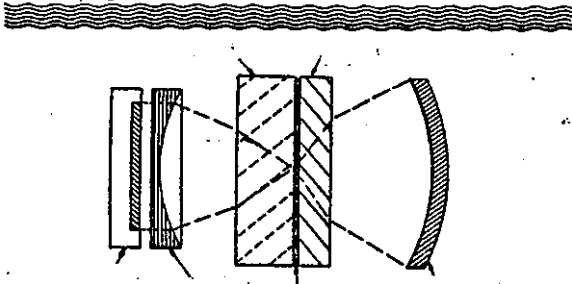
Tablo 2 de akustik güç ve frekansa bağlı olarak akustik parametreler verilmiştir. Odaklanmamış sese 1 den 4 e kadar eşitliklerde eşitlik 5 yerine konmuştur. Akustik dalga boyu $\lambda = c/f$ olarak yerine konmuştur. (3)

Parametreler	odaklanmış ses	odaklanmamış ses
δ	$w^{1/2}$	$w^{1/2}/f$
U	$w^{1/2} \cdot f$	$w^{1/2}$
a	$w^{1/2} \cdot f^2$	$w^{1/2} \cdot f$
p	$w^{1/2} \cdot f$	$w^{1/2}$

Tablo 2: Odaklanmış ve odaklanmamış ses için akustik parametreler

YÜKSEK FREKANS TEKNİĞİ :

Yüksek frekansta ultrasonik çalışmalar için temel laboratuvar düzeni şekil 24 ve 25 te gösterilmiştir. (3)



Şekil 24: Tam daldırmalı yüksek frekans ultrasonik çözme düzeni Şekil.25: kısmi daldırmalı yüksek frekans ultrasonik çözme düzeni

Şekil.24 de yayıcı, test numunesi ve alıcı suyun içine daldırılmış olarak gösterilmiştir. Budurumda çözülme durumunun özelliklerini

monitöre alabiliriz. Bunun için alıcının önüne mercekle koyarak bakış alanı bir noktaya alınır. Yapıştırılan numune, yayıcı ve alıcı/mercek arasına konur.

Şekil 25 te bir kısmın su içine daldırdığı bir düzenek çizilmiştir. Bu düzenekte odak bölgesinin arkasındaki malzemedeki termal etki araştırılmaktadır. Bu bağlantıda çözülmeyi akustik monitör ile incelemek mümkün olmaktadır.

Test numunesi 2,5 cm kalınlığında fleksiglas bağlantısı çözülen bölgeleri görüntüleyebilmek için seçildi.

ULTRASONİK TRANSDÜZÖR :

Yapıştırma bağlantısına yüksek yoğunlukta ve yüksek frekanslı ses için ultrasonik transdüzör PZT (kurşun-zirkonyum-Titan) elementlerinden oluşan piezoelektrik cihazdır.

Yapıştırma bağlantılarının çözülmesinde 0,6 veya 0,8MHz lik çeneler kullanıldı. Bunlar odaklama için merceğin gerekli olmadığı çenelerdir.

0,6 MHz lik transdüzör çenesinin çapı 12,7 cm ve su içinde odak uzaklığı 12,7 cm dir. Çıkış çapı 8,9 cmdir. 0,8 MHz lik transdüzörde aynı yarıçaplı, aynı odak uzunluğundadır. Fakat, çıkış çapı 11,4 cm dir, Büyük yayıcı teorik olarak çok küçük odak noktası oluşturur. (15)

Akustik monitör sistem için ultrasonik alıcı 5 cm² lik piezoelektrik elementtir. Akustik mercek polistrin malzemenin yanında bulunmaktadır. Suyun içinde odak uzaklığı 15 cm dir. (3)

DALDIRMA SIVISI :

Bazı deneyler için su kullanılmıştır. Fakat uzun süre yüksek yoğunlukta sese maruz kalınca kabarcıklar oluşmaktadır. Sesin bu kabarcıklardan geri dönmesi ile güç iletiminde düşüş olmaktadır. Tablo.3 te bazı daldırma sıvılarının özellikleri gösterilmiştir.

Sıvı	Viskozite (p)	Kavitasyon başlangıç şiddeti (W/cm^2)
Su	0,01	0,2
Keten yağı	0,38	2,1
Mısır yağı	0,63	3,5
Zeytin yağı	0,84	5,0
Hint yağı	6,30	5,3

Tablo 3: Bazı daldırma sıvılarının özellikleri,
(Tablodaki bütün değerler $25^{\circ}C$ içindir.)

ÖN HAZIRLIK ÇALIŞMASI:

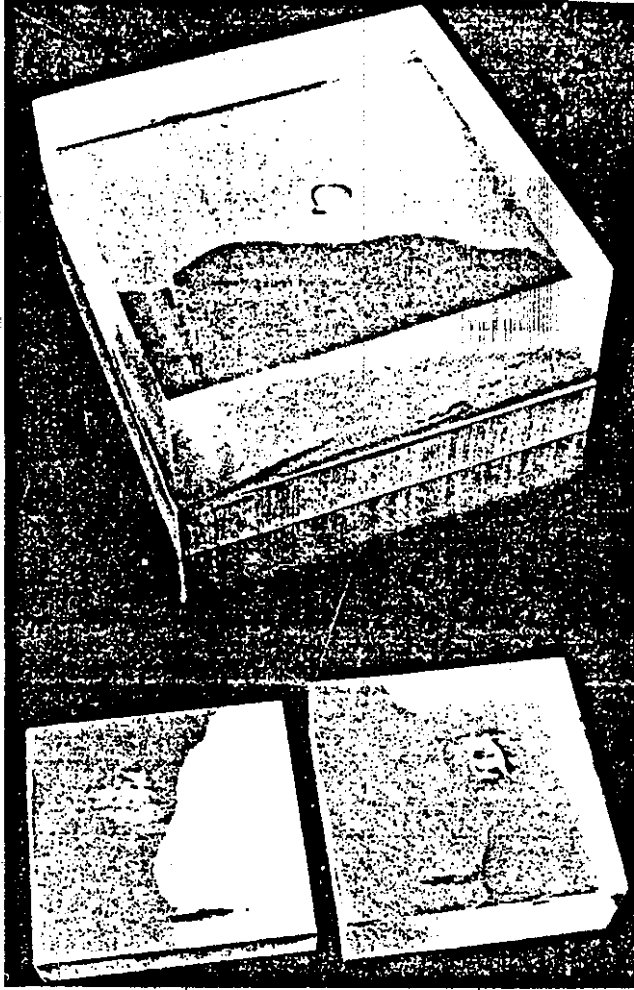
Fleksiglas ve aliminyumdan oluşan 16 test parçası yüksek yoğunlukta sese maruz bırakıldı. Test parametreleri aşağıdaki gibi değiştirildi: Toplam ve kısmi batırma (şekil 24 ve 25), Akustik frekans (0.6, 0.8 veya 2.5 MHz), Yüksek yoğunlukta sese maruz bırakma süresi (3-30 dk), ve ultrasonik güç bölgesi.

16 test numunesinde de çözülme başarıldı. Bazı durumlarda tümüyle çözülme oldu. Diğer durumlarda çözülmenin sınırları fleksiglastan açıkça görülmektedir.

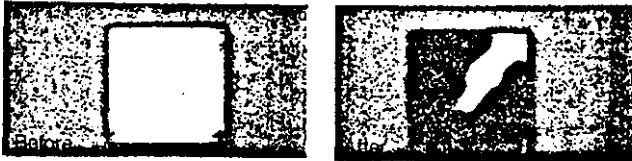
Şekil 26 da yüksek yoğunlukta sesin yapıştırma bağlantısına odaklaştırılması ile tümüyle ayrılma örneği gerçekleştirildi. Üstteki resimde çözülme fleksiglas içinden gösterilmiştir. Alttaki resimde aliminyumdan çekilen resim gösterilmiştir.

Bu deneyler için tüm daldırma yöntemi uygulanmıştır. Süpürme frekansı CW, $f = 0,6$ MHz merkez akustik frekansı ve $\Delta f = \pm 35$ KHz kullanılmıştır. Numune 4,5 dakika ses dalgasına maruz bırakılmış ve kırılma oluşmuştur. Fotoğrafta uygulama noktası açıkça görülmektedir.

Şekil 27 de Al-fleksiglas numunesinin çözülme sınırları gösterilmiştir. Önceki fotoğraf ses verilmeden önce ve öteki fotoğrafta ses verildikten sonraki durumdur. Şekildeki beyaz olan bölge bağlantı bölgesi siyah olan çözülen kısımdır. Bu uygulamada sıcaklık $5-10^{\circ}C$ yükseldiği gözlenmiştir.



Şekil.26:Yüksek yoğunluktaki ses ile numunenin tümüyle çözülmesinin fotoğrafları,



Şekil.27:Al-Fleksiglas numunenin çözülme sınırları

SONUÇLARIN ÖZETİ

Yüksek frekanslı odaklanmış sesin sağlanması kullanılan akustik parametrelere bağlıdır.

Genellikle test numunesinin kısmi veya tüm olarak çözülmesi amplifikatörün gücüne bağlıdır. Güç 500W civarında ise ve 5 dakika uygulanırsa tüm olarak ayrılma oluşur. Bazende bu sonuç 400W güç ile 3 dakikada oluşabilir. Fakat odaklama alüminyum malzemenin içinden olursa çözülme olmaz.

DÜŞÜK FREKANS YÖNTEMİ:

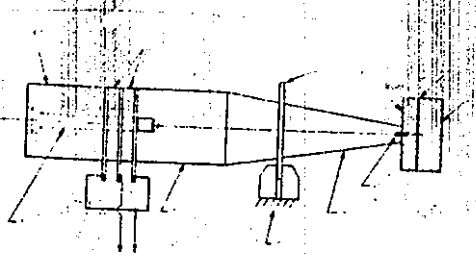
ULTRASONİK TRANSDÜZÖR:

Yüksek yoğunlukta düşük frekanslı ultra ses için üç temel teknik ortak uygulanır.^(14,15) Magnetiklik, elektrodinamik, piezoelektrik. bunlardan birincisi yüksek akımdan dolayı verim düşük olur. İkincisinde güç sınırlıdır. Üçüncüsü, piezoseramik malzemeler doğru olarak kullanıldığında çok yüksek elektromekanik verim oluşur. Fakat piezoseramik transdüzör genellikle yarım dalga titreşim modu 20-30 KHz te kullanılır. Büyük boyutlarda kullanışlı değildir. Bu durum Langevin^(13 a) tasarladığı orjinal şeklin kullanımı ile çözülebilir.

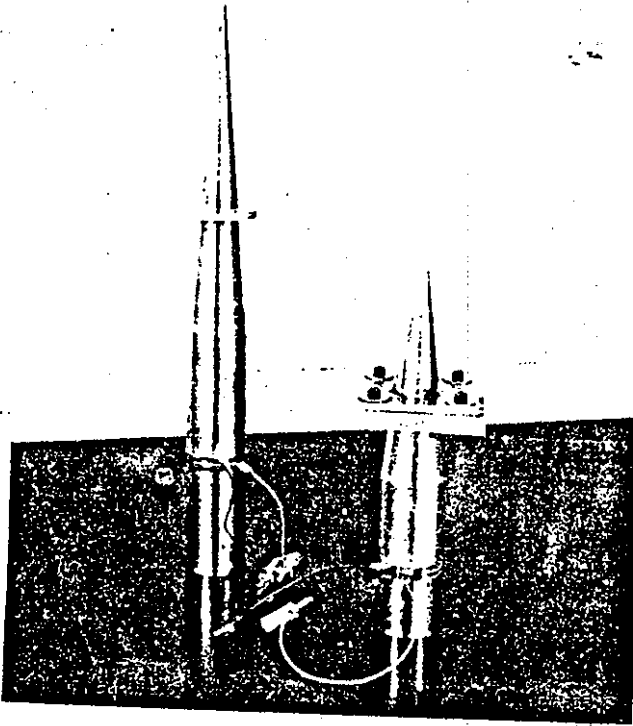
Langevin cihazında ultrasonik düşük frekans transdüzörü aktif piezoseramik bölge, ön bölge ve siyah bölgeyi içermektedir. Siyah ve ön bölge seramik iken aktif bölge piezoseramiktir, ve aralarının konmuşdur. Bu çeşit dizayn piezoseramik malzemenin ince olduğu durumlarda kullanılır. Ön bölge düşük akustik frekanslı, siyah bölge yüksek akustik frekanslı olduğunda optimum transdüzör verimi görülür.⁽¹⁶⁾ Bu koşullar alüminyum ön lehva ve çelik zırh, piezoseramik malzeme kullanıldığında görülür.

Ultrasonik çözülme çalışmalarında çeyrek dalga (11.2KHz) ve yarım dalga (19.6 KHz) kullanıldı. Şekil.28 de temel transdüzörün taslak resmi gösterilmiştir.

Şekil 29 da yarım dalga ve çeyrek dalga transdüzörleri gösterilmiştir. Bunlar 1 kw güç çıkışlı olarak dizaya edilmişlerdir.



Şekil. 28: Transdüzörün taslak resmi.



Şekil.29: Yarım dalga ve çeyrek dalga transdüzörü.

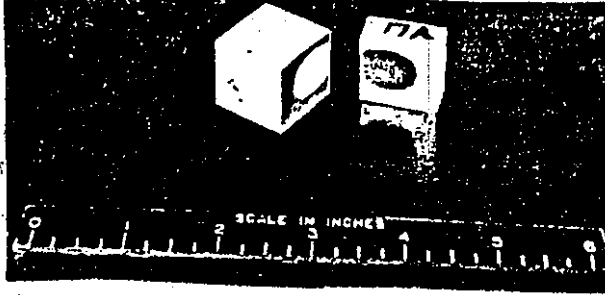
SES GEÇİRMEZ TEST ODASI:

Önceki çalışmalarda düşük frekanslı ultrasesin hava içinde dağıldığı açıklanmıştır. Transdüzörün yaymasının yakın bölgede kalması için ses geçirmez oda ile kamanmıştır. Kalibre edilmiş mikrofon ile okunan akustik basıncın 135dB ($2 \cdot 10^4$ dyn/cm²) kadar yüksek olduğunu göstermiştir.

ÖN HAZIRLIK ÇALIŞMASI:

Yüksek frekans tekniğindeki ön hazırlık çalışmasındaki gibi-Al-fleksiglas bağlantılı numuneler hazırlanmıştır.Bütün deneyler için numune ile transdüzör bir saplama ile bağlanmıştır. (şekil.28)

Test parçalarının boyutları yarım dalga boyutlarından küçük olduğundan transdüzörler tam verimli olarak kullanılmazlar. Şekil30 da çözülmüş bir numune gösterilmiştir.



Şekil.30: Çözülmüş bir numune

SONUÇLARIN ÖZETİ:

1,1KW iletim gücünde,yoğunluk 54 W/cm^2 dir. nın hesaplanması eşitlik.9 da gösterilmiştir.Burada akustik yoğunluk I, ortamın empedansı Z ve ses dalgasının açısal frekansı w dir.

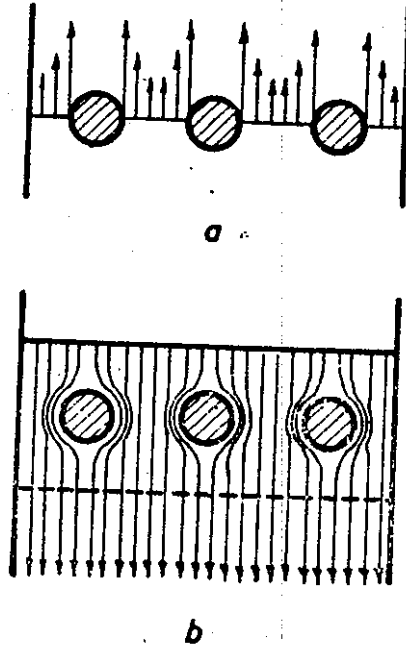
$I = 54 \text{ W/cm}^2$, $w = 1,23 \cdot 10^5 \text{ Hz}$ ve $Z = 1,35 \cdot 10^6 \text{ g/cm}^2 \cdot \text{s}$ ile alüminyum malzeme için $\delta \sim 2,3 \cdot 10^{-4} \text{ cm}$ dir.Uç kısımda epoksi malzemenin kırılması için yaklaşık olarak $\delta \sim 8 \cdot 10^{-4} \text{ cm}$ olması gereklidir.

11 ve 19 KHz lik transdüzörlerle uygulanan deneylerde 200-300 w güç bölgesinde birkaç saniyelik ses uygulamak yeterlidir.

4. YAPIŞTIRMA BAĞLANTILARININ DİĞER BAĞLANTI ŞEKİLLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI:

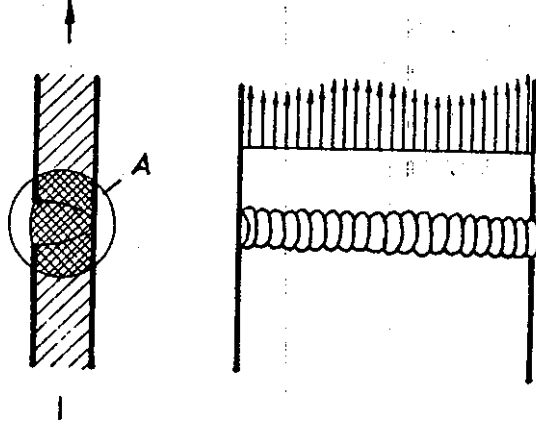
Perçin bağlantılarında şekil 31 den de görüldüğü gibi gerilme yayılımı düzgün değildir. Perçin delikleri kesiti küçülttüğü gibi çentik etkisi nedeniyle delik kenarlarında tehlikeli olabilecek gerilme tepeleri meydana gelir. Bindirme perçin bağlantılarında kuvvetin tam parçaların ortasından etkimemesi nedeniyle bir eğilme momentide oluşur. Bu nedenle hesaplarda perçin dizilişine göre ana malzeme mukavemetinde %15-30 kadar bir azalma olduğu kabul edilir.

Farklı malzemelerin birleştirilmesinde ortaya çıkan korozyon problemi ve ısıl genleşme farkları, uçak inşaatında perçin başlarından ötürü yüzeyin yeteri kadar düz olmaması, kanat gibi parçalarda perçin başının oluşundaki zorluklar v.s sayılabilir.



Şekil.31:Perçin bağlantısında gerilme dağılımı ve kuvvet çizgileri.

Kaynak yapma sırasında malzemenin ergimesi ve donması ısıll zorlanmalara ve yapıda değişikliklere neden olur. Soğuma sırasında meydana gelen iç gerilmeler ve oluşabilecek kaynak hataları düzgün olmayan gerilme dağılımına neden olur.(şekil.32)



Şekil.32:Kaynak bağlantısındaki gerilme dağılımı

Kaynak bağlantılarının kullanılmasını sınırlayan en önemli faktörlerden biride yalnız aynı cins malzemenin birbirleriyle kaynak edilmesidir.

Lehim bağlantıları ile farklı malzemeleri birleştirmek mümkündür.Termik etkileride kaynak bağlantılarındaki kadar büyük değildir. Lehim,bağlanan parçalardan daha düşük ergime sıcaklığına sahiptir.Bununla beraber sert lehimde bağlanan parçaların kristal yapısında değişme olması ve parçalarda çekme meydana gelmesi mümkündür.Farklı malzemelerin lehimlenmesinde yüzeyden iyi temizlenmeyen dekapan artıkları ve rutubet nedeniyle korozyon tehlikesi vardır.Hafif maddenlerin lehimlenmesi özel sorunlar yaratır.

Yapıştırma bağlantılarında,diğer bağlantı şekillerinin yukarıda sayılan sakıncaları yoktur.Ancak yapıştırma bağlantısını diğer bağlantıların yerine geçen bir bağlantı şekli olarak değil,onların etkili olmadığı veya uygulanmadığı hallerde bağlama elemanları grubunu tamamlayan bir bağlantı grubu kabul etmek gerekir.

Yapıştırırmada büyük termik ve mekanik zorlanma olmadan bağlantının yapılabilmesi önemli bir avantajdır. Bu nedenle bağlanan parçalar kendi özelliklerini korurlar. Sıcak perçinleme ve kaynak bağlantılarında olduğu gibi bağlantıda iç gerilmeler söz konusu değildir.

Yapıştırma, diğer çözülemiyen bağlantı elemanlarını tamamlayıcı olmak üzere:

- Sızdırmaz bir bağlantı yapmak
- Amaca uygun olmayan diğer bağlantıların yerini tutmak
- Tamamen yeni konstrüksiyonlar yapabilmek için kullanılır.

Farklı malzemelerin özellikle madenlerle maden olmayan malzemelerin birleştirilmesinde geniş ölçüde kullanılır.

Aşınma malzemelerini (fren ve debriyaj balataları gibi) yapıştırma yolu ile daha iyi ve daha ekonomik olarak birleştirilebilir.

5. YAPIŞTIRICILARIN TANITIMI :

5.1 Yapıştırıcının Yapısı:

Sertleşmiş olan yapıştırıcıda hacimsel makro moleküller yanında dallanıp budaklanan iplik molekülleri meydana gelebilir. Moleküler yapı yapıştırıcının şekil değiştirme özelliği ve yapıştırmanın oluşmasını sağlar. Isıtma sıcaklığı ve süresine bağlı olarak bu yapı ve şekil değiştirme özelliği etkilenebilir.

5.2 Yapıştırıcı Çeşitleri ve Özellikleri:

Çeşitli gayeler için kullanılan yapıştırıcıların temelini genel olarak suni reçineler oluşturur. Bunların içinde kimyasal bakımdan fenol, epoksi, akril reçineleri en fazla kullanılır. Yapıştırıcılar toz, pasta, sıvı veya katı halde olurlar. Bir çok yapıştırıcı iki bileşenden meydana gelir. Bunlardan biri asıl yapışmayı sağlayan reçine, diğeri ise katılaştırıcıdır. Yapışma oda sıcaklığında veya yüksek sıcaklıkta olabilir. Reçinenin sertleşmesi sırasında parçaları birbirine bastırmakta

gerekebilir. Bu özelliklere göre yapıştırıcıları aşağıdaki gibi gruplandırabiliriz.

1. Oda sıcaklığında sertleşen yapıştırıcılar
2. Oda sıcaklığında veya yüksek sıcaklıkta bir kuvvet (basınç) etkisi gerektirmeden sertleşen yapıştırıcılar.

Bu iki gruba giren yapıştırıcılar genellikle iki bileşenli olup yapıştırma işleminden önce karıştırılırlar.

3. 200°C kadar olan yüksek sıcaklıklarda sertleşen yapıştırıcılar. Bunlar genellikle tek bileşenlidirler.

5.3 KULLANILAN YAPIŞTIRICILARIN TANITIMI

a) Metalik plastik çelik 404:

İki bileşenli bir yapıştırıcıdır. Bileşenlerinden birisi metal tozlarından oluşur. Diğeri ise vinil akrilik esaslı katalizördür. Yapıştırıcı kullanılacağı zaman 3 hacim plastik delikten ve bir hacim katalizörden alınıp iyice birbirine karıştırılır. Karıştırma işi bir küçük kap veya düz sac üzerinde olabilir. Terazisi varsa karıştırma oranı ağırlık üzerinden daha iyi hesaplanır. Gram olarak oran bire dokuzdur. Yani 9 gram plastik çeliğe bir gram katalizör düşecek şekilde alınır.

Yapıştırıcı gereken yere bir mala veya spatula ile iyice sürülür ve düzeltilir. Sürüldükten 12 - 24 saat sonra bir sertleşme veya donma olur. Ancak havada kemik gibi sertleşmesi için 2- 4 gün gerekir. Bu sürenin kısaltılması isteniyorsa ozaman birkaç yöntem vardır. Bunlar: Malzeme fırına konabilir. 80 - 100°C arasında iki saat tutulur. Bu mümkün değilse plastik delik sürülen yer dışarıdan ısıtılır. Bu ısıtma yaklaşık 100°C civarında olur. Bunun gibi tamir edilecek yer soğuk ise hafifçe ısıtılarak yapıştırıcı sürülebilir. Uygulamada bir pratik yolda yapıştırıcı karıştırıldıktan sonra yeteri kadarını spatula üzerine alıp alttan çakmakla ısıtılıp istenilen yere sürmektir.

Plastik çelik soğuk havalarda fazla sertleşebilir. Bu gibi durumlarda hafifçe ısıtılarak (40 - 50°C) gevşetilebilir. Diğer taraftan katalizörü ilave edilmiş plastik çeliği bir saat içinde kullanmak iyi olur. Fazla beklerse donmaya başlar.

Yapıştırıcının yapışmasını istenmeyen yerler varsa burası bir vazelin yağı ile veya muşamba cilası ile dikkatlice yağlanır.

b) Altecco 110:

Tek bileşenli siyanoakrilik esaslı bir yapıştırıcıdır. Yaklaşık olarak sürüldükten 10 saniye sonra donar. Her 3 cm^2 alan için 1 damla yapıştırıcı yeterlidir. Kuvvetli bir yapıştırma için parçalar birbirine bastırılmalı ve 24 saat beklenmelidir. yapışkanın fazlalıkları silinmelidir.

Cilde olan ilgisinden dolayı kullanırken parmağa veya vücudun diğer parçalarına değmemelidir.

c) Loctite super glue-3:

tek bileşenli siyanoakrilik ester esaslı bir yapıştırıcıdır. Yaklaşık olarak sürüldükten on saniye sonra donar. Her 3 cm^2 alan için 1 damla yapıştırıcı yeterlidir.

Siyanoakrilik ester esaslı her iki yapıştırıcı tene sürüldüğünde burası keskin olmayan bir aletle (örneğin, çay kaşığı ile) sabun ve sıcak su kullanarak soyulmalıdır. Göze temasta bol suyla göz yıkanmalıdır? Bulaşma şiddetli ise tıbbi yardım istenerek yapışkan doku kaldırılmalıdır.

d) Çeko Bond :

İki bileşenli yapıştırıcıdır. Bileşenlerinden biri metal tozlarından oluşmakta diğeri ise vinil akrilik ester esaslı katalizördür. Kullanılacağı zaman gereken miktar belirlenir. A ve B den eşit oranlarda alınarak birbiriyle iyice karıştırılır. Bu karışım yapıştırılacak yüzeye iki saat içinde sürülmelidir.

Yapıştırılacak parçalar birleştirildikten sonra normal oda ısısında en az 1-2 saat işkence v.b. bir araçla sıkıştırılmalıdır. Tam sertleşme 24 saat içinde gerçekleşir. Çeko bondun fırınlama işlemi 80°C de 30 dakikada, 100°C de 20 dakikadır.

	Altecco. 110	Loctite Super glue	Çeko Bond	Çeko Rapid	404 metalik Plastik Çelik
Bileşen adedi	1	1	2	2	2
Bileşenlerin yapısı	Siyano akril ester	Siyano akril ester	Vinil akrilik ester Metal tozu	Vinil akril ester	Vinil akrilik ester Metal tozu
Üretici Firma	Alpha Techno Company	Loctite Holding	Çuhadaroğlu A.Ş.	Çuhadaroğlu A.Ş.	Atom Kimya Sanayi
Karışım Oranı	-	-	1:1	1:1	1:3
Rengi	Şeffaf	Şeffaf	Metalik	Şeffaf	Metalik
İlgili Şekil no.	3, 4, 13, 14	1, 2, 11, 12	9, 10, 19, 20	7, 8, 15, 16	5,6, 17, 18

Tablo 4. Kullanılan yapıştırıcıların genel özellikleri.

e) Çeko Rapid :

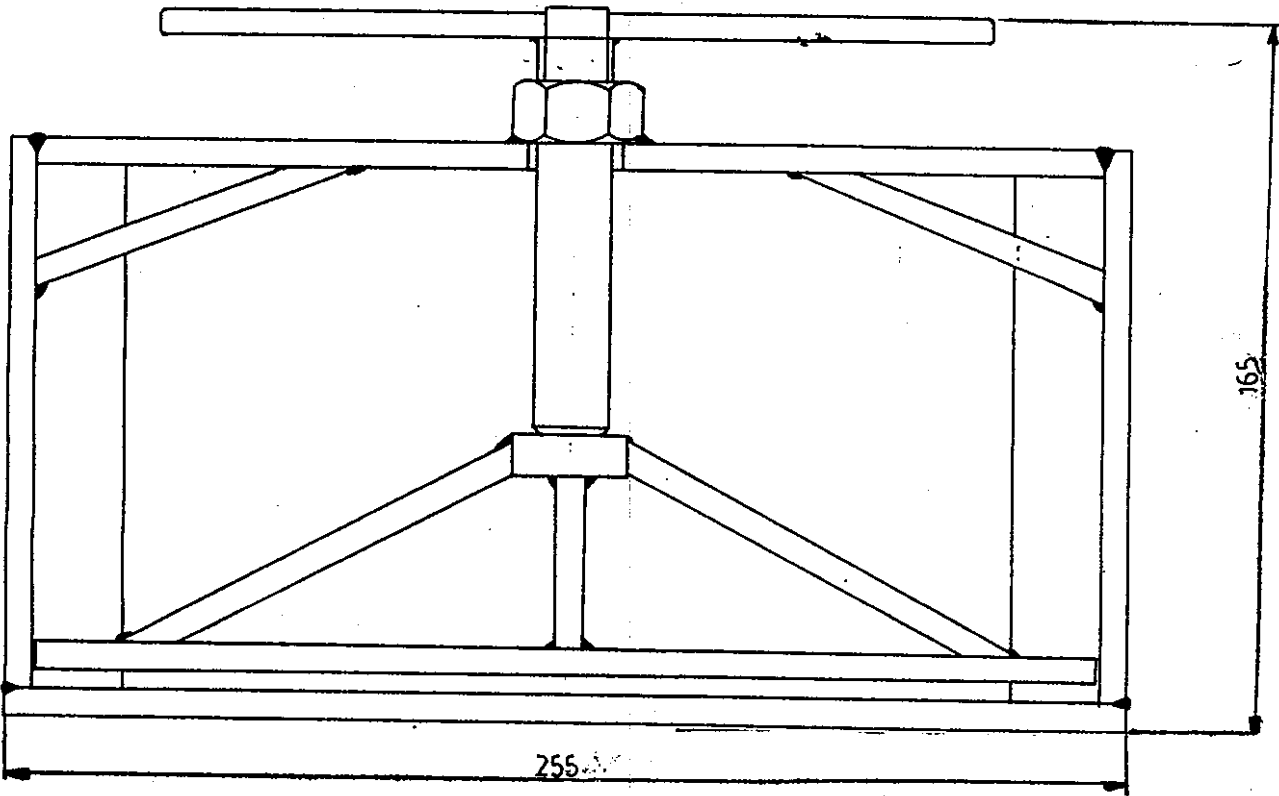
Vinil akrilik ester esaslı iki bileşenden oluşmaktadır. Kullanılacağı zaman gerekli miktar A ve B den eşit oranlarda karıştırılarak elde edilir. Bu karışım 5 dakika içinde sürülmedir.

Yapıştırılacak parçalar birleştirildikten sonra normal oda ısısında en az 20 dakika işkenca v.b. araçla sıkıştırılmalıdır. Çeko rapid birçok kimyasal maddeye dayanıklı olup ayrıca iyi bir elektrik izalatörüdür.

6. DENEY DÜZENEKLERİ:

6.1 SIKIŞTIRMA DÜZENEGİ VE NUMUNELERİN TANITIMI :

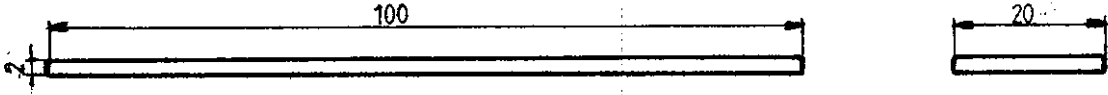
a) Sıkıştırma düzeneği,



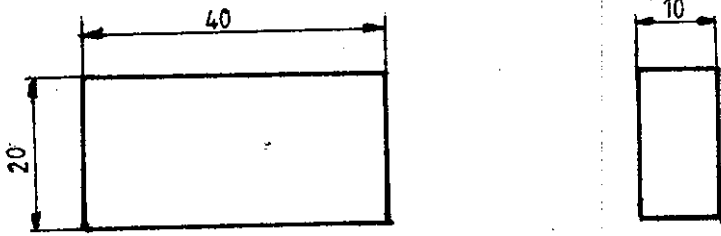
Şekil.33: Sıkıştırma düzeneği.

Rijit bir basma yapabilmek için yukarda görülen düzeneği imal ettik.

b) Numune Boyutları :



Üst üste bindirme numunesi:

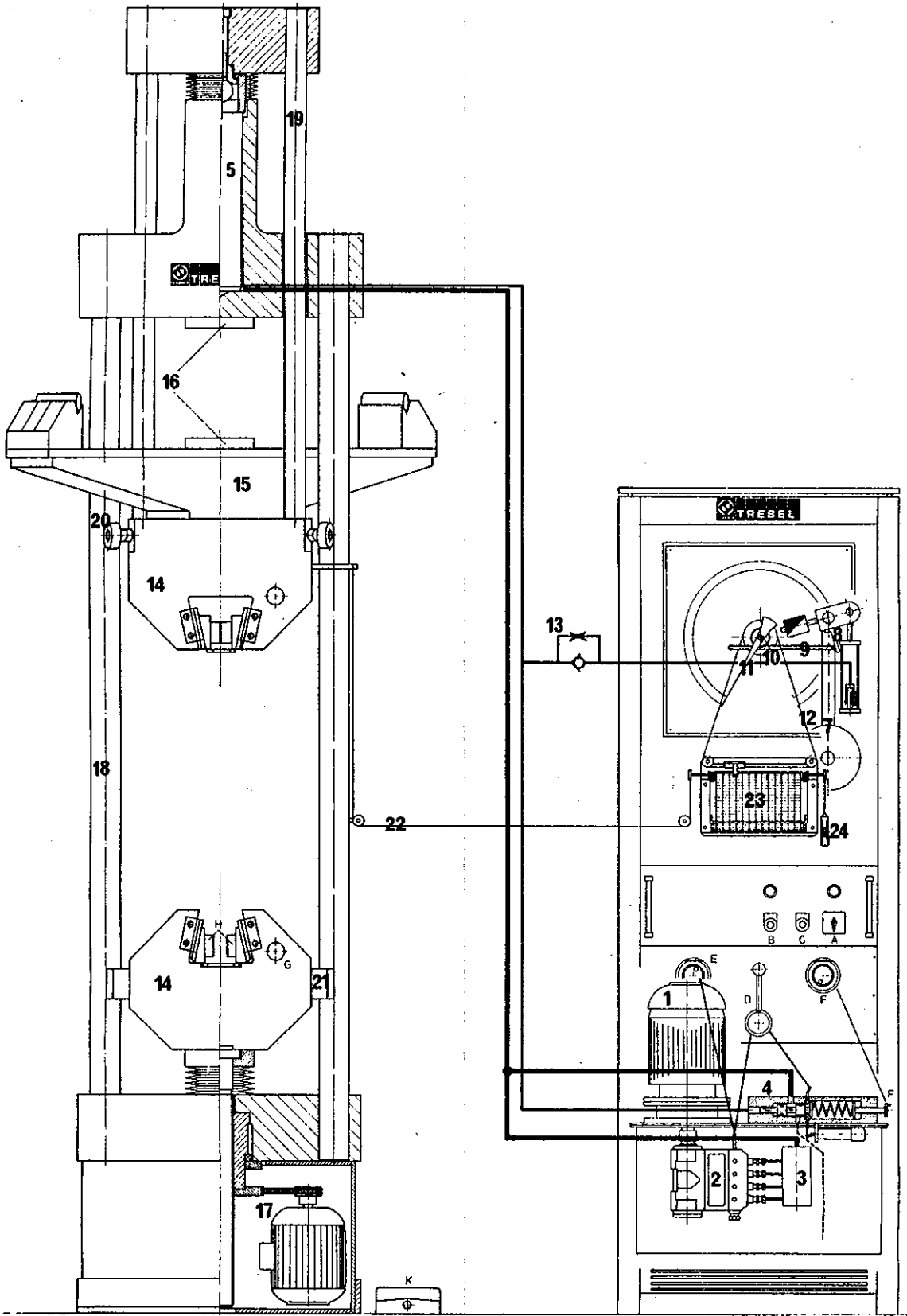


Alın alına yapıştırma numunesi

c) Çekme makinası :

Şekil.35'de görülen schenk Trebel marka bir çekme makinası kullanılmıştır.Makinanın maksimum çekme kapasitesi 4 tondur. Ölçme oranları 1/1,1/2,1/5,ve 1/10'dur.

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| 1.Pompa motoru | 19.Silindir klavuz |
| 2.Pompa | 20.Kılavuz tekerlek |
| 3.Kollektör | 21.Kılavuz |
| 4.Basınç kontrol vanası | 22.Yerdeğiştirme iletim kablosu |
| 5.Piston | 23.Grafik yazıcı |
| 6.Ölçme pistonu | 24.Ön yükleme ağırlığı |
| 7.Ağırlık | |
| 8.Ölçü köşesi | |
| 9.Ölçme iletim çubuğu | |
| 10.Dişli | |
| 12.Yazıcı ilerletme kablosu | |
| 13.Geri dönüşsüz vana | |
| 14.Tutucu kafa | |
| 15.Eğme tablası | |
| 16.Basma yüzeyi | |
| 17.Tutucu baş ayarlanması | |
| 18.Sıkıştırma sütunları | |



Şekil.35:Çekme Makinası

7.-DENEYLER

7.1..Yapıştırılacak parçaların hazırlanması.

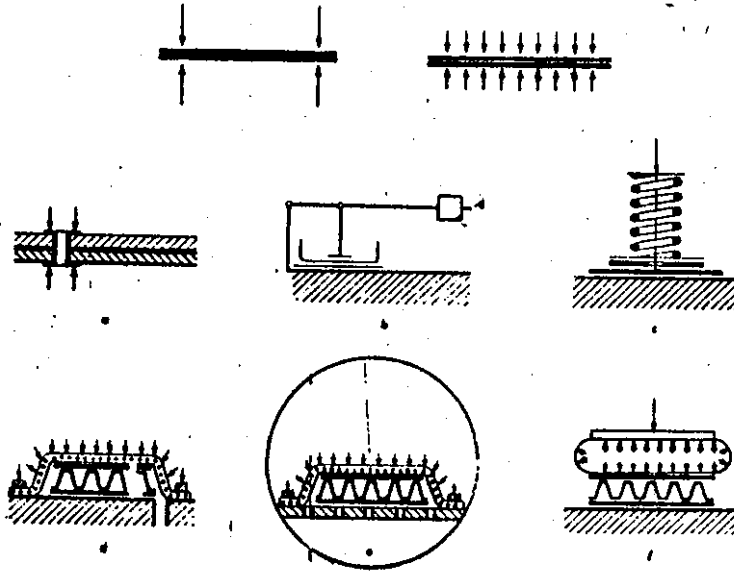
Yapıştırma bağlantısının mukavemeti yapıştırılacak parçaların amaca uygun olarak,özenli bir şekilde hazırlanmasına sıkı bir şekilde bağlıdır.(Yüzey hazırlama daha ilerde ele alınacaktır.)

Yapıştırıcı tabakanın kalınlığı bağıl olarak ince 0,1-0,2mm arasında olduğu takdirde mukavemet en fazla olmaktadır.Homogen olarak dağılmış,ince bir yapıştırıcı tabakası elde etmek için parçaların birbirine iyi bir şekilde uyması veya düz olması gerekir.Pres edilmiş saçlarda bulunabilen çapaklar temizlenmelidir. Büyük parçalarda ise çok defa bir düzeltme işlemine gerek vardır. Böyle büyük parçalarda özellikle şekil verildikten sonra belirli iç gerilmeler oluşur.Bu gibi parçalar yapıştırma için uygun değildir.Eğer bunlar,yüzey düzgünsüzlüğünü karşılamak için büyük basınçlar altında yapıştırılırsa,çok defa bağlantının bu iç gerilmeler sonucu hemen veya bunun etkisi ile küçük bir dış kuvvet ile kırıldığı görülür.Yapıştırılacak saç parçaların düzgün, iç gerilmelerinin az olması ve yapıştırma yüzeylerinde birbirine uyması gerekir.

Birbiri içine geçen parçalarda,boru ve geçme bağlantılarında gerekli boşluk bırakılmalıdır.Bu boşluk 0,1-0,3mm arasında olmalıdır.Yuvarlak parçaların bağlantısında,parçaların konumlarını kolaylıkla ayarlayabilmek için fatura yapılması yararlı olur.

Kör delikler içinde yapılan yapıştırırmalarda havanın dışarı çıkması için gerekli tedbirlerin alınması gerekir.

Yapıştırıcının sertleşmesi sırasında parçaları birbirine bastırmak gerekiyorsa,örneğin şekil.36 daki gibi eşit bir basma sağlamak için gerekli düzenekler kullanılmalıdır.



Şekil.36: Basma Düzenekleri.

7.2. Metal Yapıştırmanın Uygulaması.

Uygulamada yapıştırma işlemi ek talimatlar gerektirir.

İşlem sırasında kurallara uyulmasının sıkı ve kontrollü ve temiz çalışma yapıştırma tekniğini başarıya götürür.

7.2.1. Yapıştırma yüzeyinin ön işlemi,

Her yapıştırma işlemi birleşecek parçaların ön işlemi ile yapılır. Çeliğin yüzeyinde genelde oksit tabakaları ,toz,su ve gaz birikir.Böyle bir alt yüzey yapıştırma için uygun değildir. Yapıştırmadan önce aktif hale getirilmesi gerekir.

aktif etme işlemi bağlama kuvvetlerini (vanderwals kuvvetleri) etkili hale getirmelidir.Ön işlemler şu aşamalardan oluşur.

1. Temizleme

2. Gerçek yüzeyin düzgünlükle büyütülmesi

3. Aktif etme

Ön işlem mekanik veya kimyasal(yapıştırılacak yüzeyin durumuna göre) bir veya birkaç işlemde yapılmalıdır.

7.2.1.1. Yağın Alınması

Her koşulda yağın alınması önerilir.Talaş kaldırarak işlenmiş veya haddelenmiş parlak parçalar yapıştırılacağı zaman ön işlem olarak yeterlidir.

Yağın alınması için şu organik çözücüler kullanılır.

Perkloretilen

Triklöretilen

Metilenklorik

Aseton

Cila incelticisi

veya alkali çözücüler

Bu çözücülerin kullanılmasında emniyet kurallarına dikkat edilmelidir. Alkali çözücülerde yağlamadan sonra yıkanmalıdır. Böylece metalik yüzeyin etkilerden korunması amaçlanır. Temizleme iki aşamada yapılır:

- a) Kaba temizleme, kirlerin alınması
- b) Yağ alma işlemi

Daldırma banyoları ile çalışılırsa temizlenmiş parçalar temiz çözücülerle çalkalanmalıdır. Böylece dışarı alındığında üzerinde yağ tabakası olması önlenir. İyi temizleme buharla yağ alma veya ultrasonik hareketli banyolarda olur. Bu yöntem pahalıdır.

7.2.1.2. Mekanik veya kimyasal ön işlem

Mekanik ön işlem az bir masraf gerektirir. Burada yüzeyde çok düzensizlik olmamasına dikkat edilmelidir. Çentik ve çukur dinamik zorlanmalarda birleştirilecek parçaların ömrünü azaltır.

Plaka haline getirilmiş ve yüzey ıslahı yapılmış yüzey elemanları mekanik işlemlere uygun değildir. Çünkü meydana getirilmiş tabakayı bozar. Metal yapıştırma işleminde su mekanik işlemler başarılı olmuştur.

Kum püskürtme

Dönen fırça ile fırçalama

Talaş kaldırarak işleme

eğer yüzeyler yağlayıcı maddelerle kirletilmemiş ise düşük mukavemet beklentilerinde elle zımparalama ve tel fırça ile fırçalama yeterlidir.

Kimyasal ön hazırlama birinci sırada ince birleştirme parçaları için uygundur. İyi ve eşit bir bağlama mukavemeti sağlar.

Çelik için su kimyasal yüzey ön işlemleri başarılı olmuştur.

A.a) Karbontetraklorürde yağ alma işlemi

b) Yüzeyle organik asitten oluşan pas alma maddesi
Yaklaşık 10 dk. bir etki süresinden sonra sıra ile su, ispiroto ve eter ile iyice yıkanmalıdır. Aksi taktirde yapışmadan sonra paslanma işlemi daha kuvvetli bir şekilde oluşur.

B.a) Temizleme banyosuna daldırma :

Banyo bileşikleri :

Sodyumkarbonat (Na_2CO_3)	-
Sodyumhidroksit (NaOH)	60g
Reçine sabunu	15g
Alkil-aril-Sodyum sülfat	15g
Sodyumsilikat (Na_2SiO_3)	90g
Damıtık su	4 litre

b) İyi bir su ile yıkandıktan sonra parçalar 2 ile 4 dakika süreyle oda sıcaklığında su çözeltiye konmalıdır.

Konsantre edilmiş sülfirik asit	10 birim
Konsantre edilmiş Nitrik asit	10 birim
Su	80 birim

c) Bundan sonra iyi bir şekilde soğuk suda yıkama ve 0,5-1 dk. süre ile 15-30°C de banyoya daldırma.

Konsantre edilmiş Hidroklorik asit	50-60 birim
%30'luk Hidrojenperoksit (H_2O_2)	2 birim
Su	38-48 birim

d) Bundan sonra soğuk ve 55°C sıcaklıktaki suda yıkama ve kurutma.

C. Cr-Mo ve Cr-Ni çelikleri için şu işlem uygundur.

a) 60-70°C arasında çözeltide 10dk. süreyle yağ alma.

Na_2SiO_3 85g

$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 40g

NaOH 40g

Su 4 litre

b) Sıcak çalkalama durulama 60-70°C arasında 3dk. süreyle.

H_2CrO_4 200g

Su 4 litre

D. Çeliğin tahtayla yapışması için su işlemler yapılmalıdır.

a) İnceltilmiş soda çözeltisinde yağ alma

b) 7-8 dakika süreyle inceltilmiş ılık(60°C) sülfirik asitte banyo

c) Sodyumkarbonat banyosunda durulama (her m^3 için 1 kg Na_2CO_3)

d) Kurutma

E. Galvanize edilmiş çelik-lastik yapıştırılmasında şu ön işlem önerilir.

a) 65°C deki %15'lik Fosforik asitte 1-2 dakika yıkama

b) Soğuk ve sıcak su ile yıkama

c) İyi kurutma

F. Paslanmaz çeliğin ön işleminde şunlar yapılmalıdır.

a) Trikloretilen (C_2HCl_3) ile yağ alma

b) 15 dakika süreyle 50°C çözeltide dağlama

Doymuş sodyumbikromat	35 birim
Sülfirik asit	1000 birim

- c) Akan suda yıkama
- d) Kaynar suda yıkama
- e) Havada kurutma

G. Çözeltide yağ alma

Sodyum metasilikat (Na_2SiO_3)	85g
Tetrasodyumpirofosfat ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$)	42,5g
Sodyum hidroksit (NaOH)	42,5g
Su	3,8 litre

işlem şekli :70-80°C arasında 10 dk.

Kimyasal ön işlemlerde dağlama çözeltilerinin etkinliğine dikkat edilmelidir.Yapıştırılacak parçalar tamamıyla ıslanmalı ve banyoda hareket ettirilmelidir.Dağlama işleminden sonra sıcak veya soğuk akar suda yıkama gereklidir.Tuzu alınmış veya damıtılmış su veya metanol ile takip eden yıkama kuruduktan sonra tuz ve öbür katı maddelerin birikmesini önlemek için önerilir.Kurutma hava dolaşımli fırında uygundur.Ön işlem uygulanmış parçalar tozdan korunmalı ve çıplak elle tutulmamalıdır.Taşma ve öteki işlemlerde olabildiğince kirlenmeyi belli eden şeffaf eldivenler kullanılmalıdır.Birleştirilmiş bir mekanik kimyasal ön işlem yüksek bağlama mukavemeti sağlar.

2.3. Yapıştırıcının Sürülmesi.

Ön işlemleri yapıştırıcının sürülmesi takip eder. Bu sırada yapıştırıcı birleştirilecek parçalara dengeli olarak sürülme-
lidir. Yayma, sürme hazırlama işleminin bir aşamasıdır. Yapıştırıcının seçimi sadece beklenen mukavemete göre olmayıp ekonomik işlemlerde dikkate alınmalıdır. Yapıştırıcı üreticisinin işleme kuralları dikkate alınmalıdır. Karıştırma kabı olarak plastik kaplar uygundur. Sertleşmiş yapıştırıcı artıkları kolayca temizlenmelidir. Büyük miktarların karıştırılmasında motorla hareket eden sistem önerilmektedir. Büyük kullanım miktarlarında ekzoterm reaksiyon ile açığa çıkan ısı dışarı atılmalıdır. Yapıştırıcının sürülmesi için batırma, sürme, spatül, hadde veya püskürtme uygundur. Batırma küçük basit şekilli yapı elemanlarına uygulanmalıdır.

Fırça ile sürmenin geniş kullanım sahası vardır. Bu tek bir işlem küçük ve büyük alanlar gibi düz, eğimli, karmaşık parçalar için uygundur. Farklı akıcılıktaki yapıştırıcılar çeşitli sertlikteki fırçalarla sürülebilir. El ile haddeleme uygun yapıştırıcı miktarının uzun bir alanda uygun sınırlar içinde dağıtılmasını sağlar.

Yapıştırıcının makine ile sürülmesi için püskürtme yöntemi akla gelir. Bu boya püskürtmeye benzer. Ön koşul ince dağılmış yapıştırıcının birleştirilecek alanı iyice ıslatmasıdır. Yapıştırıcının dayanıklılığı ve yüzey gerilmesi buna göre ayarlanır. Püskürtme işlemi çok sayıda parça için uygundur. Aletler ayarlama ve karıştırıcı ön sistemleri ile bağlanabilirler ve bant sistemi ile ayarlanırlar.

Püskürtülmeyen pasta şeklindeki yapıştırıcılar yüzeylere sürmek için uygundur. Çentik ve oyukların pasta şeklinde yapıştırıcılarla doldurulması el kumandalı preslerle yapılmaktadır.

Yapıştırıcı filmlerin kullanımı basit işlemlerinden dolayı önem kazanmaktadır. Yapıştırıcı filmler diğerlerinden pahalıdır. Fakat yapıştırmadan önce temiz, düz, ekonomik kesilebilir. Yapışma kalınlığı aynı olması sağlanır. İyi Depolanabilme özelliğine sahiptirler. Mukavemetleri cam, camlifleri ile artar. Dezavantajları basınç ve sıcaklık altında sertleştirilmelidir.

Birçok yapıştırıcı sertleşmemiş konumda sağlığa zararlı olduğundan yeterli koruyucu önlemler alınmalıdır.

7.4. Sertleştirme.

Sertleştirme işlemi yapıştırıcı bağlantısı kalitesi için bir etkidir. Sertleştirme basıncı, sıcaklığı ve zamanı yapıştırıcının bileşimine bağlıdır.

Parçalar sertleşme sırasında sabit tutulmalıdır. Çünkü birçok yapıştırıcı sertleşmeden önce sıvılaşır. Tutturma işlemi mengene gibi sıkıştırma sistemleri aynı zamanda yay ve ağırlıkla gerekli birleşme basıncı sağlanabilir. Sertleştirme için gerekli ısı :

.Elektrikli ısıtıcı

.Buhar ısıtıcısı

.Gaz ısıtıcısı

.Infaruj ışınlarla

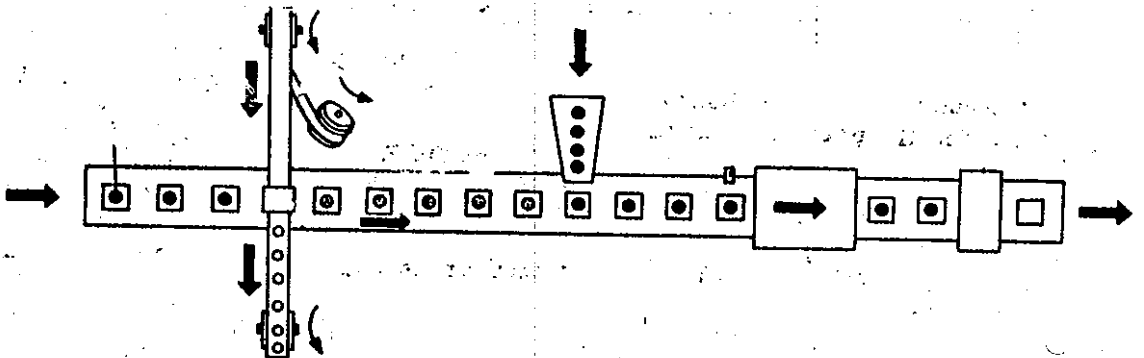
.Birleştirilen parçaların indüksiyonla ısıtılması ile sağlanır.

7.5. Seri Hazırlama.

Çok sayıda parçanın aynı kalite ve uygun maliyette hazırlanması için ayrıntılı planlanmış bir hazırlama işlemi mutlaka gereklidir. Makina ve aletlerin seçim ve yerleştirilmesi uygun olmalıdır. Seri halde yapıştırma ve otomatikleştirme için hazırlama hızı öbür üretime ayarlanmış olmalıdır. Öyleki ara depolama ve bekleme süresi olmasın.

Çok sayıda yapı parçasının seri işlenmesinde otomatikleştirme olanaklıdır. Bu sırada soğuk ve sıcak sertleşen yapıştırıcılar veya baskının kullanıp kullanılmaması yapıştırıcının kullanılmasında önemli değildir. Talaşlı işlemlerde işlenmiş birleştirme parçalarının ön işlemlerinde buhar banyosunda yağ alma yeterlidir. Bu ilerleme sırasında kendi kendine olabilir. Devamlı karıştırma ve yapıştırıcının sürülmesi uygun düzenler gerektirir. Üst üste getirme sabitleştirme veya sıkıştırıcı sistemlerinin kapatılması otomatik olarak olur. İnfarj ile ısıtılan fırınlarında sertleştirilir. Soğutmadan sonra parçalar veya sıkıştırıcı sisteminden çıkarılır. Kontrolde sonra depoya gönderilir.

Otomatize yapıştırma için yapıştırma filmleri uygundur. (Şekil.37).



Şekil 37: Otomatik yapıştırma düzeniği.

Ön işlemden geçmiş birleştirilecek parçalar ayrı ayrı konveyör ile taşınmaktadır. Öyleki alt parçalar yaylı bir ön sisteme gelir. Koruyucu folyesinden alınmış rulo halindeki yapıştırıcı filmi parçaya sürülür. Film bandından artan kısım tekrar sarılır. Üst parçanın sürülmesinden sonra basınç sisteminin kapatılması gerekir. Fırında sertleştirme sağlanır. Kısa süre soğutmadan sonra basınç sistemi açılır. Konveyör parçaları kontrolden sonra depoya taşır. Bu işlem sırasının seçiminde sayı ve istenen mukavemet değeri etkindir.

7.6. BULGULAR

Deney no: 1		Ortam sıcaklığı : 18°C
Kullanılan yapıştırıcı : Çeko Rapid		
Yapıştırılan malzeme : Çelik-Çelik		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	1320	6,6
20	1430	3.57
30	2540	4.23
40	2300	2.87
50	2710	2.71

Deney no : 2		Ortam sıcaklığı : 19°C
Kullanılan yapıştırıcı : Çeko Rapid		
Yapıştırılan malzeme : Çelik-Çelik		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	1440	7.2
20	1480	3.7
30	2220	3.7
40	2500	3.12
50	2680	2.68

Deney no: 3		Ortam sıcaklığı : 18°C	
Kullanılan yapıştırıcı : Çeko Rapid			
Yapıştırılan malzeme : Çelik-Çelik			
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)	
10	1220	6.1	
20	1440	3.6	
30	2310	3.85	
40	2800	3.5	
50	2910	2.9	

Deney no : 4		Ortam sıcaklığı : 17°C	
Kullanılan yapıştırıcı : Çeko Rapid			
Yapıştırılan malzeme : Çelik-Çelik			
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)	
10	1180	5.9	
20	1730	8.65	
30	2012	3.35	
40	2310	2.88	
50	2630	2.63	

Deney no: 5		Ortam sıcaklığı : 17°C
Kullanılan yapıştırıcı : Çeko Rapid		
Yapıştırılan malzeme : Çelik-Çelik		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	620	3.1
20	800	2.0
30	1230	2.05
40	1640	2.05
50	1860	1.86

Deney no : 6		Ortam sıcaklığı : 18°C
Kullanılan yapıştırıcı : Çeko Rapid		
Yapıştırılan malzeme : Aliminyum-Aliminyum		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	800	4.0
20	1100	2.75
30	1760	2.93
40	2020	2.52
50	2660	2.66

Deney no: 7		Ortam sıcaklığı : 18°C	
Kullanılan yapıştırıcı : Çeko Rapid			
Yapıştırılan malzeme : Aliminyum-Aliminyum			
Yapıştırma uzunluğu l _i (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)	
10	870	4.35	
20	900	2.25	
30	1230	2.05	
40	1910	2.38	
50	2000	2.0	

Deney no : 8		Ortam sıcaklığı : 19°C	
Kullanılan yapıştırıcı : Çeko Rapid			
Yapıştırılan malzeme : Aliminyum-Aliminyum			
Yapıştırma uzunluğu l _i (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)	
10	930	4.65	
20	1420	3.55	
30	1680	2.6	
40	2170	2.71	
50	2410	2.41	

Deney no: 9		Ortam sıcaklığı : 17°C
Kullanılan yapıştırıcı : Çeko Rapid		
Yapıştırılan malzeme : Aliminyum-Aliminyum		
Yapıştırma uzunluğu l _j (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	560	2.8
20	720	1.6
30	814	1.35
40	930	1.16
50	825	0.82

Deney no : 10		Ortam sıcaklığı : 18°C
Kullanılan yapıştırıcı : Çeko Rapid		
Yapıştırılan malzeme : Aliminyum-aliminyum		
Yapıştırma uzunluğu l _j (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	770	3.85
20	1125	2.81
30	1440	2.4
40	2110	2.63
50	2530	2.53

Deney no: 11		Ortam sıcaklığı : 19°C
Kullanılan yapıştırıcı : Çeko Bond		
Yapıştırılan malzeme : Çelik-Çelik		
Yapıştırma uzunluğu l_{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	1840	9.2
20	2400	6.0
30	3020	5.03
40	3140	3.92
50	3460	3.46

Deney no : 12		Ortam sıcaklığı : 17°C
Kullanılan yapıştırıcı : Çeko Bond		
Yapıştırılan malzeme : Çelik-Çelik		
Yapıştırma uzunluğu l_{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	1920	9.6
20	2200	5.5
30	3130	5.21
40	3200	4.0
50	3530	3.53

Deney no: 13		Ortam sıcaklığı : 16°C
Kullanılan yapıştırıcı : Çeko Bond		
Yapıştırılan malzeme : Çelik-Çelik		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	2310	11.55
20	2700	6.75
30	3200	5.33
40	3800	4.75
50	4950	4.95

Deney no : 14		Ortam sıcaklığı : 16°C
Kullanılan yapıştırıcı : Çeko Bond		
Yapıştırılan malzeme : Çelik-Çelik		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	1220	6.1
20	1630	4.07
30	2360	3.93
40	2510	3.13
50	2620	2.6

Deney no: 15		Ortam sıcaklığı : 16°C
Kullanılan yapıştırıcı : Çeko Bond		
Yapıştırılan malzeme : Çelik-Çelik		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	1600	8.0
20	2400	6.0
30	2910	4.83
40	3300	4.12
50	3920	3.92

Deney no : 16		Ortam sıcaklığı : 17°C
Kullanılan yapıştırıcı : Çeko Bond		
Yapıştırılan malzeme : Aliminyum-Aliminyum		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	3020	15.1
20	2400	6.0
30	3120	5.2
40	3240	4.05
50	3360	3.36

Deney no: 17		Ortam sıcaklığı : 17°C
Kullanılan yapıştırıcı : Çeko Bond		
Yapıştırılan malzeme : Aliminyum-Aliminyum		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	1620	8.1
20	2200	5.5
30	2800	4.66
40	3100	3.87
50	3510	3.51

Deney no : 18		Ortam sıcaklığı : 16°C
Kullanılan yapıştırıcı : Çeko Bond		
Yapıştırılan malzeme : Aliminyum-Aliminyum		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	1920	9.6
20	2400	6.0
30	3580	5.96
40	3420	4.27
50	5400	5.4

Deney no: 19		Ortam sıcaklığı : 15°C	
Kullanılan yapıştırıcı :		Çeko Bond	
Yapıştırılan malzeme :		Aliminyum-Aliminyum	
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)	
10	1160	5.8	
20	2000	5.0	
30	2310	3.85	
40	3510	4.38	
50	4200	4.2	

Deney no : 20		Ortam sıcaklığı : 15°C	
Kullanılan yapıştırıcı :		Çeko Bond	
Yapıştırılan malzeme :		Aliminyum-Aliminyum	
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)	
10	1440	7.2	
20	2030	5.07	
30	2710	4.51	
40	3200	4.0	
50	4300	4.3	

Deney no: 21		Ortam sıcaklığı : 15°C
Kullanılan yapıştırıcı : Altecco 110		
Yapıştırılan malzeme : Çelik-Çelik		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	1920	9.6
20	2440	6.1
30	2510	4.18
40	3580	4.47
50	4450	4.45

Deney no : 22		Ortam sıcaklığı : 15°C
Kullanılan yapıştırıcı : Altecco 110		
Yapıştırılan malzeme : Çelik-Çelik		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	3600	18
20	3980	9.95
30	4670	7.78
40	6420	8.02
50	7900	7.9

Deney no: 23		Ortam sıcaklığı : 15°C
Kullanılan yapıştırıcı : Altecco 110		
Yapıştırılan malzeme : Çelik-Çelik		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	1450	7.25
20	2400	6.0
30	2640	4.4
40	2810	3.51
50	3400	3.4

Deney no : 24		Ortam sıcaklığı : 16°C
Kullanılan yapıştırıcı : Altecco 110		
Yapıştırılan malzeme : Çelik-Çelik		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	1850	9.25
20	2530	6.32
30	2750	4.58
40	2900	3.62
50	3610	3.6

Deney no: 25		Ortam sıcaklığı : 15°C
Kullanılan yapıştırıcı : Altecco 110		
Yapıştırılan malzeme : Çelik-Çelik		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	2680	13.4
20	3880	9.7
30	5600	9.33
40	6420	8.02
50	9100	9.1

Deney no : 26		Ortam sıcaklığı : 14°C
Kullanılan yapıştırıcı : Altecco 110		
Yapıştırılan malzeme : Aliminyum-Aliminyum		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	3020	15.1
20	3120	7.8
30	3300	5.5
40	3360	4.2
50	3810	3.8

Deney no: 27		Ortam sıcaklığı : 14°C
Kullanılan yapıştırıcı : Altecco 110		
Yapıştırılan malzeme : Aliminyum-Aliminyum		
Yapıştırma uzunluğu l _j (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	1480	7.4
20	2440	6.1
30	3580	5.96
40	3920	4.9
50	4300	4.3

Deney no : 28		Ortam sıcaklığı : 15°C
Kullanılan yapıştırıcı : Altecco 110		
Yapıştırılan malzeme : Aliminyum-Aliminyum		
Yapıştırma uzunluğu l _j (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	2750	13.75
20	3000	7.5
30	3600	6.0
40	4200	5.25
50	4600	4.6

Deney no: 29		Ortam sıcaklığı : 15°C
Kullanılan yapıştırıcı : Altecco 110		
Yapıştırılan malzeme : Aliminyum-Aliminyum		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	1970	9.85
20	2430	6.07
30	3500	5.83
40	4170	5.21
50	4800	4.8

Deney no : 30		Ortam sıcaklığı : 14°C
Kullanılan yapıştırıcı : Altecco 110		
Yapıştırılan malzeme : Aliminyum-Aliminyum		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	2100	10.5
20	2610	6.5
30	3440	5.7
40	4230	5.28
50	4920	4.92

Deney no: 31		Ortam sıcaklığı : 14°C
Kullanılan yapıştırıcı : Loctite Super Glue 3		
Yapıştırılan malzeme : Çelik-Çelik		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	1640	8.4
20	3180	7.95
30	3880	6.46
40	4700	5.82
50	5100	5.1

Deney no : 32		Ortam sıcaklığı : 14°C
Kullanılan yapıştırıcı : Loctite super Glue 3		
Yapıştırılan malzeme : Çelik-Çelik		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	1680	8.4
20	3240	8.1
30	4640	7.73
40	5200	6.5
50	6000	6.0

Deney no: 33		Ortam sıcaklığı : 15°C	
Kullanılan yapıştırıcı :		Loctite Super Glue 3	
Yapıştırılan malzeme :		Çelik-Çelik	
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)	
10	1880	9.4	
20	2460	6.15	
30	2880	4.8	
40	4020	5.02	
50	5810	5.81	

Deney no : 34		Ortam sıcaklığı : 15°C	
Kullanılan yapıştırıcı :		Loctite Super Glue 3	
Yapıştırılan malzeme :		Çelik-Çelik	
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)	
10	1850	9.25	
20	3100	7.75	
30	3500	5.83	
40	4000	5.0	
50	5100	5.1	

Deney no: 35		Ortam sıcaklığı : 15°C
Kullanılan yapıştırıcı : Loctite Super Glue 3		
Yapıştırılan malzeme : Çelik-Çelik		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	1680	8.4
20	2880	7.2
30	4600	7.66
40	4420	6.77
50	6140	6.14

Deney no : 36		Ortam sıcaklığı : 14°C
Kullanılan yapıştırıcı : Loctite Super Glue 3		
Yapıştırılan malzeme : Aliminyum-Aliminyum		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	1740	8.7
20	2130	5.32
30	2830	4.7
40	3500	4.37
50	4100	4.1

Deney no:37		Ortam sıcaklığı : 14°C
Kullanılan yapıştırıcı : Loctite Super Glue 3		
Yapıştırılan malzeme : Aliminyum-Aliminyum		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	1880	9.4
20	2440	6.1
30	2750	4.58
40	3400	4.25
50	3950	3.9

Deney no : 38		Ortam sıcaklığı : 14°C
Kullanılan yapıştırıcı : Loctite Super Glue 3		
Yapıştırılan malzeme : Aliminyum-Aliminyum		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	2410	12.05
20	3050	7.62
30	3300	5.5
40	3940	4.92
50	4710	4.7

Deney no: 39		Ortam sıcaklığı : 14°C
Kullanılan yapıştırıcı : Loctite Super Glue 3		
Yapıştırılan malzeme : Aliminyum-Aliminyum		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	1800	9.0
20	2400	6.0
30	3360	5.6
40	4140	5.17
50	4820	4.8

Deney no : 40		Ortam sıcaklığı : 14°C
Kullanılan yapıştırıcı : Loctite Super Glue 3		
Yapıştırılan malzeme : Aliminyum-Aliminyum		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	1640	8.2
20	3180	7.95
30	3870	6.45
40	4700	5.86
50	5100	5.1

Deney no: 41		Ortam sıcaklığı : 14°C	
Kullanılan yapıştırıcı : 404 Plastik Metalik Çelik			
Yapıştırılan malzeme : Aliminyum - Aliminyum			
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)	
10	2400	12	
20	3080	7.7	
30	3400	5.66	
40	4300	5.37	
50	5300	5.3	

Deney no : 42		Ortam sıcaklığı : 14°C	
Kullanılan yapıştırıcı : 404			
Yapıştırılan malzeme : Aliminyum - Aliminyum			
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)	
10	1800	9	
20	2900	7.25	
30	3510	5.85	
40	4350	5.43	
50	5290	5.2	

Deney no: 43		Ortam sıcaklığı : 14°C
Kullanılan yapıştırıcı : 404 Plastik Metalik Çelik		
Yapıştırılan malzeme : Alüminyum - Alüminyum		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	1900	9.5
20	3000	7.5
30	3480	5.8
40	4400	5.5
50	5350	5.3

Deney no : 44		Ortam sıcaklığı : 14°C
Kullanılan yapıştırıcı : 404		
Yapıştırılan malzeme : Alüminyum - Alüminyum		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	2100	10.5
20	3150	7.87
30	3550	5.91
40	4380	5.47
50	5650	5.6

Deney no: 45		Ortam sıcaklığı : 14°C
Kullanılan yapıştırıcı : 404 Plastik Metalik Çelik		
Yapıştırılan malzeme : Alüminyum - Alüminyum		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	2050	10.25
20	3040	7.6
30	3470	5.78
40	4450	5.56
50	5810	5.8

Deney no : 46		Ortam sıcaklığı : 14°C
Kullanılan yapıştırıcı : 404		
Yapıştırılan malzeme : Çelik - Çelik		
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	2910	14
20	4200	10.5
30	4500	7.5
40	5000	6.25
50	6700	6.7

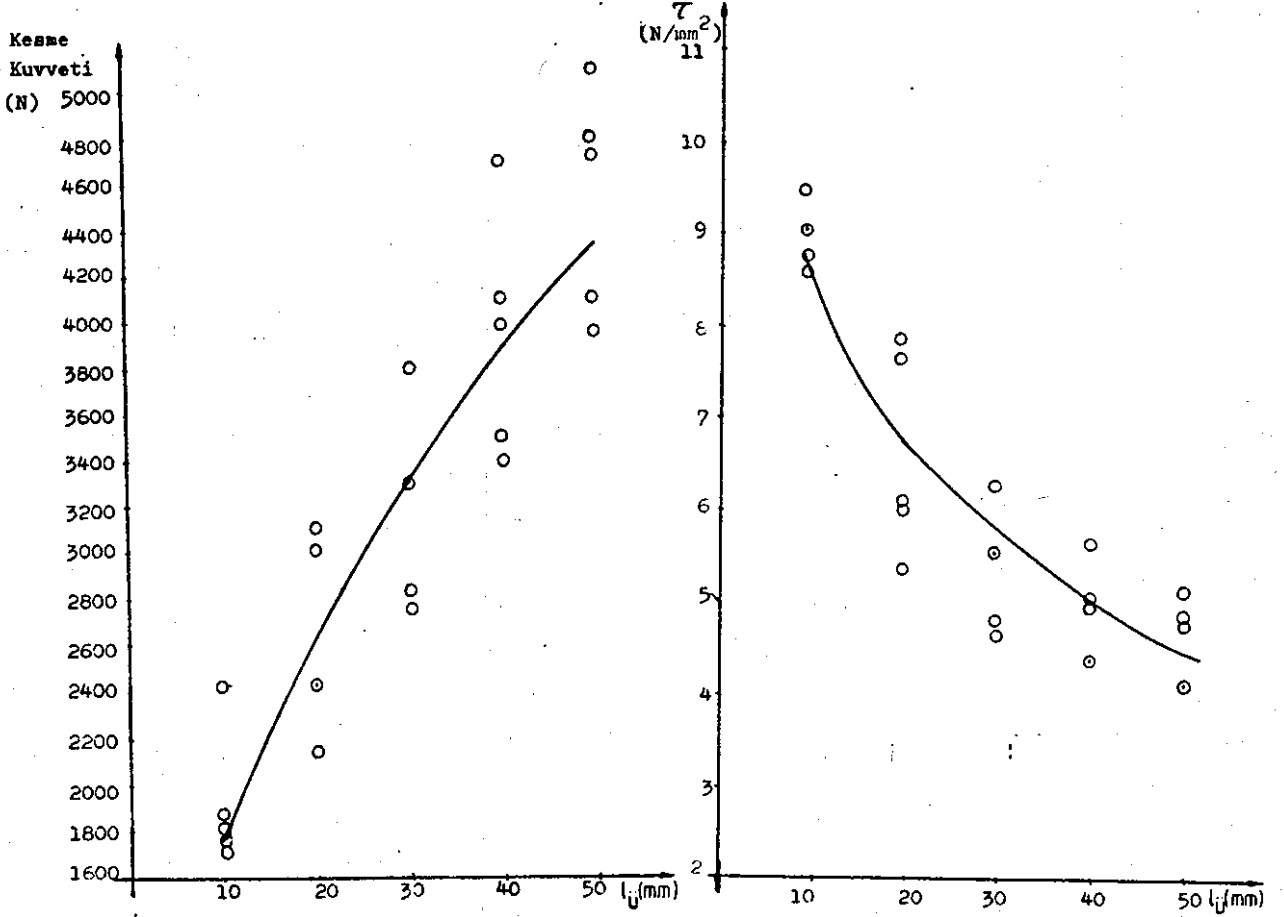
Deney no: 47		Ortam sıcaklığı : 14°C
Kullanılan yapıştırıcı : 404 Plastik Metalik Çelik		
Yapıştırılan malzeme : Çelik - Çelik		
Yapıştırma uzunluğu l_{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	1900	9.5
20	3600	9
30	5440	9.06
40	8950	11.1
50	6450	6.45

Deney no : 48		Ortam sıcaklığı : 14°C
Kullanılan yapıştırıcı : 404		
Yapıştırılan malzeme : Çelik - Çelik		
Yapıştırma uzunluğu l_{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)
10	2000	10
20	3650	9.1
30	5380	8.96
40	5620	9.3
50	6620	6.65

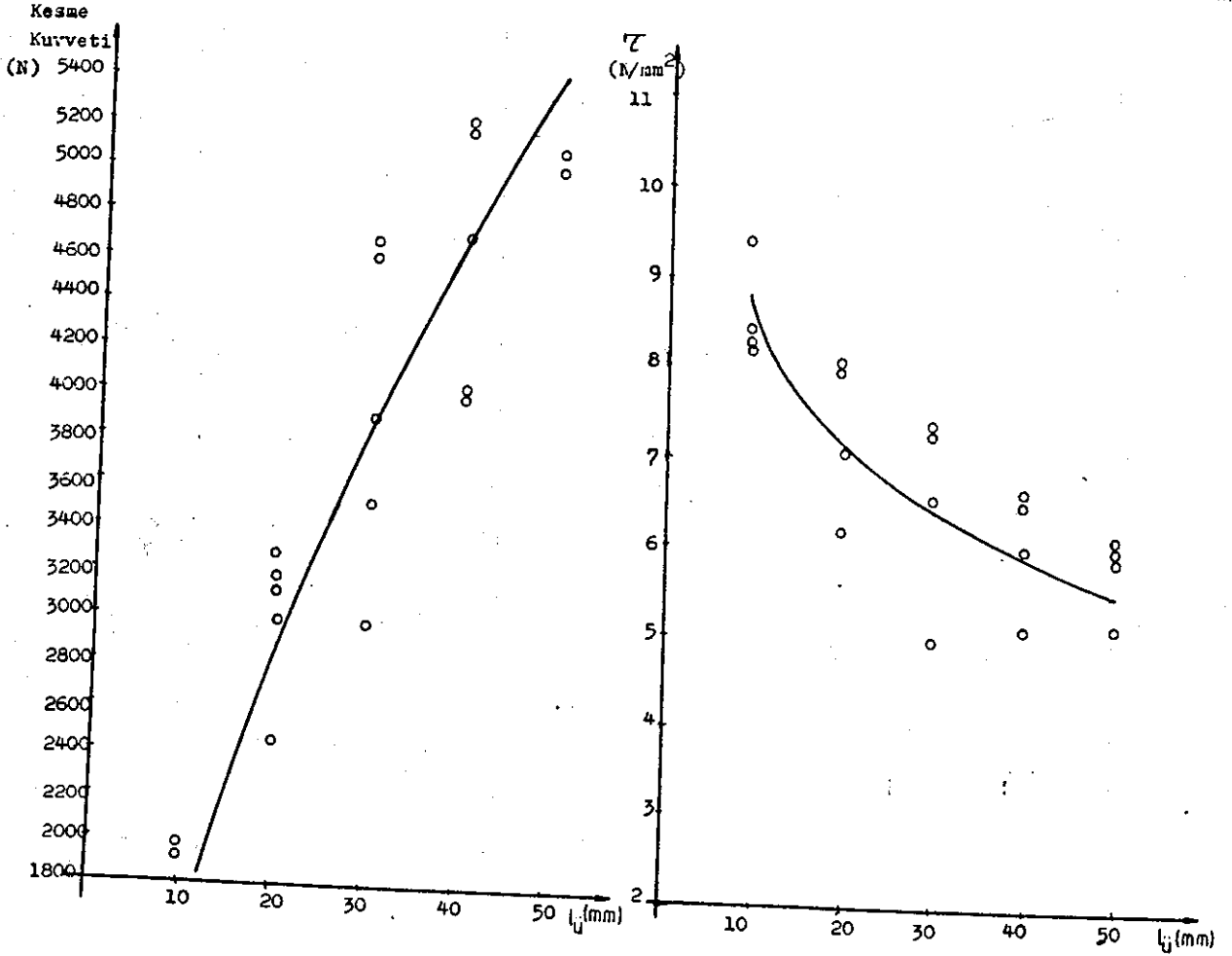
Deney no: 49		Ortam sıcaklığı : 15°C	
Kullanılan yapıştırıcı : 404 Plastik Metalik Çelik			
Yapıştırılan malzeme : Çelik-Çelik			
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)	
10	1950	9.75	
20	3550	8.87	
30	5400	9.0	
40	5590	6.98	
50	6500	6.5	

Deney no : 50		Ortam sıcaklığı : 14°C	
Kullanılan yapıştırıcı : 404 Plastik Metalik Çelik			
Yapıştırılan malzeme : Çelik-Çelik			
Yapıştırma uzunluğu l _{ij} (mm)	Kesme kuvveti (N)	Kesme dayanımı (N/mm ²)	
10	2510	12.55	
20	3630	9.07	
30	5450	9.08	
40	5600	7.0	
50	6800	6.8	

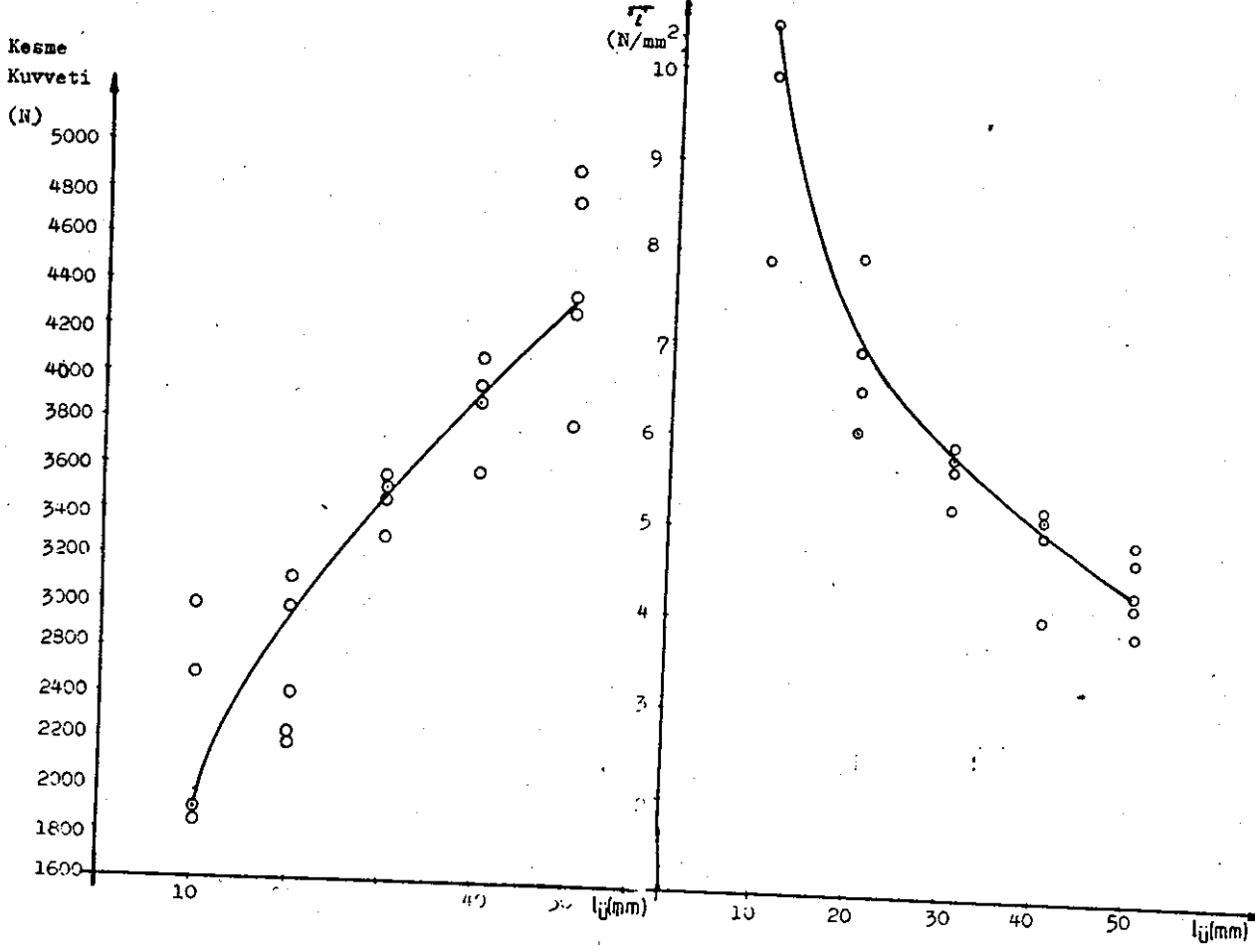
7.7. GRAFIKLER.



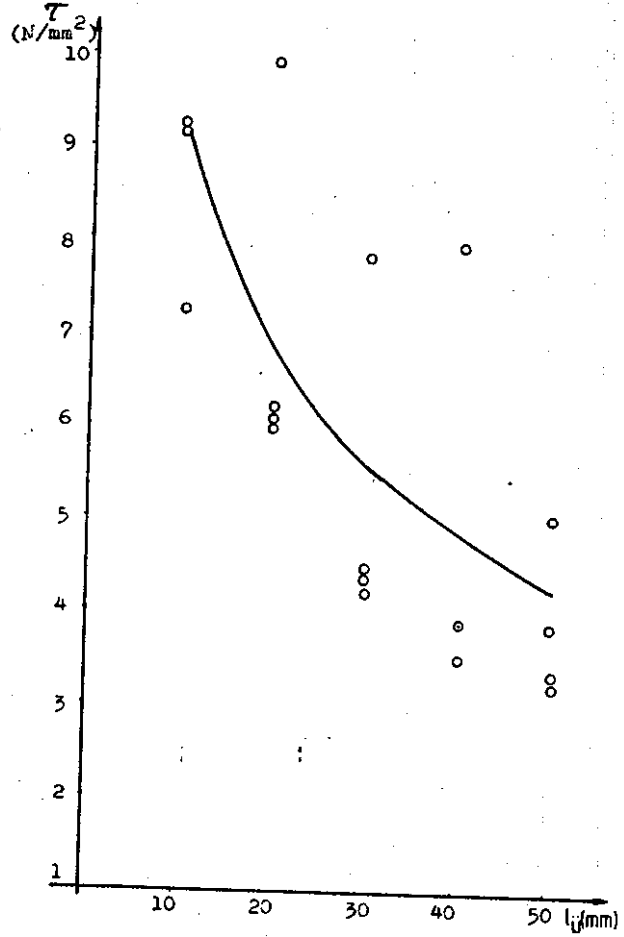
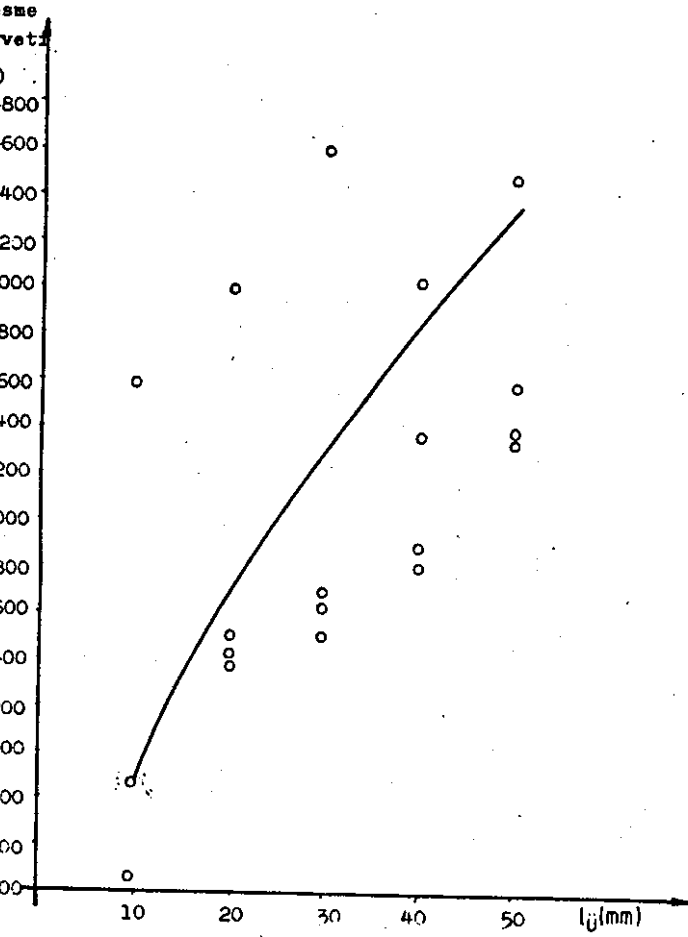
Grafik.1 : Loctite super glue 3 ile Al-Al malzemenin üst üste bindirilerek yapıştırılması.



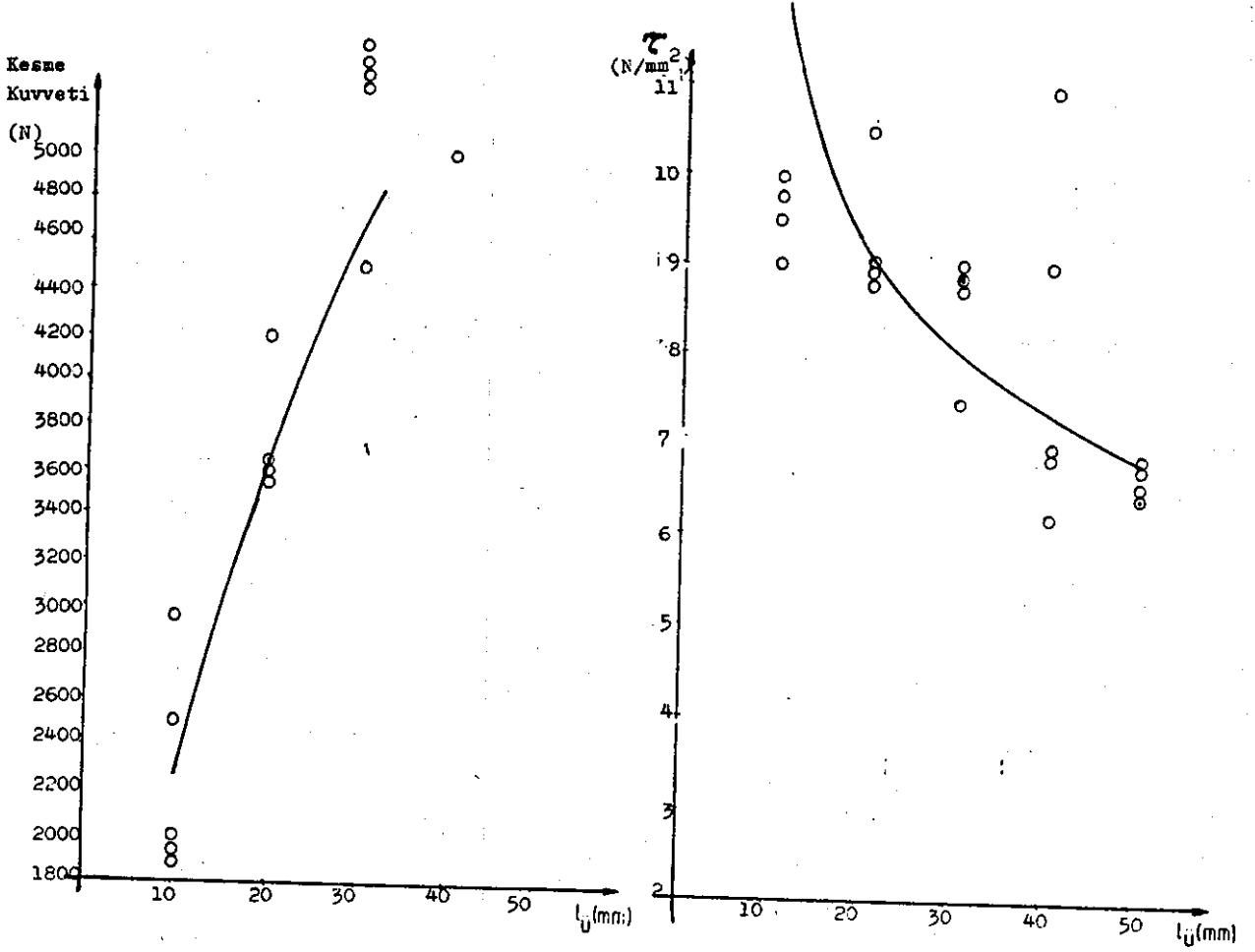
Grafik.2:Loctite super glue 3 ile elik-elik malzemenin st üste bindirilerek yapıştırılması.



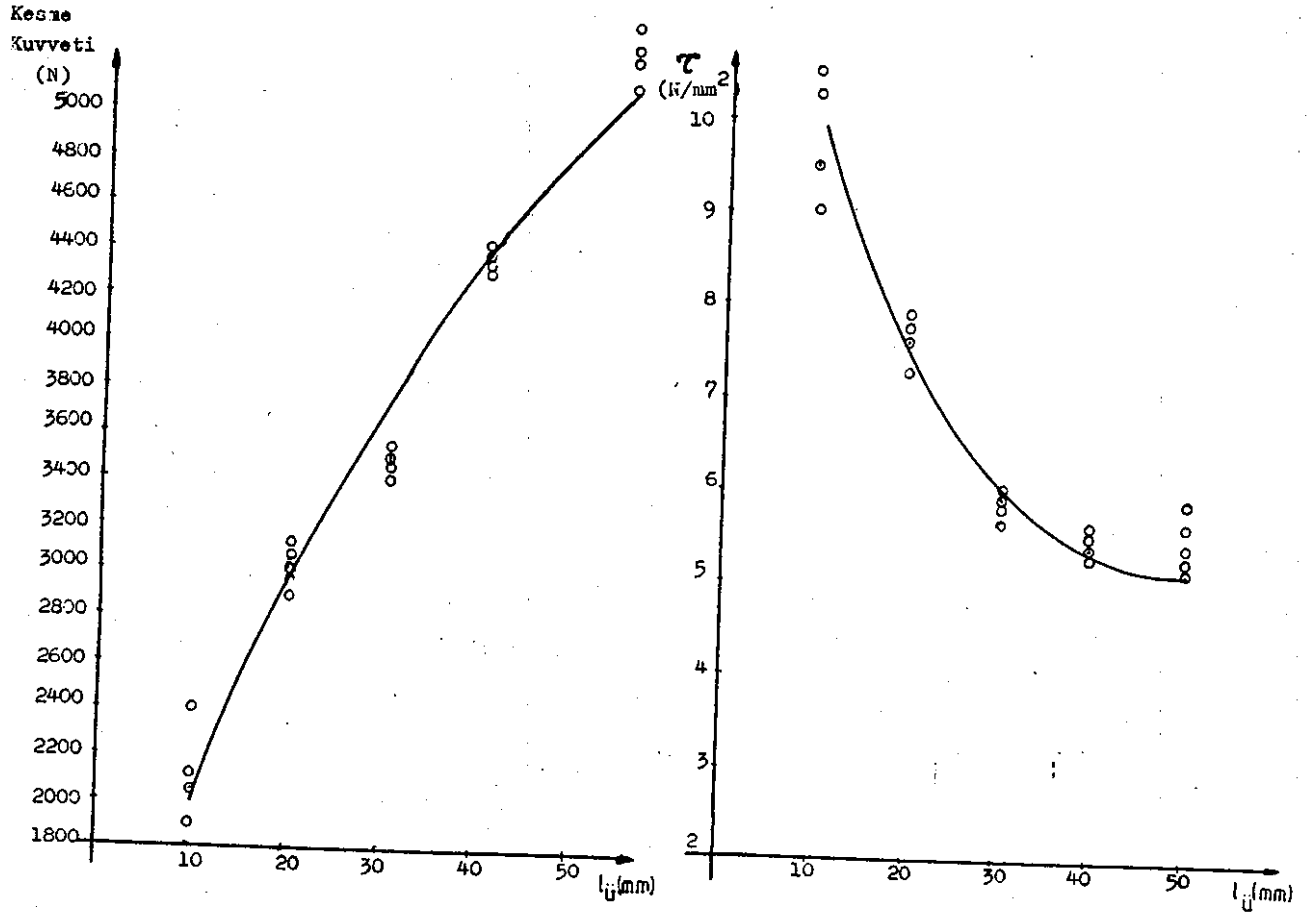
Grafik.3:Altecco 110 ile Al-Al malzemenin üst üste bindirilerek yapıştırılması.



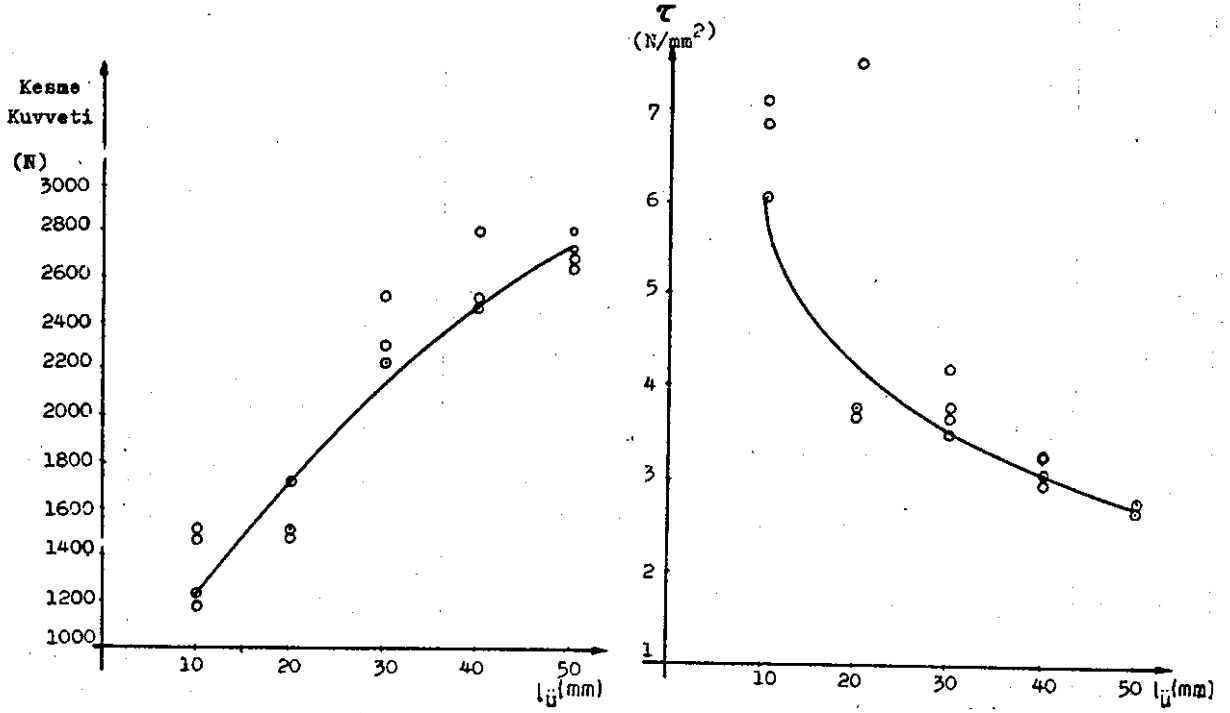
Grafik.4: Altecco 110 ile çelik-çelik malzemenin üste bindirilerek yapıştırılması.



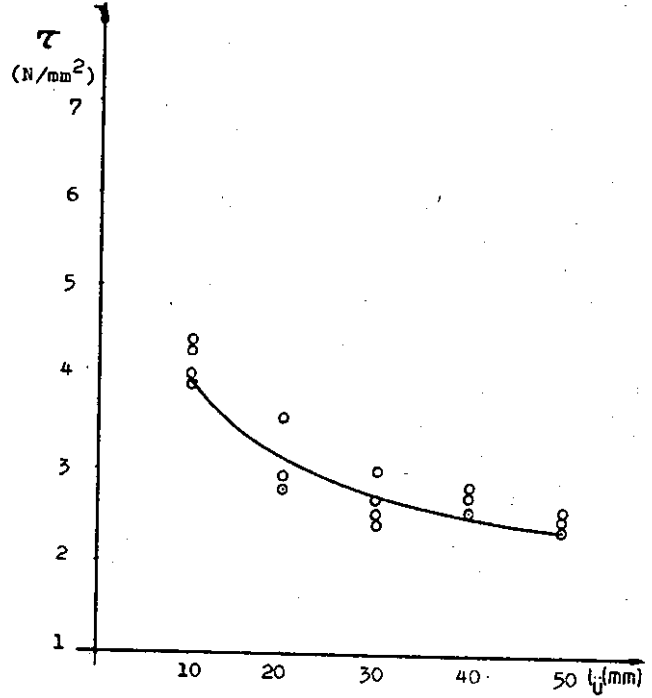
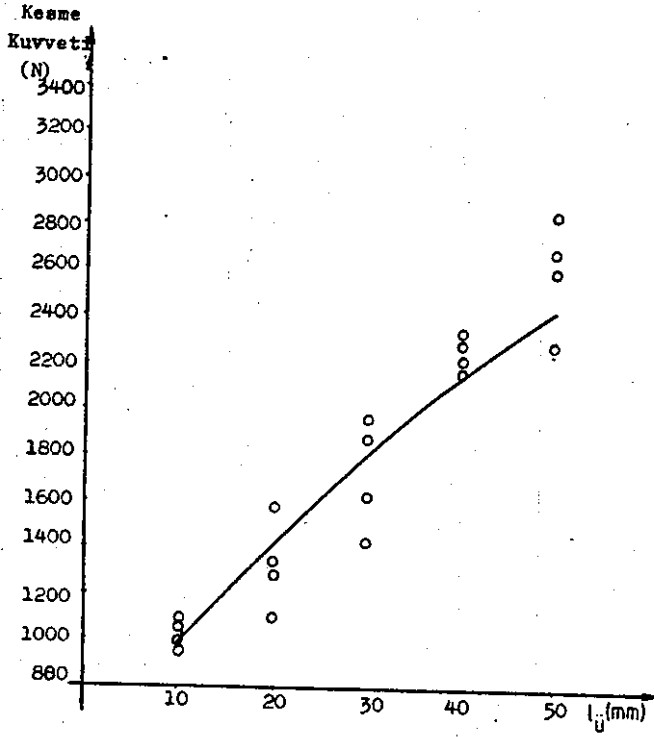
Grafik.5: 404 Metalik plastik çelik ile çelik-çelik malzemenin üst üste bindirilerek yapıştırılması.



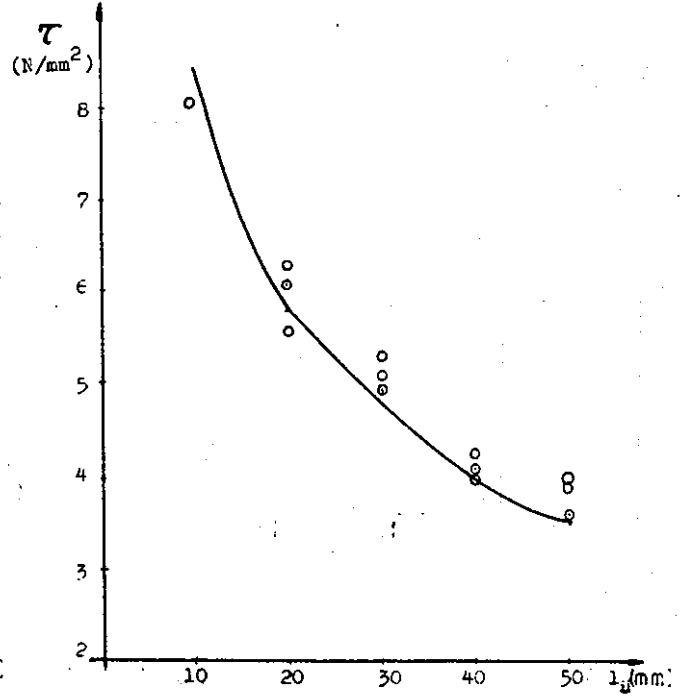
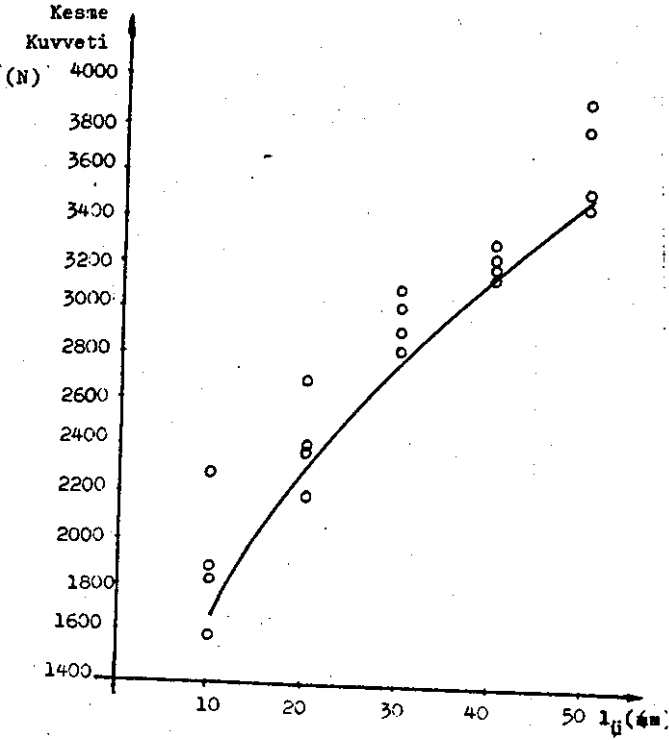
Grafik.6: Metalik plastik çelik 404 ile Al-Al malzemenin üst üste bindirilerek yapıştırılması.



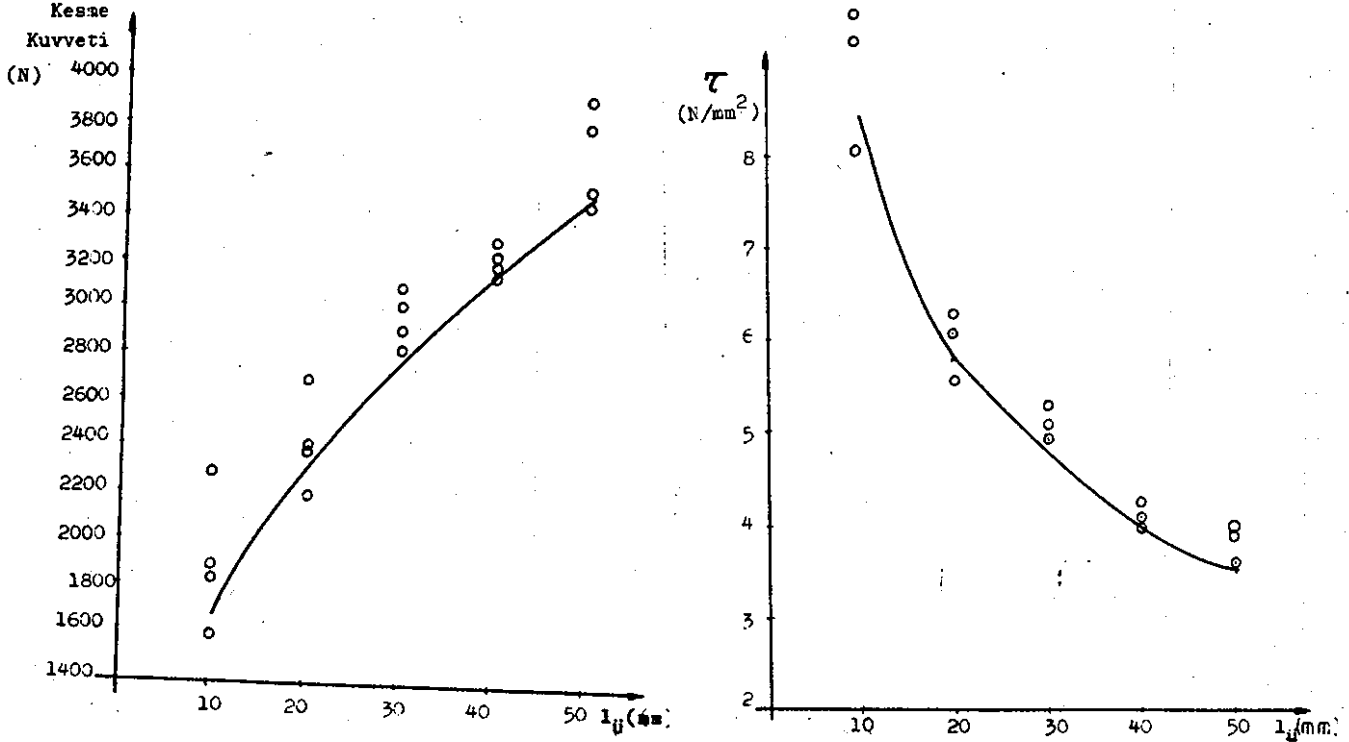
Grafik 7 :Çeko rapid ile çelik-çelik malzemenin üst üste bindirilerek yapıştırılması.



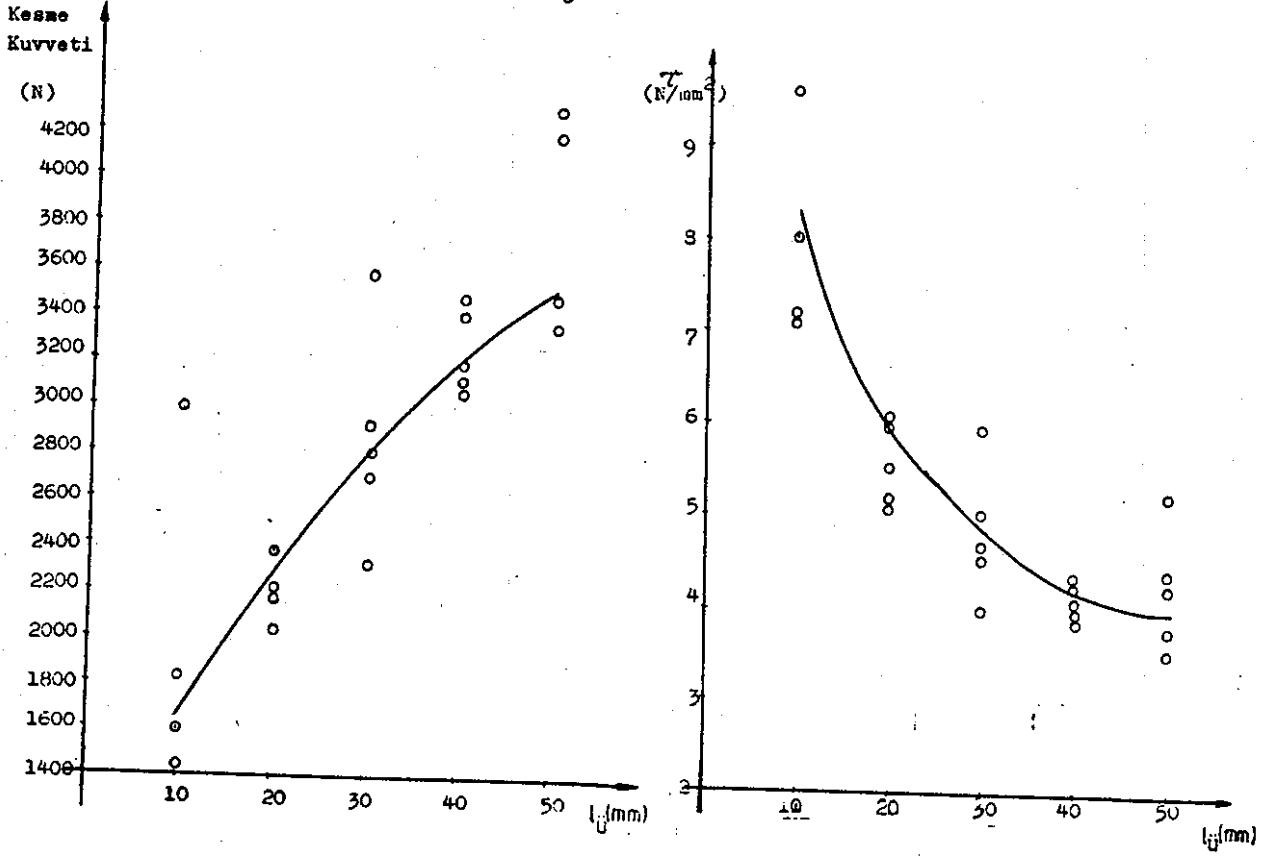
Grafik.8: Çeko rapid ile Al-Al malzemenin üst üste bindirilerek yapıştırılması.



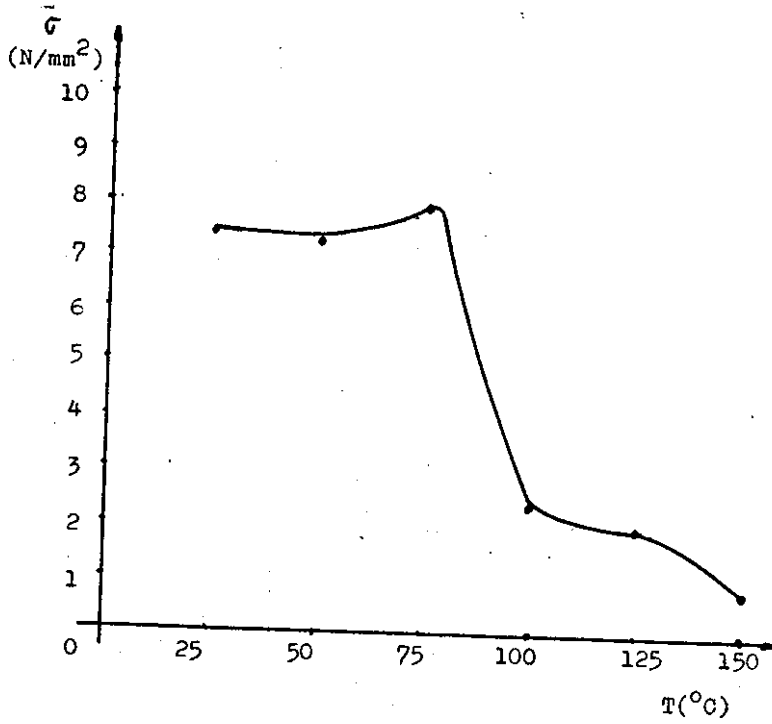
Grafik9 :Çeko bond ile çelik-çelik malzemenin üst üste bindirilerek yapıştırılması.



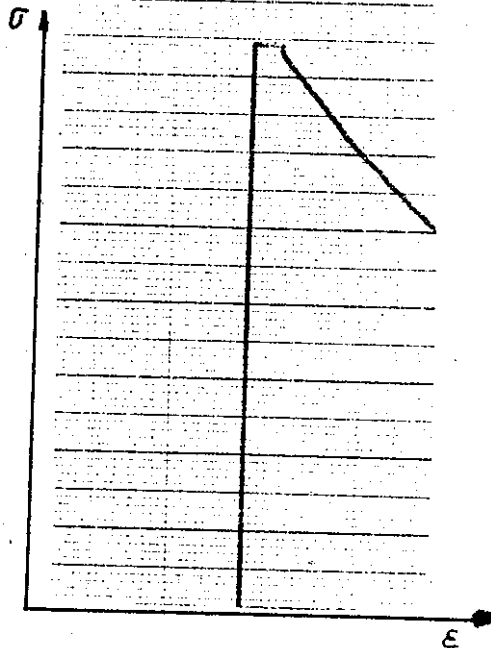
Grafik 9 : Çeko bond ile çelik-çelik malzemenin üst üste bindirilerek yapıştırılması.



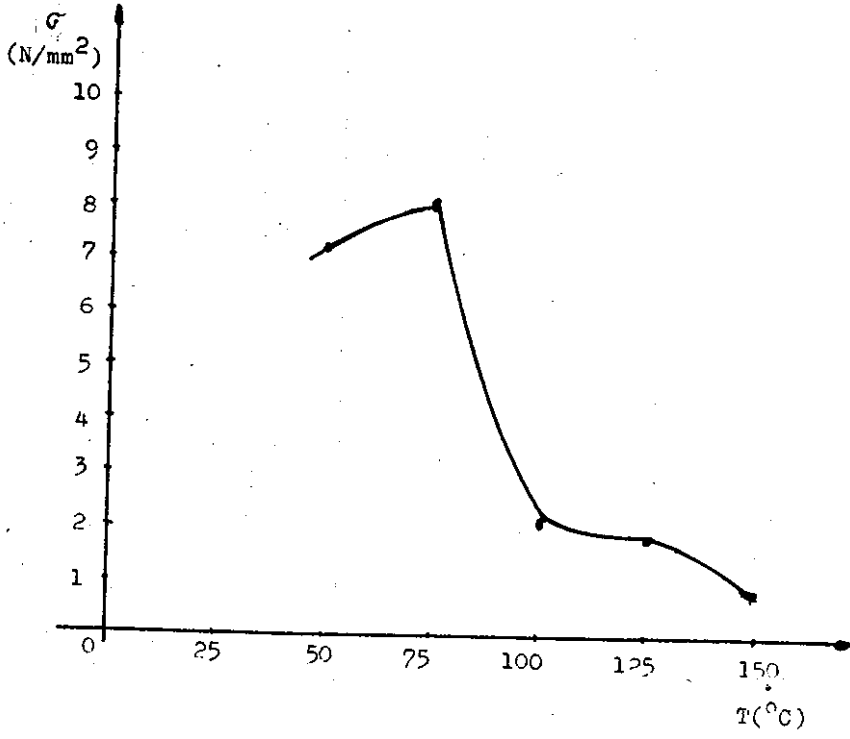
Grafik 10: Çeko bond ile Al-Al malzemenin üst üste bindirilerek yapıştırılması.



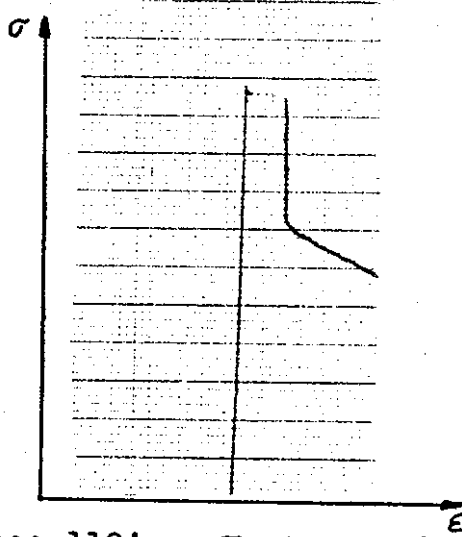
Grafik.11:Loctite super glue 3'ün çekme gerilmesini sıcaklıkla değişimi.



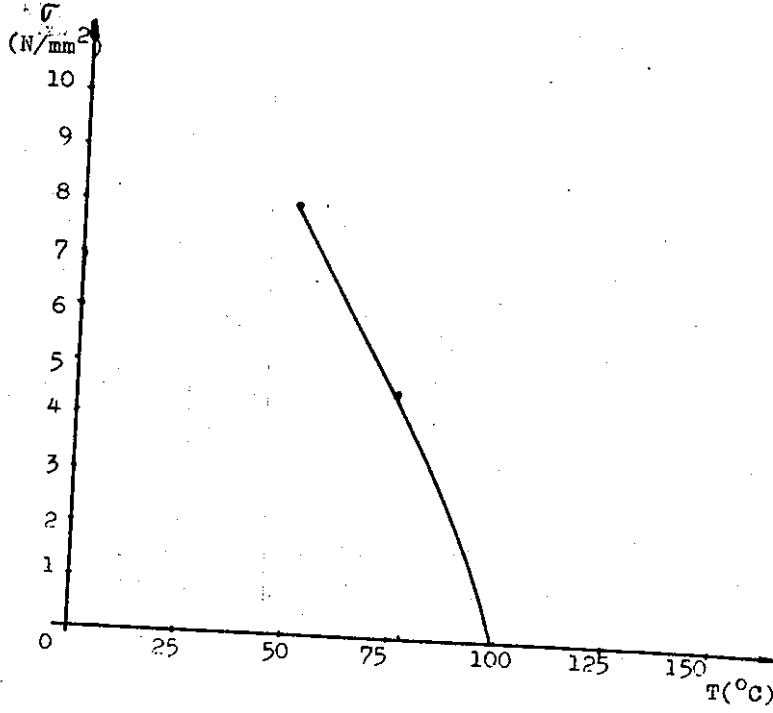
Grafik.12:Loctite super glue 3'ün $\sigma - \epsilon$ diyagramı



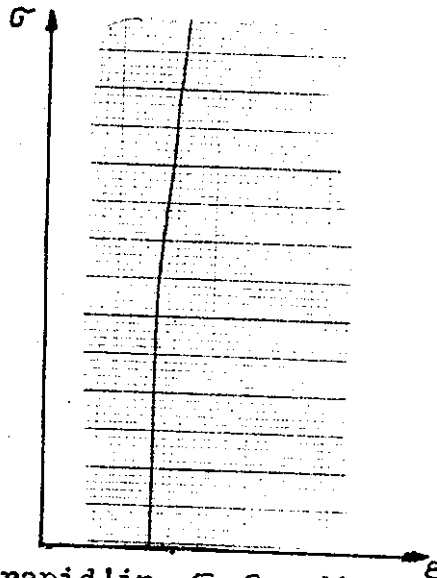
Grafik.13.:Altecco 110'un çekme gerilmesinin sıcaklıkla değişimi.



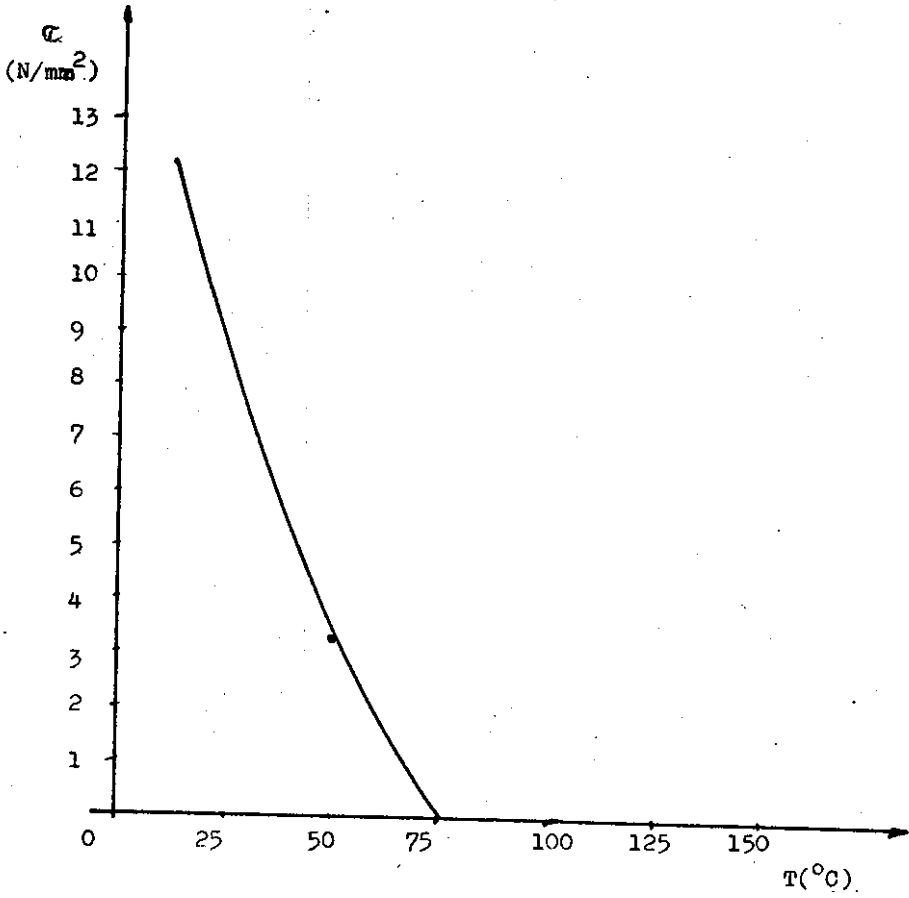
Grafik.14:Altecco 110'un σ - ϵ diyagramı



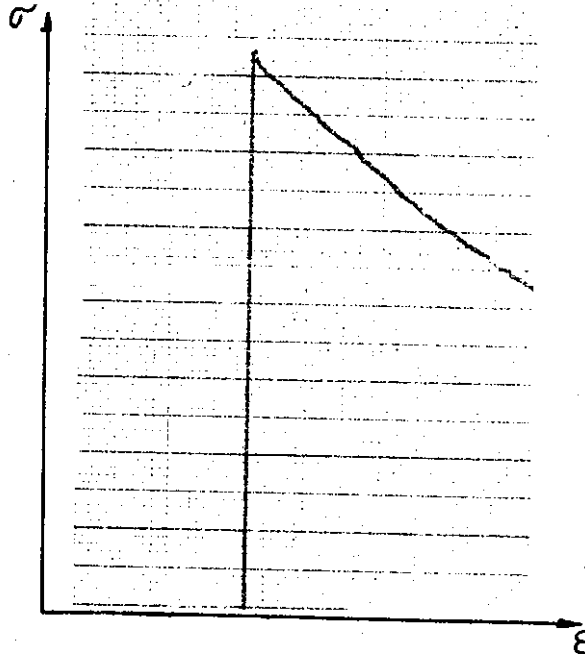
Grafik.15:Çeko rapid'in çekme gerilmesinin sıcaklıkla değişimi



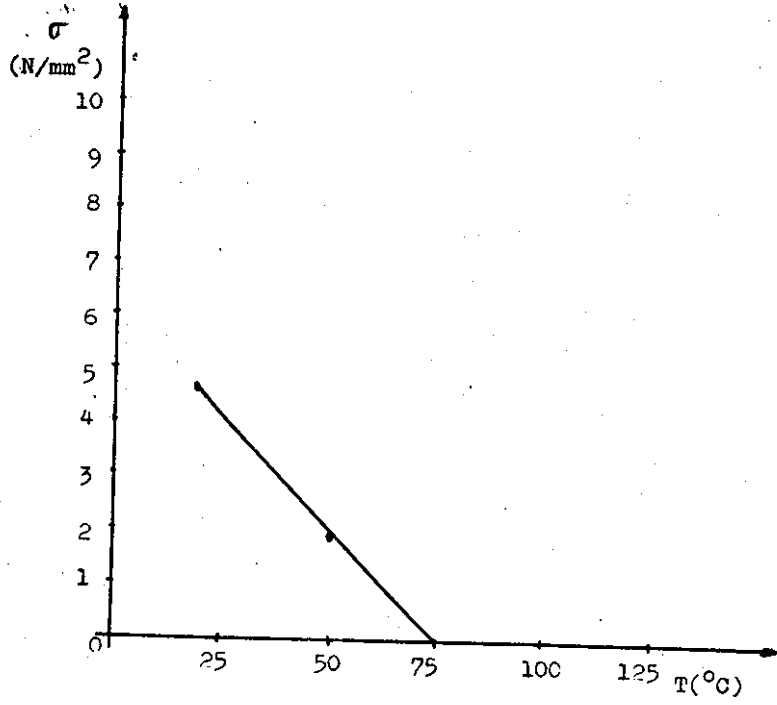
Grafik.16:Çeko rapid'in σ - ϵ diyagramı.



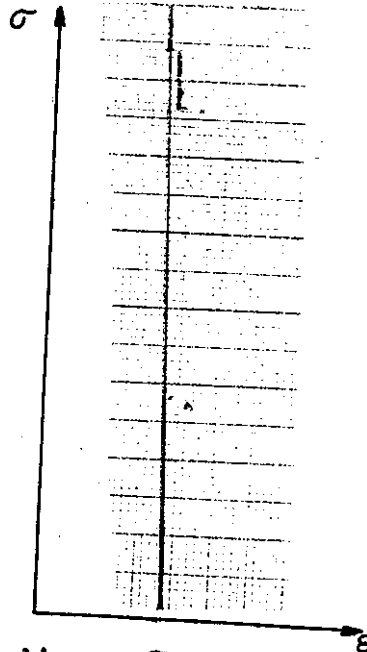
Grafik.17:404 Metalik plastik çelik'in çekme gerilmesinin sıcaklıkla değişimi



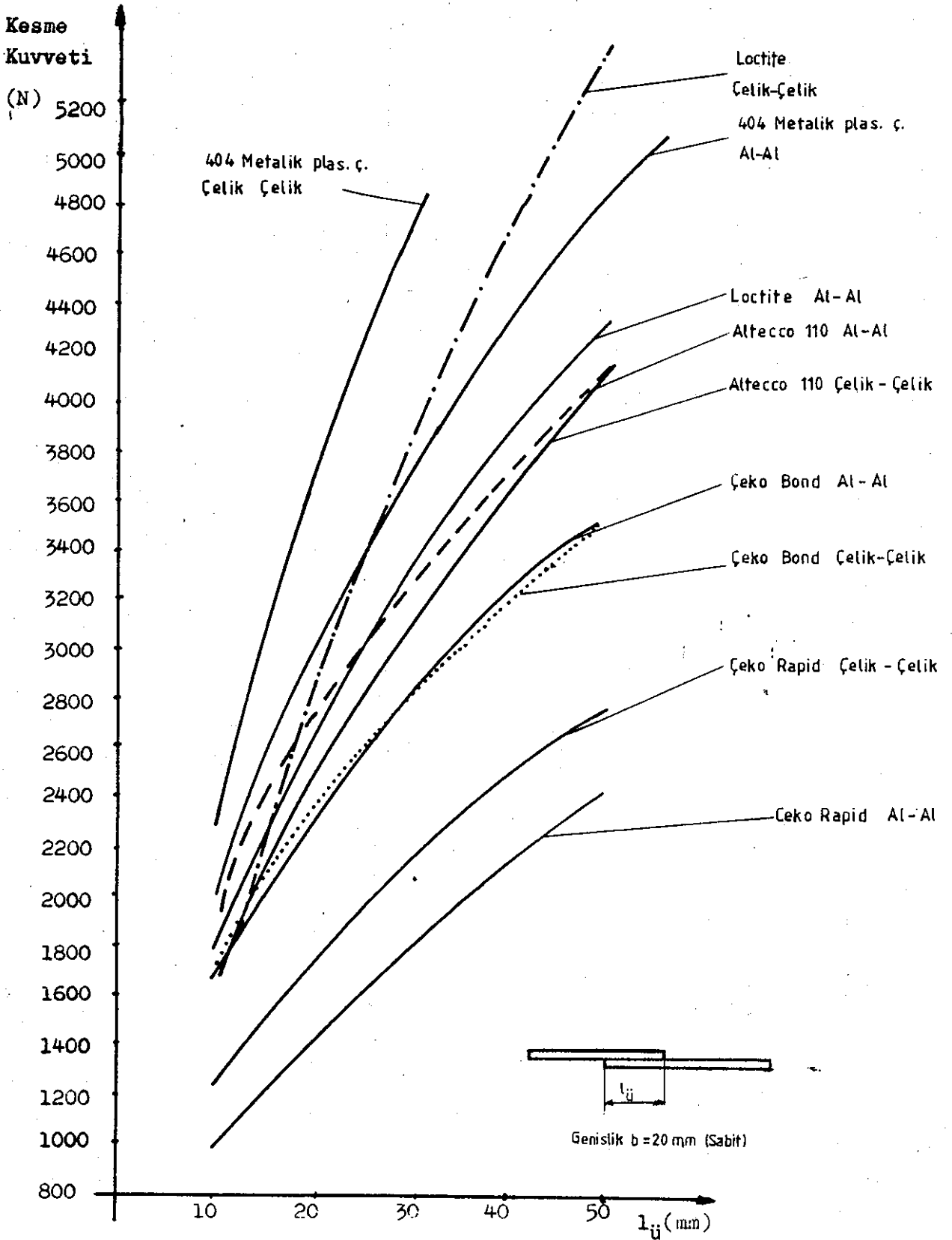
Grafik.18:404 Metalik plastik çelik'in $\sigma - \epsilon$ diyagramı.



Grafik.19:Çeko bond'un çekme gerilmesinin sıcaklıkla değişimi



Grafik.20:Çeko bond'un σ - ϵ diyagramı.



Grafik.21: Yapıştırıcıların mukavemet değerinin karşılaştırılması.

8. İRDELEME :

Bu çalışmada değişik yapıştırma boylarında üst üste bağlanan parçaların kesme kuvveti bulunmuştur. Daha sonra

$C = \frac{F}{A}$ denkleminde yararlanılarak kesme gerilmesi

hesaplanmıştır. Deneysel olarak bulunan değerlere en-küçük kareler yöntemi ile $Y = A \cdot X^B$ denklemi uyarlanmıştır. Bu denklemden bulunan eğri denklemi ile grafikler çizilmiştir.

En küçük kareler yöntemi şu şekilde uyarlanmıştır.

```
C***** EN KÜÇÜK KARELER YÖNTEMİ*****  
C***** Y=A*X**B DENKLEMİNİ UYARLAR *****  
C  
TJPX=0  
TJPY=0  
TJPKX=0  
TJPGY=0  
DO 1 I=1,20  
READ*,X,Y  
PRINT*,X,Y  
TJPX=TJPX+ALOG(X)  
TJPY=TJPY+ALOG(Y)  
TJPKX=TJPKX+ALOG(X)**2  
TJPGY=TJPGY+ALOG(X)*ALOG(Y)  
1 CONTINUE  
A=TJPX**2  
B=TJPY*TJPX  
C=20*TJPKX  
D=20*TJPGY  
C2=C/A  
A=D/B  
C2=A/C2  
C1=(TJPY-TJPKX*C2)/20  
WRITE*, 'C1=',C1, 'C2=',C2  
A1=EXP(C1)  
B1=C2  
WRITE*,A1,B1  
STOP  
END
```

Çizilen grafiklerden kesme kuvvetinin yapıştırma boyu arttıkça arttığı gözlenmiştir. Fakat kesme gerilmesi yapıştırma boyu arttıkça düşmektedir. Bunun nedeni kesme kuvvetinin artması ile alanın artmasının oranının azalmasıdır. Yani $\sigma = F / l_0 \times b$ denkleminde b sabit kalırken F ve l_0 artmaktadır. l_0 'ün artma oranı F'nin artma oranından fazla olduğundan kesme gerilmesinde düşme görülmektedir.

Yapıştırıcılar katılaştıktan sonra çok gevrek olmaktadır. Hiç bir akma ve uzama göstermeden kopmaktadırlar.

Yapıştırıcıların sıcaklıkla kesme gerilmesinin değişimi yapıştırıcıların özelliklerine göre değişik durum göstermektedirler. Bu durumların nedeni yapıştırıcıların içine konan katkı maddeleridir.

9.SONUÇ :

Yardımcı bir bağlama şekli olarak kabul edilen yapıştırıcılarla bağlantı yapılırken şu durumlara dikkat edilmelidir.

- 1.Yapıştırılacak yüzeylerin iyice temizlenmesi
- 2.Yapıştırılacak malzemelerin özelliklerine göre yapıştırıcı seçilmelidir.
- 3.Yapıştırıcı eğer iki bileşenli ise karışım oranı iyi ayarlanmalı ve iyice karıştırılmalıdır.
- 4.Yüzeylere düzgünce sürülmeli
- 5.Yüzeyler mümkünse sıkıştırılmalı ve ısıtılmalıdır.

KAYNAKÇA :

1. Merkblatt 382, Das kleben von stahl, Beratungsstelle für stahlverwendung, 1. Aufl., Düsseldorf, 1965
2. Gediktaş, M., Bağlama elemanları, sayfa 101-119, İTÜ matbaası İstanbul, 1976
3. G.C. Knollman, J.L. Bellin ve J.J. Hartog, Methodology for Macrosonic Debonding of Adhesive Joints, Material evaluation 40, kısım 1982
4. Rose, J.L., ve Meyer, P.A., "Ultrasonic Procedures for Predicting Adhesive Bond Strength," Materials Evaluation 31 (1973):109
5. Meyer, P.A., ve Rose, J.L., "Modelling Concepts for studying Ultrasonik Wave İnteaction with Adhesive Bonds," J. Adhesion 8 (1976):107
6. Meyer, P.A., ve Rose, J.L., "Ultrasonic Determination of Bond strenght Due to surface Preparation Variations in an Aliminum to-Aliminum Adhesive Bond System" J. Adhesion 8 (1976):145
7. Rozenberg, L.D., Source of High-Intensity Ultrasound, vols. 1 ve 2., New York: Plenum Press 1969
8. Rozenberg, L.D., High Intensity Ultrasonik Fields, New York Plenum Press 1971
9. Ensminger, D., Ultrasonik-High and Low instensity Applications, Chaps. 11 ve 12 New York: Marcel Dekker, 1973.

10. Mason, W.P., "Internal Friction and Fatigue in Metals at Large Strain Amplitudes," J. Acoust. Soc. Am. 28 (1956) 1207
11. Mason, W.P., ve MacDonald, D.E., "The Use of High Power Ultrasonic (Macrosonik) in studying Fatigue in Metals" J. Acoust. Soc. Am. 51 (1972):1.
12. Mason, W.P., Physical Acoustik and the properties of solids, Chap. 6 Princeton: D. Van Nostrand, 1958
13. Heuter, T.F., ve Bolt, R.H., Sonics. (a) 52, (b) 267, (c) 241, (d) Chap. 4. New York: Wiley 1955
14. Woollett, R.S., "Power limitations of Sonic Transducers" IEEE Trans. Sonics and Ultrasonics SU-15 (1968):218
15. Crawford, A.E., "High Power Sonar Transducers," Ultrasonics 5 (1967):150.
16. Ranz-Guera, C. ve Ruiz, Aguirre, R.D., "Composite Sandwich Transducers with Quarter Wavelength Radiating Layers" J. Acoust. Soc. Am. 58 (1975):494
17. Minchenko, H., "High-Power Piezoelectric Transducer Desing" IEEE Trans. Sonics and Ultrasonic SU-16 (1969):126
18. Maropis, N., "Desing of High-Power Ceramic Transducer Assemblies," IEEE Trans. Sonics and Ultrasonics SU-16 (1969):132
19. Robert, L.P., Structural Adhesives with Emphasis on Aerospace Applications, Marcel Dekker Inc., New York 1976 pp. 19 ve 150

20. Davies, R.M. ve James, E.G., "A Study of an Electrically Maintained Vibrating Reed and Its Application to the Determination of Young's Modulus," Parts I ve II, Philosophical Magazine, Vol.18, Nos.122ve 123, 1934. pp 1203-1086
21. Rosinger, H.E. ve Ritchie, I.G., "A Critical Assessment of the Cantilever Beam Method for the Determination of Dynamic Young's Modulus." Journal of Testing and Evaluation, Vol.2, No.3 May 1974, pp 131-138.
22. Scarborough, J.B., Numerical Mathematical Analysis, Oxford and IBH Publishing Co., 1968, p197
23. Ramakrishnan, N. ve De, A.K., "Some Static Characteristics of Bonded Metallic Joints" in Proceedings of the 8th All India Machine Tool Design and Research Conference, Indian
24. Ramakrishnan, A.K., ve Suryanarayan, S. "Dynamic Effective Young's Modulus of Thin Adhesive Layers in Bonded Joints" Journal of Testing and Evaluation, JTEVA, vol.10.1982 pp 192-198
25. Raymond, B., Kriger, J.R., "Stress analysis of metal-to-metal Bonds in hostile environment", Nisan 1977 pp.26-28