

23891

T.C
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAUÇUK - METAL YAPIŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

METALURJİ MÜHENDİSİ
ŞADIYE AKTEPE

İSTANBUL

1992

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

TEŞEKKÜR

Bu çalışmam da, engin bilgilerinden faydalandığım, beni yönlendiren hocam, Sayın Prof.Dr. Müzeyyen Marşoğlu'na ve değerli görüşlerini ve Teknik Kauçuk A.ř. nin tüm olanaklarını sağlayarak deneysel çalışma ortamını yaratan Sayın Tuđrul Sirel'e teşekkür ederim.



ÖZET

Metal üzerine kauçuk yapıştırılmış malzemelerin kullanım alanları son yıllarda gittikçe artan bir hızla gelişmiştir. Metal üzerine kauçuk yapıştırılmış malzemeler, öncelikle merdanelerde, contalarda, lastik tekerleklerde kullanılmaktadır.

Yapıştırma işleminin iyi sonuçlanması, kullanılan kauçuk karışım reçetesine, metal yüzeyinin hazırlanma işlemine ve yapıştırıcı kullanımına bağlıdır.

Bu araştırmada , en çok kullanılan bir kauçuk cinsi olan NBR (Nitril-Butadien kauçuk) çelik üzerine yapıştırılmıştır. Yapışma işleminin mekanizmasından yola çıkarak, kauçuk çeşitleri ve özellikleri ayrıntılarıyla açıklandıktan sonra, yapışmada metal yüzeyinin hazırlanması ile ilgili bilgilere geniş önem verilmiş, bu yüzey hazırlamanın yapışmaya olan etkileri teorik ve deneysel olarak açıklanmıştır.

Kumlanmış ve kumlanmamış çelik malzeme yüzeylerine, 3 farklı karışım reçetesi ayrı ayrı uygulanmıştır.

Vulkanizasyon işlemi sonucu, dinometre ile yapılan ölçümlerle yapışma kalitesi araştırılmıştır.

Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, karışım reçetesi II ve III kauçuklarının, kumlanmış bir çelik malzeme yüzeyi üzerinde, chemosil yapıştırıcısıyla en iyi sonucu verdiği tesbit edilmiştir.

ABSTRACT

Recently the use of rubbers adhered onto surface of the metals has been increasing steadily. They are used in many applications such as rollers, gaskets etc.

To obtain a good adhesion process depends on preparation of metal surface, used the rubber mixing receipt and suitable adhesive type.

In this work, a type of rubber mostly used, NBR, is adhered on the steel laminates. The mechanism of adhesion process was studied, the types and properties of rubbers were examined in detail, the effects of surface preparation on the adhesion process were also studied theoretically and experimentally.

Three types of mixing receipt are applied separately to sandblasted and not sandblasted steel surfaces.

In the end of the vulcanization process, adhesion quality was investigated by using dinamometer.

Consequently, rubbers prepared from mixing receipt II and III has shown the best results on sandblasted steel surfaces when adhered by chemosil.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
TEŞEKKÜR	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
GİRİŞ	IV
I.KAUÇUK BİLGİSİ	1
I.1 KAUÇUK-LASTİK-ELASTOMER KAVRAMLARI	1
I.2 KAUÇUK KARİŞİMİ	1
I.3 VULKANİZASYON.....	2
I.4 ÜRETİM SAFHALARI	3
II. KAUÇUK ÇEŞİTLERİ	3
II.1 TABİİ KAUÇUK	4
II.2 SENTETİK POLİİZOPREN	5
II.3 STİREN-BUTADİEN KAUÇUK	5
II.4 POLİBUTADİEN KAUÇUK	5
II.5 BUTİL KAUÇUK	6
II.6 ETİLEN-PROPİLEN KAUÇUK	7
II.7 NİTRİL KAUÇUK	7
II.8 POLİAKRİLAT KAUÇUK	8
II.9 KLOR KAUÇUK	9
II.10POLİSÜLFİD KAUÇUK	9
II.11SİLİKON KAUÇUK	10
II.12FLOR KAUÇUK	11
II.13HYPALON KAUÇUK	11
II.14POLİÜRETAN ELASTOMERLER	11
III. KAUÇUK ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	12
III.1 KAUÇUKLARIN GENEL ÖZELLİKLERİ BAKIMINDAN KARŞILAŞTIRILMASI	12
III.2 KAUÇUKLARIN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ BAKIMINDAN KARŞILAŞTIRILMASI	14
III.3 KAUÇUKLARIN DÜŞÜK SICAKLIK ÖZELLİKLERİ AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI	16
III.4 KAUÇUKLARIN YAĞA DAYANIKLILIKLARI AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI	16

	<u>Sayfa No</u>
IV. YAPIŞMA	17
IV.1 YAPIŞMANIN MEKANİZMASI	17
IV.1.1. MEKANİK TEORİ	18
IV.1.2. ADSORPSİYON VE YÜZEY REAKSİYONU	18
IV.1.3. INTERDİFÜZYON	20
IV.1.4. ELEKTROSTATİK ETKİLEŞME.....	20
IV.2. YÜZEY VE ARA YÜZEY ÖZELLİKLERİ	20
IV.2.1. YÜZEY TOPOGRAFİSİ	20
IV.2.2. YÜZEY GERİLİMİ VE ENERJİSİ.....	21
IV.2.3. ISLATMA VE KATILAŞMA.....	21
IV.3. YÜZEY HAZIRLAMA.....	22
IV.3.1. METAL YÜZEY HAZIRLAMA.....	23
IV.4. ARA YÜZEYDE KİMYASAL TUTUNMA	28
IV.5. YAPIŞTIRICI VE BİRLEŞME YERİ DAYANIMI.....	29
IV.5.1. BİRLEŞME YERİ DİZAYNI.....	29
IV.5.2. YAPIŞMA DAYANIMININ ÖLÇÜMÜ.....	31
IV.5.2.1. SÖYARAK AYIRMA.....	31
IV.5.2.2. BİNDİRME MAKASLAMASI.....	32
IV.5.2.3. KATI BİR DÜZLEMİN ÇEKME AYRILMASI.....	33
V. KAÜÇUK-METAL YAPIŞTIRMA ÇALIŞMALARI.....	34
V.1. KAÜÇUK KATKI MADDELERİ	34
V.1.1. DOLGU MADDELERİ.....	34
V.1.2. YUMUŞATICILAR.....	35
V.2. METAL YÜZEYİNİN HAZIRLANMISI.....	35
V.3. KAÜÇUK METAL BAĞLANMASI ESNASINDA YAPILABİLECEK HATALAR.....	37
VI. DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	41
VI.1. YAPIŞTIRMA İÇİN KULLANILAN KAÜÇUK HAMURUNUN HAZIRLANIŞI.....	41
VI.2. YAPIŞTIRICININ ÖZELLİKLERİ	43
VI.3. YAPIŞTIRMA İŞLEMİ İÇİN METAL MALZEME YÜZEYİNİN HAZIRLANMASI	44
VI.4. YAPIŞTIRMA İŞLEMİNİN YAPILMASI	45
VI.4.1. VULKANİZASYON ZAMAN VE SICAKLIĞININ TESPİTİ.....	46

VI.5. YAPIŞTIRMA İŞLEMİ SONUCU YAPILAN MUAMELELER ...	47
VI.5.1. SOYARAK AYIRMA MUAYENESİ	47
VII. SONUÇLAR	48
VII.1. GENEL SONUÇLAR	48
VII.2. SONUÇLARIN İRDELENMESİ	48
KAYNAKLAR	

•



GİRİŞ

Kauçuk, ilk üretimi 1820'lerde İngiltere'de başlamış olan, 1839 da Goodyear'ın tabii kauçuğu kükürtle vulkanize etmeyi başararak önem kazanan bir malzemedir. Sentetik kauçuk üretimi ile önemi daha da artmış ve mühendislik uygulamalarında vazgeçilmez unsur haline gelmiştir.

Kauçuk malzeme, kauçuğun metale yapışmasını sağlayan teknikler sonucu, farklı birçok kullanım alanları %7 lastik tekerlekler , %12 lastiklemeler (merdane ve kap) , % 15 contalar (fenol reçinesiz) %66 ihtizaz zayıflatıcı , şeklinde sınıflandırılabilir.

Kauçuk metal bağlantısında; metal yüzey hazırlama, kauçuk hamuru hazırlama teknikleri ya da yapıştırıcı kullanımının geliştirilmesiyle büyük aşamalar kaydedilmiştir.

Bu nedenle bu araştırmada, NBR (Nitril Butadien kauçuk)nin, çelik bir malzeme üzerine uygun bir yapıştırıcı seçilerek yapıştırma işlemi araştırılmış ve bu yapışmanın özellikleri test edilmiştir.

I. KAÜÇUK BİLGİSİ

I.1. Kauçuk-Lastik-Elastomer Kavramları

Kauçuk-lastik ve elastomer terimleri çoğu zaman aynı anlamda kullanılırlar. Bu terimler aşağıdaki şekilde açıklanabilir :

Kauçuklar genellikle elastik özellik gösteren malzemeler olarak tarif edilirler. Bu malzemeler genellikle uzun zincir molekülüdür ve polimer olarak bilinir. Elastik özelliğin polimer ile birleşmesi de elastomer terimini oluşturur, kauçuğun elastiklik özelliğini kazanması, çapraz bağlanabilmesiyle oluşur. Kauçuklar çapraz bağlanmamış ama çapraz bağlanılabilir özelliğine sahip yani vulkanize olabilen polimerlerdir. Yüksek sıcaklıkta ve deforme edici kuvvetlerin etkisi altında koyu sıvımsı akış gösterirler. Böylelikle uygun şartlar altında şekillendirilebilirler. Yani kauçuk elastomer malzeme üretiminde kullanılan ana hammaddestir. (1)(2)

Elastomer terimini ASTM D 1566-66T "bir gerilme uygulandığında oldukça büyük şekil değiştirme durumuna geçen ve gerilme kaldırıldığında oldukça hızlı bir şekilde ilk boyutlarına dönen makromoleküllü malzeme" olarak tanımlar. Aynı standart lastiği " büyük deformasyonlardan hızla ve kuvvetle eski haline dönme yeteneği olan ve kaynayan benzen, metiletan gibi çözücülerde çözülmeyle hale getirilmiş malzeme " olarak tanımlar . Bir lastik malzemesi plastik olmayan bir duruma getirildiğinde (plastiser ve çözücü katılmadan) oda sıcaklığında test edilmesi halinde (15-32°C) , % 100 uzayabilmelidir ve %100 uzamış halde 5 dakika tutulup bırakıldıktan sonraki 5 dakika içinde % 10 farkla eski haline dönebilmelidir. Denilebilir ki; elastomer lastiğe benzeyen bir maddedir ve elastomer kavramı, lastik kavramı ile eşanlamlı kullanılabilir. (3)(4)

I.2. Kauçuk Karışımı

Kauçuk karışımlarda kullanılan polimerler, yumuşak plastik kıvamdan , sert zor şekil alabilen kıvama kadar büyük farklılıklar gösterdiğinden oldukları gibi kullanılamazlar. Çeşitli katkı maddeleri ve hammaddelerle takviye edilirler. Bir kauçuk karışımından beklenen özellikler :

- Bitmiş üründen beklenen özellikler,
- Uygulanacak metod ve kullanılacak makine ve ekipmana uygunluk açısından karışımdan beklenen özellikler,

- Rekabet edebilmesi açısından maliyet özellikleri

Amaca uygun olarak seçilerek, birbirleriyle oransal olarak ayarlanmış hammaddeler topluluğu reçete veya formül olarak adlandırılır. Bir karışım reçetesinde alışılmış olarak anahammadde olan polimer ağırlıkça 100 birim (örneğin kg) esas alınarak ayarlanılır. Bir karışım reçetesi örneği :

Polimer (Kauçuk)	100	
Dolgu Maddesi	50	
Proses Yağı	20	
Aktivatör (Çinkooksit)	5	
Aktivatör (stearikasit)	1	
Hızlandırıcı	0,6	VULKANİZASYON SİSTEMİ
Piştirici (kükürt)	2	
Geçiktirici	0,5	
Antioksidant	0,5	
Antiozonant	0,5	
Dispergatör	3	
Diğer katkı maddeleri (boya, şişirici, koku verici.....)		

Ancak, yukarıdaki maddeler her kauçuk karışımında kullanılmayabilir. (4)

I.3. VULKANİZASYON

Plastik haldeki kauçuk hamurunun, dışardan tatbik edilen bir enerji ile (çoğunlukla bu ısıdır) elastik hale dönüşme işlemidir. Bu işlem kauçuğun yapısında çapraz bağlar meydana getirerek elastomer'i oluşturur.

VULKANİZASYON için gerekli olan şeyler : Volkanize edilebilir bir kauçuk (kauçuk karışımı) , sıcaklık, basınç ve zamandır.

Reaksiyon zamanı ve hızı ısıdan çok etkilenirler. Isı-zaman ilişkisi, kabaca şöyle örneklenir :

140°C de 20 dakikada volkanize olan hamur

150°C de 10 dakikada

160°C de 5 dakikada volkanize olur.

Volkanizasyon zamanının en ideal ölçümü reometrelerle olur. (5)

I.4. Üretim Safhaları

Kauçuk teknolojisinde üretim safhaları üç kısımda toplanabilir. Kullanılan metod, makine ve tesisler aşağıdaki gibidir :

I. Karışım Hazırlama

- Hammadde hazırlama
- Hamur makinesi-Vals-
- Dahili karıştırıcılar- banbury -

2. Ön Şekillendirme ve Konfeksiyon

- Kalender
- Ekstruder
- Preformer
- Özel makineler

3. Vulkanizasyon

- Kalıplama
- Otoklav Vulkanizasyon
- Kontinyu Vulkanizasyon Metodları

Ayrıca çapak alma, kesme, boyama, markalama, gibi müteakip işlemler vardır. (1)

II. KAUÇUK ÇEŞİTLERİ

Elastomer malzeme üretiminde kullanılan ana hammadde kauçuk olduğundan, elastomer malzemenin özelliklerini büyük oranda kauçuk özellikleri belirler. :

. Bu nedenle elastomer malzemeden beklenen özelliklerin sağlanması, kauçuk seçimine ve kullanımına bağlıdır.

İlk kauçuk üretimi 1820'lerde İngiltere'de başlamış, 1939'da Goodyear ham kauçuğu kükürtle vulkanize etmeyi başarınca kauçuk kullanımı önem kazanmıştır. Birinci Dünya Savaşında, tabii kauçuğun temini zorlaşınca, sentetik kauçuk üretim yolları aranmıştır.

II.1. Tabii Kauçuk (NR)

Tropikal bölgelerin bol yağış olan yerlerinde yetişen *Havea Brasilienis* ağacından elde edilir. Ağaca kanal açılır, ağacın kabuğundaki süt beyazı sıvı (lateks) kaplarda toplanarak, lateks fabrikalarında konsantre edilir. Bu esnada bozulmaması için latekse koruyucu maddeler katılır. % 30-40 kısmı kuru kauçuk olur.

Lateks , kauçuk üretimi dışında, sünger üretiminde yapıştırıcılarda , halı tabanlarında kullanılır. (6)

Tabii kauçuğun lastik özellikleri ve elektriksel yalıtımı çok iyidir. Yüksek esneme kabiliyeti ve yüksek çekme mukavemeti ($17,2-20,7 \text{ N / mm}^2$) vardır. Yırtılma ve aşınma mukavemeti çok iyidir. Kolay işlenebilir. Sertlik (shore A sertliği) A 30-90 dır. İyi dinamik özelliklere sahiptir. Özgül ağırlığı $0,93 \text{ gr/cm}$, Uzama % 750-850 dir. Çalışma sıcaklığı min- 51°C - max 82°C dir.(4)

Hidrokarbonlara dayanıksızdır. Nispeten yüksek gaz geçirgenliğine sahiptir. Hava, oksijen ve ozona karşı mukavemeti düşüktür.

Tabii kauçuk; yağ, akışkanlar, çözücülere mukavemet, ısı ve yaşlanma mukavemeti isteyen yerler dışında bütün tatbikatlarda kullanılan bir genel maksat kauçuğudur. (6)

II.2. Sentetik pōliizopren (IR)

Doğal lastik gibidir. Doğal lastiğe göre su direnci daha iyidir.

Oto lastiklerinde, mekanik lastik parçalarda ve ayakkabı tabanı imalatında formüldeki tabii kauçuğun yerine genelde kısmi olarak kullanılmakta ve fiyat farkı dolayısı ile tercih edilebilmektedir. (6)

II.3. Stiren-Butadien Kauçuk (SBR)

Dünyada en çok kullanılan kauçuk cinsi olup, styrene ve butadienin polimerizasyonu ile üretilir.

Aktif dolgu maddeleri ile takviye edildiğinde iyi fiziksel özellikler verir. (Örneğin iyikəpma. kuvveti, yırtılma ve aşınma mukavemetigibi.) Çekme mukavemeti $1,36-2,06 \text{ N/mm}^2$ uzama 400-600 dür. Karışım kolaydır ve tabii kauçuğa göre daha kısadır, ekstrüderde çekimi rahattır. Düşük maliyetlidir ve kolay temin edilebilir. Shore sertliği A40-90 , çalışma sıcaklığı min-51°C-max 82°C dır. (1)

Aşınma mukavemeti dışında genellikle tabii kauçuktan daha düşük seviyede özelliklere sahiptir. Isı ile yaşlanma, oksijen ve ozon mukavemeti zayıf, fakat tabii kauçuğa nazaran daha iyidir. Hidrokarbonlara mukavemeti zayıftır. Takviye gerektirir.

Hidrokarbonlara ve ısıya mukavemet istenen durumlar dışında genel maksat kauçuğudur. Ençok otomobil lastiklerinde, dolgulu tekerleklerde, ayakkabı tabanı ve değişik kalıplı imalatta kullanılmaktadır. (6)

II.4. Polibutadien Kauçuk (BR)

Butadien monomerinin polimerizasyonu ile üretilmektedir. Mükemmel aşınma mukavemetine sahiptir. Çok yüksek esneme kabiliyeti, esneme çatlamasına mukavemet ve düşük ısıda iyi esneme özelliği vardır.

Çekme mukavemeti $3,44-6,21 \text{ N/mm}^2$ uzama % 450-700 dür. Sertlik (shore A) A 40-95 iyi oranda elektrik izolasyon özelliğine sahiptir.

Takviye gerektirir. Yırtılma mukavemeti zayıftır. Hidro-karbonlara mukavemeti azdır. Isı ve ozon mukavemeti kötü olup, işleme özellikleri de iyi değildir. Çalışma sıcaklığı min-51°C-max 121°C tır. (1)

Aşınma, çatlama mukavemeti ve düşük ısıda esneme kabiliyeti özellikleri yüzünden otomobil dış lastiği üretiminde kullanılmaktadır. Polibutadien genellikle tabii kauçuk, SBR ve klor kauçuklarla karıştırılarak kullanılmaktadır. (6)

II.5. Butil Kauçuk (IIR)

Isabutilen ve isoprenin polimerizasyonu ile üretilirler. Sıvı isobütülen, % 5 sıvı isoprne ile klorür katolizörü yardımıyla 180 K'de polimerize edilir.

Çekme mukavemeti $17,25 - 20,7 \text{ N/mm}^2$ - uzama % 750-950'dır. Gaz geçirgenliği düşüktür. Isı ve ozana iyi derecede mukavemetlidir. Çalışma sıcaklığı min - 45,55°C-max 49°C tır. Elektrik izolasyonu ve yırtılma mukavemeti iyidir. Büküldüğünde çatlamaya mukavemetlidir. Kimyasal maddelere (özellikle asitlere) ve neme dayanıklıdır. Oksidasyon direnci de iyidir. Sertlik (shore A) A 40-90 dır. (1)

Yağ ve akışkanlara mukavemeti azdır. Pişme zamanı uzundur. Doymamış polimerlerle uyumsuz ve esneme kabiliyeti düşüktür.

Klorlanarak imal edilen " klorobutil " cinsi pişme (vulkanizasyon) özelliklerini geliştirdiği için tercih edilir. Butil kauçuk, düşük geçirgenlik ve çevre şartlarına iyi mukavmet istenen yerlerde kullanılır. Örneğin otomobil iç lastiklerinde, akümülatör torbalarında , hava yastıklarında, hortumlarda tank ve inşaat kaplamalarında, ilaç sanayinde tapa imalatında , konveyör

kayışı üretiminde kullanılmaktadır. (6)

II.6. Etilen-Propilen Kauçuk (EPM-EPDM)

Etilen ve propilen monomerlerini polimerizasyonuyla üretilir.

E : etilen

P : polipropilen

D : Dien (C=C)

M : ASTM tarafından polimetilen tipi kimyasal doymuş polimer zinciri ve bu sebeple parçalanmaya karşı mükemmel direnç gösteren kauçuk grubunu sembolize eder.

EPM tamamen doymuş olduğundan (C=C içermediğinden) organik peroksitler veya radyasyonla vulkanizasyonu yapılır. EPDM, yapısındaki dien sayesinde peroksit vulkanizasyonu yanında, kürt vulkanizasyonu da yapılabilir. (6)

Yaşlanma ve ozon direnci mükemmmeldir. Asitlere karşı dayanıklıdır. Yüksek yağ ve dolayısıyla dolgu alma özelliği vardır. İşlenme özellikleri iyidir. Sertlik A 30-90, çekme mukavemeti $< 1 \text{ N/mm}^2$, uzama % 200-600 dür. Dielektrik özelliği iyidir. Min - 81°C- Max 116°C ta çalışılabilir. (1)

EPM için özel pişme sistemi veya EPDM'de kirlenmeyi önlemek için dikkat gerekmektedir. Hidrokarbon mukavemeti ve metale yapışabilirliği kötüdür. Takviyeyi gerektirir. Esneme kabiliyeti düşüktür. Doymamış polimerlerle uyuşmaz.

Isı, asit hava şartlarına (oksidasyon-yaşlanma) iyi derecede mukavemet ve elektrik izolasyon özzellikleri istenen yerlerde, özellikle otomotiv endüstrisinde kullanılmaktadır. (6)

II.7. Nitril Kauçuk (NBR)

Butadien ve akrilonitril'in polimerizasyonu ile elde edilir. Polimer içindeki akrilonitril miktarı % 15-48 arasında değişir. Akrilanitril yüzdesi arttıkça :

- yağa mukavemet artar
- çekme mukavemeti artar
- sertlik artar
- aşınma özelliği artar
- gaz geçirgenliği artar
- ısı mukavemeti artar
- düşük ısı mukavemeti azalır.
- yumuşatıcı kabul etme özelliği azalır
- işleme kolaylığı azalır.

Aşınma direnci mükemmeldir. Isı mukavemeti iyidir. Çalışma sıcaklığı min - 51°C-max 82°C tır. Yağ ve akışkanlara mukavemeti iyi olduğundan genellikle bu ortamlarda kullanılır. Örneğin hortumlar, contalar, keçeler v.s.... geçirgenliği düşüktür. Sertlik A 40-95, çekme mukavemeti 1,27-2,06 N / mm² uzama % 300-700 dür.

Elektrik izolasyon özelliği kötüdür. Takviyeyi gerektirir. Esnemesi düşüktür.

Termosetting polimerlere daha fazla tokluk sağlamak amacıyla dolgu maddesi olarak kullanılır. (1)

II.8. Poliakrilat kauçuk (ACM)

Monomerik akrilik esterlerin emülsiyon, suspansiyon, süsüsyon veya kütle polimerizasyonu ile üretilir. Nitril kauçuğun normal performansının yetmediği uygulamalarda kullanılmaktadır.

Isı, oksijen ve ozona, yağa ve yakıtlara dayanıklıdır. Elastik özellikleri iyidir, geçirgenliği düşüktür.

Su, asit ve alkalilere dayanıksızdır, fiziksel özellikleri zayıftır. İmalatı pahalıdır.

Isı (200°C ye kadar) ve yağ mukavemeti iyi olduğundan, yağa dayanıklı hortumların, otomotiv keçelerinin ve oringlerinin imalatında kullanılmaktadır. (6)

III.9. Klor Kauçuk (CR)

Asetilen ve butadienden başlayan değişik metodlarla üretilmektedir. Poliklorbutadien kauçuk (kloropren), Neoprene ismi altında 1931'de piyasaya sürülmüştür.

Isıya, oksijene ve ozona mukavemeti iyidir. Çalışma sıcaklığı min - 40°C - max 116 tır. Yağ ve yakıtlara mukavemeti orta derecededir. Yüksek esneme özelliği ve iyi fiziksel özellikler verir. Çekme mukavemeti 20,7-27,6 N/mm² uzama % 800 - 900 dür. Düşük oranda yanmama özelliğine sahiptir. İyi aşınma mukavemeti verir. Shore sertliği A40-95. (1)

Elektrik izolasyon özellikleri iyi değildir ve maliyeti de yüksektir.

Klor kauçuğun yapıştırıcı imalatında kullanılan tipleri mevcuttur. Dış lastik hariç, tabii kauçuk gibi benzer tatbikatlarda, arttırılmış ozon, hava, yakıt , yağ ve yanma mukavemetleri isteyen durumlarda kullanılır. Bu tatbikat alanları fiyatlar ve düşük sıcaklık özelliklerinin kötülüğü ile sınırlandırılmıştır. (6)

II.10 Polisülfid (Tiakol) kauçuk (T) (AS)

Organik dihalojenidlerle sodyum polisülfidin katılma reaksiyonu ve polimerizasyonu ile elde edilirler. 1930'larda Tiakol adı ile tanındı.

Hidrokarbonlara mukavemeti çok iyidir. Hava, ozon ve ısıya mukavemeti iyidir. Geçirgenliği çok düşüktür. Sıvı şeklinde temin edilebilir. Çalışma sıcaklığı min - 51°C-max 121°C olan polisülfid kauçuğun çekme mukavemeti 1,62-2,76 N/mm², uzaması % 450-650 dir. Sertlik shore A 40-85 dir. (1)

Dinamik özellikleri kötüdür. Takviyeyi gerektirir. Maliyeti de yüksektir. Kötü kokuludur ve fiziksel özellikleri zayıftır. Elektrik izolasyon özellikleri de kötüdür.

Petrol ve fuel mukavemeti istenen yerlerde, izolasyon-kaplama karışımlarında ve yapıştırıcı olarak kullanılır. (6)

II.11. Silikon kauçuklar (Q)

Silikon kauçuklar, diğer kauçuklardan farklı bir moleküler yapıya sahiptir. Diğerlerinde karbon-karbon bağları varken, silikon kauçukları oksijen-silisyum-oksijen ve silisyum-karbon bağlarına sahiptir.

Çok geniş sıcaklık aralığında kullanılabilirler : min-60°C-max 250°C . Isı, oksijen ve ozona dayanıklıdır. Bükülebilme mukavemeti iyidir. Elektrik izolasyon özellikleri iyidir, yandıktan sonra külleri de izolasyon özelliği gösterir. İnorganik pigmentlerle boyanabilir ve genellikle peroksit vulkanizasyonu tatbik edilir. (1)

Silikon kauçukların maliyeti yüksek olup, işleme ameliyesi pahalıdır. Fiziksel özellikleri ve aşınma mukavemeti kötüdür. Akışkan ve yağlara mukavemeti zayıftır. Hidrolize uğrayabilir.

Usulüne uygun çalışılırsa kokusu, tadı, leke vermesi, etrafını bozması yoktur. Bu nedenle gıda ve tıp ile ilgili uygulamalarda kullanılmaktadır. Ayrıca havacılık, otomotiv, ev eşyaları , elektrik , inşaat alanlarında da kullanılmaktadır. (6)

II.12. Flor Kauçuk (FKM) (FPM)

Florlu hidrokarbonlardan (viniliden florid, heksafluoro propilen) başlanarak üretilmektedir. Florkauçuk, florosilikon kauçuk, viton, fluorel gibi isimlerle anılmaktadır. Özel maksatlar için kullanılır.

Yağ, yakıt, kimyasal maddeler ve solventlere dayanımı iyidir. Isı mukavemeti çok iyidir. Oksijen ve ozona, aleve dayanıklıdır. Geçirgenliği düşüktür.

Flor kauçuk pahalı bir malzemedir ve işleme ameliyesi de pahalıdır. Fiyatın önemli olmadığı, özel tatbikatlarda tercih edilir. Özel, keçe ve hortum imalatında, askeri veya uzay tatbikatlarında , otomotiv, uçak endüstrisinde kullanılmaktadır.(6)

II. 13. Hypalon Kauçuk (Klor Sülfone Polietilen) (CSM)

Polietilenin klor sülfonasyonu ile elde edilir. Hypalon, % 20-30 solüsyon tipi kaplamalarda, % 40 genel kullanım amaçlı ve % 45-48 termoplastik tipte kullanılmaktadır.

Eskime, ozon ve hava mukavemeti mükemmeldir. Yağlara, alkalilere, asitlere dayanımı iyidir ve aleve dayanıklıdır. Elektrik izolasyon özellikleri iyidir. Freon için geçirgenliğe dirençlidir.

Aşınmaya dayanıklı olan hypalon kauçuğun sertliği (shore A) A 45-95 dir. Çekme dayanımı $27,6 \text{ N/mm}^2$ olup uzaması % 250-500 dür.

Ketonlara ve yakıtlara dayanımı düşüktür. Kendi takviyesi yoktur. Maliyeti yüksek olan hypalon kauçuk, başta ozon ve elektrik deşarj mukavemetinin önemli olduğu yerlerde, örneğin harici kablo izolasyonunda kullanılır. Ayrıca otomotiv parçalarında , sıcakta çalışan konveyör kayışlarında, özel otomotiv ve sanayi hortumlarında kullanılmaktadır. (1)

II.14. Poliüretan Elastomerler (Polyester tipi AU) -(polieter tipi EÜ)

Sıvı olarak kalıplanan, kauçuk gibi işlenip vulkanize edilen , köpük, termoplastik ve püskürtme ile çalışan tipleri vardır. Hiçbir diğer elastomer bu şekilde tatbik edilemez.

Aşınma, oksijen ve ozon dayanımı, yağ ve solvente dayanıklılık , yırtılma dayanımı ve yüksek çekme gücü vardır. Ancak yüksek maliyetlidir.

Genel olarak, katı dış lastiklerde, yağ ve aşınma dayanımı gerektiren yerlerde, döküm contalarında kasnaklarda kullanılır. (6)

III. KAÜÇUK ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

III.1. Kauçukların Genel Özellikleri Bakımdan Karşılaştırmaları.

Kauçukların genel özelliklerinin karşılaştırılması bir tablo üzerinde toplanmıştır (Tablo III.1) (1)



Tablo III.1 Kauçukların genel özellikleri bakımından karşılaştırılmaları

	NR	IR	BR	SBR	NBR	IIR	EPN EPTM	CR	T	CSM
Fiziksel Özellikler										
Yoğunluk (gr/cm ³) ³	0,93	0,93	0,94	0,94	0,98	0,90	0,86	1,25	1,35	1,18
Isı iletkenlik										
Termal şok dayanımı										
Elektrik Yalıtıcılığı										
Alev direnci	2	2	2	2	3	2	3	3	3	2
Servis Sıcaklığı (min °C)	3	3	3	3	4	4	1	2	4	1
Servis Sıcaklığı (max °C)	-51	-51	-51	-51	-51	-45	-18	-40	-51	-40
Mekanik Özellikler	82	82	121	82	82	49	116	116	121	163
Çekme Mukavemeti (N/mm ²)										
Saf	17,5-24	17,5-24	3,44-6,21	1,3-2,0	1,3-2,0	17-20	<1	20-27	1,6-2,7	27,6
takviyeli	24-31	24-31	13-20	17-24	20-31	17-20	-	20-27	6,8	27,6
Uzama(%)										
Saf	750-850	-	400-1000	400-600	300-700	750-950	200-600	800-900	450-650	250-500
takviyeli	550-650	300-700	450-600	500-600	300-650	650-850	-	500-600	100-500	200-400
Sertlik (Shore A)	30-90	40-80	40-90	40-90	40-95	40-90	A30-90	A20-95	A40-85	A45-95
Yırtılma direnci	1	1	3	3	2	2	1	1	4	1
Aşınma direnci	1	1	1	2	1	2	1	1	4	1
Kimyasal Direnç										
Güneşte Yaşlanma	3	3	4	4	3	1	2	2	2	1
Oksidasyon	3	1	2	2	2	1	2	2	2	1
Ozon	3	4	4	4	4	2	1	2	2	1
Isı	2	2	4	4	2	2	2	2	2	2
Gaz geçirgenlik direnci	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1
Su	4	4	4	4	1	4	4	2	1	4
Alifatik hidrokarbonlar	4	4	4	4	2	4	4	3	1	4
Aromatik hidrokarbonlar	2	4	2	2	2	2	2	2	2	1
Alkoller	2	4	2	2	2	2	1	1	2	1
Seyreltik asit	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1
Derişik asit	3-2	2	3	3	2	1	2	2	2	1

1=Mükemmel

2=İyi

3=Yeterli

4=Zayıf

III.2. Kauçukların Kimyasal Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması

Kauçukların kimyasal bakımdan seçimi yapılırken, kauçuğun kullanıldığı ortam ve ortam sıcaklığı en önemli etkindir. Bu etkenler bakımından seçim yapılırken, değişik kimyasal ortamlar (asidler. alkaliler, tuzlar, organik çözücüler) ve değişik sıcaklıklarda (25°C - 65°C) yapılan araştırmalar sonucu elde edilmiş aşağıdaki tablodan yararlanılabilir.(Tablo III.2.)(1)



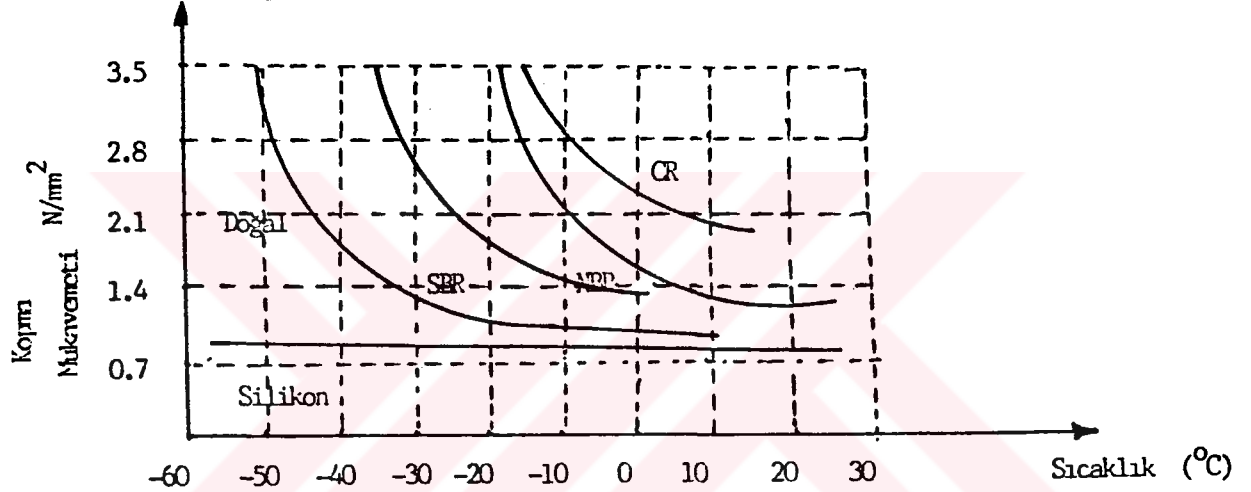
Tablo III.2 Kauçukların kimyasal özellikleri Bakımından Karşılaştırılması

[illegible]

III.3. Kauçukların Düşük Sıcaklık Özellikleri Açısından Karşılaştırılması

Kauçukların bazı kullanım alanlarında değişken düşük sıcaklıklar söz konusudur. Bu ortamlarda kauçuklardan özellikleri muhafaza etmesi beklenir. Bu beklenti için yapılan deneylerden elde edilen grafik aşağıdadır.

Şekil III.1. Kauçukların değişken düşük sıcaklıklarda özellik değişimleri

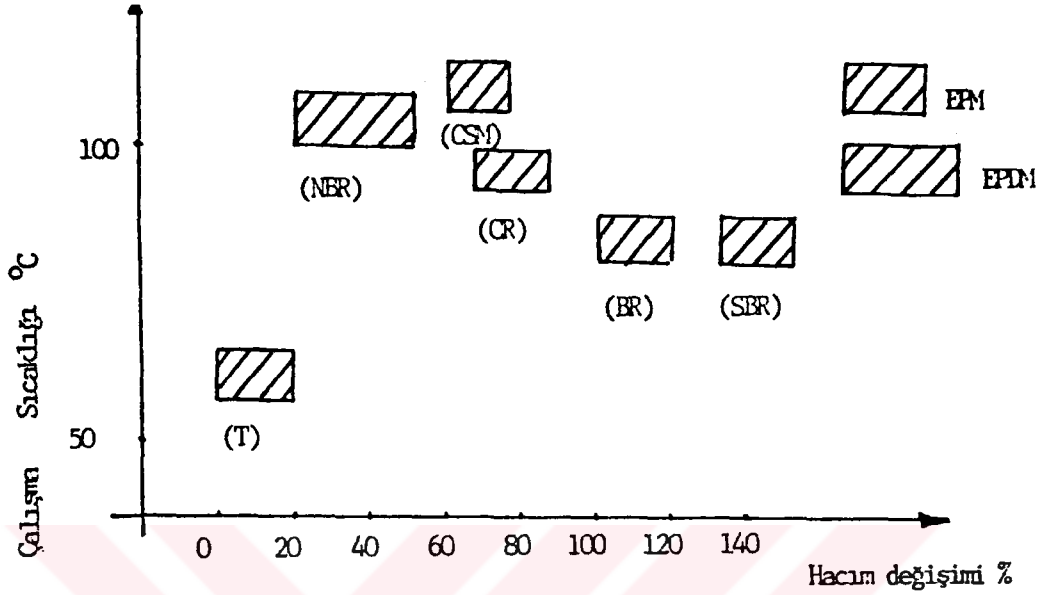


Yukarıdaki grafikten görülebileceği gibi, 0°C altında Silikon kauçuk hariç diğer kauçuklarda kopma mukavemeti çok hızlı bir şekilde azalmaktadır. Silikon kauçuk ise özelliklerini muhafaza etmektedir. . . 0°C ' ın üzerinde, çekme mukavemeti azalma hızı yavaşlamaktadır. Böyle bir kullanım alanında silikon kauçuk seçilebilir. (1)

III.4. Kauçukların yağa dayanıklılıkları açısından karşılaştırılması

Kauçukların yağ içeren ortamda kullanılmaları durumunda bu ortamda dayanıklılıklarının bilinmesi gerekmektedir. Bunun için 3 numaralı ASTM yağı içersinde ve sıcaklığa bağlı olarak meydana gelen hacim değişiklikleri incelendiğinde aşağıdaki grafik elde edilmiştir.

Şekil III.2. Kauçukların yağ içersinde hacim değişimi



Yukarıdaki grafikten görülebileceği gibi düşük sıcaklıktaki uygulamalarda polisülfid (T) kauçukta hacim değişimi çok azdır. Yüksek sıcaklıktaki uygulamalarda ise nitril (NBR) kauçuktaki hacim değişimi azdır. Yağ içeren ortamlarda kullanılacak kauçuk seçimi yapılırken, düşük sıcaklıklar için polisülfid, yüksek sıcaklıklar için, nitril (NBR) kullanılabilir kauçuklardır. (1)

IV. YAPIŞMA

IV.1. YAPIŞMA MEKANİZMASI

İki farklı malzeme ara yüzeyindeki yapışma, ya fiziksel tutunma yada kimyasal bağ ile olur. Kimyasal bağ oluşumunda, iki malzemenin molekülleri, örneğin yapıştırıcı ve alt tabaka, kovalent veya iyonik bağ ile birbirine bağlanır. Fiziksel tutunma mekanik olarak bağlanarak veya yapıştırıcı ve alt tabaka moleküllerinin fiziksel adsorpsiyonu veya yapıştırıcı moleküllerinin difüzyonla alt tabakaya nüfuz etmesinden oluşur. (7)

Pratikte her malzeme, doğru teknikler kullanılırsa yapıştırılabilir. Yapıştırırmada üç adım :

- Doğru yapıştırıcı seçimi,
- Yüzey hazırlama
- Birleşme yeri dizaynı

Yapışma teorileri bilgisi, iyi bir yapışmanın temel ihtiyaçlarını anlamaya yardım edebilir.

IV. 1.1. MEKANİK TEORİ

Yapışma, yapışkanın alt tabakadaki mikroboşluklara akması ve dolmasıyla meydana gelir. Yapışkan katılaştığı zaman, alt tabakalar mekanik olarak birbirine bağlanır. Mekanik teoriye göre, yapıştırıcı yüzeydeki boşluklara nüfuz ederek ara yüzeydeki hapsedilmiş havayı uzaklaştırmalıdır. (8)

Mekanik bağlanma tahta, tekstil veya kağıt tutturulmasında doğal gözenek içeriğinden dolayı önemli rol oynar. Aynı zamanda birçok metal ve plastik yapıştırılmadan önce dağlanır ve böylece mekanik pürüzlenme ile yapışma sağlanır.(7)Mekanik pürüzlendirmenin faydaları

- mekanik bağlanma
- temiz yüzey oluşumu
- yüksek tepkisel yüzey oluşumu

Aşınma ile oluşturulan yüzey pürüzlülüğü, yüzey tabakasının kimyasal ve fiziksel özelliklerini değiştirerek yapışma dayanımını arttırır.(8)Diğer taraftan cam gibi nüfuz edilmez katılar olduğu zaman bu mekanizma uygulanamaz.(7)

IV.1.2. ADSORPSİYON VE YÜZEY REAKSİYONU

Eğer alt tabaka, metal, seramik gibi yüksek yoğunluklu malzemelerse bunlara organik yapıştırıcı moleküllerinin difü-

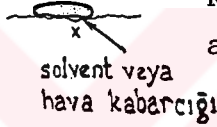
ze olabilme olasılığı yoktur. Yapıştırıcı molekülleri, katı yüzey üzerine adsorbe olduktan sonra, yapıştırıcı bantlar şekillenir ve bazı zamanlar onunla reaksiyona girer. (7)



Yapıştırıcı yaklaşık x noktasında yayılır.



İyi ıslatma . Yapıştırıcı x noktası ile kontak kurarak yapışır.



Kötü ıslatma. x noktasında, parça ile arasında hava sıkışır.

ŞEKİL IV.1. Yüzey üzerinde yapıştırıcı yayılması ile, iyi ve kötü ıslatmanın gösterilmesi

Yapıştırıcı ve yapışan parça arasında sürekli kontak oluşum yöntemi " ıslatma " olarak bilinir. Yapıştırıcının katı yüzeyi ıslatması için, kritik yüzey geriliminin katıdan daha düşük olması gerekir. Şekil IV.1. de yapıştırıcının iyi ve kötü ıslatma şekilleri görülmektedir. Kötü ıslatma, yapıştırıcı ve parça arasındaki kontakın, yüzeyin küçük bir kısmında oluşmasına sebep olur böylece boydan boya birleşme dayanımı düşüktür.

Yapıştırıcı yüzey gerilimi, alt tabakanını yüzey geriliminden düşük olduğunda iyi bir ıslatma oluşturması durumu, epoksi gibi organik yapıştırıcıların niçin metale mükemmel yapıştığını açıklar. Yapıştırıcı ve parça arasındaki tamamen ıslatma, kuvvetli bir kontak oluşumunu başarmakla birlikte, aslında nmoleküler etkilenme kuvvetlerinin sürekli yapışmayı sağladığına inanılır. (8)

IV.1.3. INTERDİFÜZYON

Sıvı yapıştırıcı çözünerek, alt tabaka malzemeye difüze olabilir. Difüzyonun yayılması, farklı molekül tiplerinin eğilimine bağlıdır. Genellikle yapıştırıcı molekülleri polimeriktir ve alt tabaka molekülleriyle sınırlı uygunluğa sahiptir. Şöyleki interdifüzyon kalınlığı genellikle çok incedir: 0,5-10 nm. Ancak yüksek uygunluk durumunda kalınlık 10 μm 'ye ulaşır.(7)

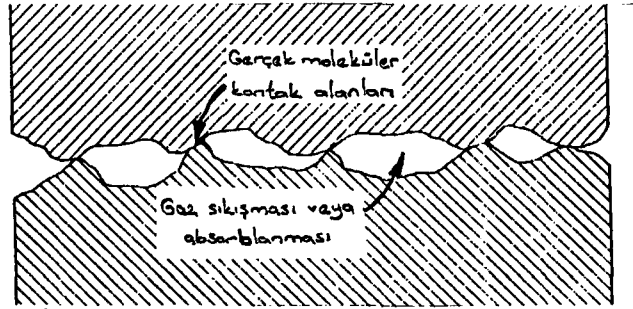
IV.1.4. ELEKTROSTATİK ETKİLEŞME

Malzemelerin, örneğin yapıştırıcı ve alt tabaka, ara yüzeyinde elektronların çapraz vari transferi ile vasıf kazanır, böylece birbirin etkileyen pozitif ve negatif yükler meydana gelir. Örneğin, organik polimerin metalle teması oluşturulduğu zaman, elektronların metalden polimere geçirilmesi suretiyle oluşan elektriksel çift tabaka etkilidir. Van der Waals etkilenmesine benzer elektrostatik etkilenmeler büyüklüğü ile ayrılıyama mukavemetlidir. (7)

IV.2. YÜZEY VE ARAYÜZEY ÖZELLİKLERİ

IV.2.1. YÜZEY TOPOGRAFİSİ

İki katı bir ara yüzey preslenince, çok yakın temas olmayacağı için önemli ölçüde birbirini yapışmayacaktır. Bunun sebebi bütün katı yüzeyler mikro ölçüde kabadır ve üzerlerinde absorbe olmuş omelükller veya parçacıklar bulunmaktadır. Örneğin işlem görmüş metal yüzeyinin pürüzlülüğü 3-6 μm arasındadır. 0,02 -0,25 μm arasındaki pürüzlülük parlatma işleminden sonra bile kalmaktadır. Bu yüzden iki kat birarada preslenince temas belli kısımlarda olacak, örneğin bir yüzün yüksek noktası ile diğer yüzün yüksek noktası temas edecektir. Malzemelerde yapışma için yakın kontak gereklidir. (7)



Şekil IV.2. İki katı yüzeyin birlikte preslenmesi

Şekil 2.2. YÜZEY GERİLİM VE ENERJİSİ

Bir katı veya sıvının yüzeyindeki moleküller veya atomlar iç kısımdakilerə göre farklı bir ortamdadırlar. İç kısımda her molekül benzerleriyle çevrilidir. ve aralarındaki ortalama mesafe molekülleri birbirine çeken kuvvetlerle, diğer molekülleri iten kuvvetler arasındaki ilişkiye bağlıdır. Yüzeydeki moleküller ise her yönden eşit derecede etki altında değildir. Yüzeyin üstünde normalde hava gibi bir maddenin etkisinde yüzeylin altında ise moleküllerin etkisindedir. Alttaki moleküllerin bunları içe doğru çekmekte ve yüzeydekileri minimuma indirmeye çalışmaktadır. Böylece yüzey alanı düşer. Bu çekim sıvıların yüzey gerilimini yükseltmekte ve sıvı damlacıkları sanki elastik bir kılıfta kaplı gibi davranmaktadır. Buna ek olarak, yüzey moleküllerinin içerdekilere göre, moleküller arasında mesafesi daha büyüktür ve daha fazla enerji içerir. İçerdeki molekülleri yüzeye hareket ettirmek için belli bir enerji harcanması gerekir. Bir sıvının yüzey alanındaki birim artışa ait Helms Serbest Enerjisindeki artma, yüzey gerilimi olmaktadır. (7)

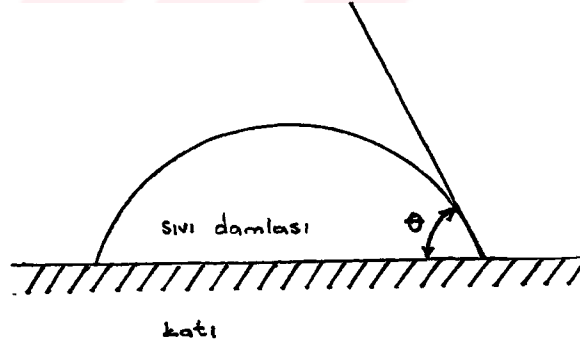
IV.2.3. ISLATMA VE KATILAŞMA

Yapıştırıcının görevi iki katıyı birleştirmek olduğundan, her bir yüzey ile yakından kontak yapabilmelidir ve onların üzerinde serbestçe yayılabilmelidir, yani yüzeyi ıslatma kabiliyeti olmalıdır. Sıvı haldeki yapıştırıcı, uygun bir basınç ile , katı yüzeyin küçük çatlakları içine akacaktır. Ayrıca yüzeydeki su veya oksijen gibi adsorblanmış imprüteleri uzaklaştırmalı veya çözmelidir, aksi takdirde zayıf bir tabaka şekillenecektir. O halde, dayanıklı bir katı için yapış-

tırıcının ıslatma kabiliyeti olmalıdır. Aynı zamanda, birleşme yerindeki gerilim minimuma indirmek için, yapıştırıcının katılaşması esnasındaki geniş hacim değişimi olmayacaktır, ve yapışkan ve yapıştırılan m  l  zemelerin ısısal genleşme katsayıları benzer olacaktır.

Yapıştırıcıların kuruma ve katılaşmaları üç farklı şekilde meydana gelir, soğutkma ile, solvent removal ile, veya kimyasal reaksiyon ile . solvent bazlı yapıştırıcılar katılaşma esnasında en fazla çekme payına sahiptir. %3 üzerinde çekme payı olan epaksi reçinelerin katılaşması onların iyi performanslarının delilidir.

Katıyı ıslatan sıvı derecesi kontak açısıyla (θ)   l  l  r. (  ekil IV.3.) $\theta=0$ olduğu zaman sıvı, yüzey üzerinde serbestçe yayılır, ve onu tamamen ıslatır. Katı ve sıvı molekülleri arasında, benzer sıvı moleküllerinden daha büyük moleküler etkileşme olduğu zaman tamamen ıslatma meydana gelir.(7)

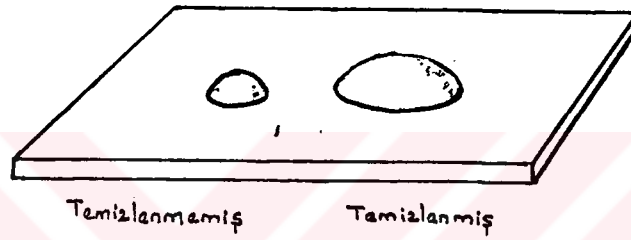


Şekil IV.3. Düzlemsel katı yüzey üzerindeki sıvı damlacığının kontak açısı

IV.3. YÜZEY HAZIRLAMA

Kuvvetli ve dayanıklı bir yapıştırma sağlamak için, yapıştırmadan önce yüzeylerin işlenmesi gerekir. Genellikle izlenen yolların bir yada daha fazlasında bu işlemler değişik-

lik yapar; tane katmanlarını zayıflamasına, yüzeyin fiziksel özelliklerinde değişmeye, yüzeyin doğal kimyasal yapısında değişmeye veya yüzeyin fiziksel yapısının modifikasyona uğramasına neden olur. Temizlenen bir yüzeyin kritik yüzey gerilimi artar ve böylece yapışma artar. Yüzey hazırlamanın kalitesi, bir su damlası testi vasıtasıyla ölçülebilir. Bu testte bir su damlası, yaklaşık 1 inç iğine alacak şekilde yüzey üzerine temiz bir damlatıcıdan damlatılır. Temiz yüzey üzerindeki (alüminyum veya çelik yüzey) damla çapını 1/2 inç aşacaktır. (9)



şekil IV.4. Yüzey Pislenme Testi

IV.3.1. METAL YÜZEY HAZIRLAMA

Bir metal, yüzeyindeki oksit tabakasına karşı her zaman korunmasız olmuştur. Bu oksit tabakası kuvvetsizdir ve metale çok zayıf yapışır. Genellikle yüzey üzerinde işlem den artan yağlar veya atmosferden absorblanan organik pislikler vardır. İlk olarak, çoğunlukla çözelti teknikleri vasıtasıyla, yüzey pislikleri ve işlem yağları temizlenir. Çözeltiyle temizleme, çoğunlukla , yapıştırıcı birleşmesi için uygun bir yüzeyi tek başına sağlamaz. Yüzey, oksitleri v.b. uzaklaştırmak için mekanik veya kimyasal olarak işlenebilir. Kontrol şartları altında oluşturulan yeni oksit tabakası çok güçlüdür ve metale kuvvetle yapışır. (7)

Kimyasal aşındırma, esas metali n bir miktarını da uzaklaştırır. Metalin yüzeye yakın kısmı, şekillendirme işleminin bir sonucu olarak hacımdan tamamen farklı bir fiziksel yapıya

Sahiptir. Örneğin, eğer yüzey kesme işi ile meydana getirilmişse, kesme ağzı yakınındaki metal yüzey bölgesi, yüksek gerilime uğrayarak plastik deformasyona sebep olur. Malzeme yüzeyinin deformasyonu oksijen ile reaksiyona girmesine tesir eder. Zorlanmış serbest yüzey üzerinde şekillenmiş oksit farklıdır. Keza, deformasyona uğramış yüzeyin yapısı çeşitli olduğundan dolayı, kesme esnasındaki sınırlı deformasyonlar içinde düzensizlik kaçınılmazdır. Çeşitli yüzey hazırlama işlemlerinden tipik dayanımlar tablo IV.1.de bulunabilir. (7)

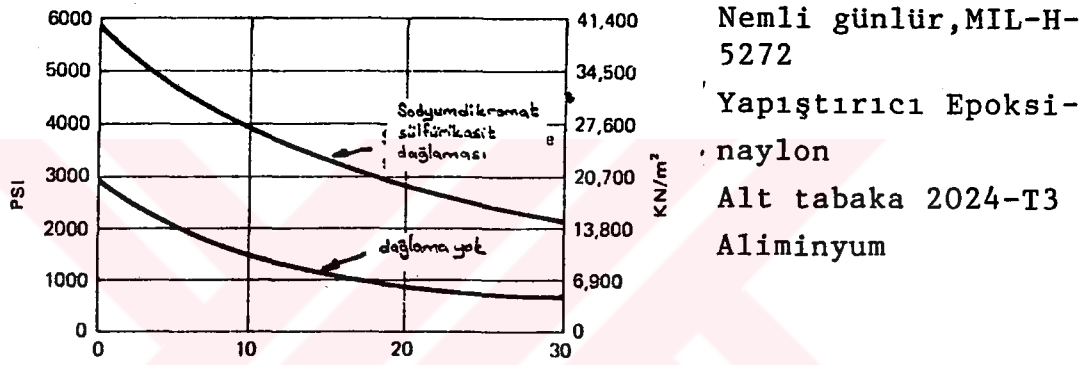
Tablo IV.1. yapıştırıcı dayanımı için yüzey hazırlama Al Al ile epoksi yapıştırıcı

Yüzey Hazırlama	Bindirme Makaslama Dayanımı			
	Başlangıç		30 günde tuz püskürtme	
	PSI	kN/m ²	PSI	kN/m ²
Yok	440	3,030	0	0
Çözeltiyle silmek	350*	2,410	0	0
Buharla yağ alma (Trikloretilen ile)	840	5,800	—	—
Çözeltiyle silme- elle kumlama	1,400	9,700	—	—
Buharla yağ alma- kum püskürtme	1,750	12,100	—	—
Açık anotlama	1,900	13,100	—	—
Buharla yağ alma- kromik sülfirik dağlama	2,800	19,300	2,600	17,900
Buharla yağ alma- kum püskürtme- kromik sülfirik dağlama	3,000	20,700		

* çözeltiler filminden ayrılabilir

Temizlemeden hemen sonra yüzeylerin yapıştırılması önemlidir. Havadan taşınan pislikler, yarım saat ya da daha kısa sürede yapışabilirliği önemli derecede azaltabilir.

Rutubet (nem) yaşlanması, iyi bir yapışmanın dayanımını azaltabilir. Bu durum şekil IV.5 de görülebilir. Birçok yapıştırıcılar, neme daha az hassastır, grafikte epoksi-naylon (7)



Şekil IV.5. Bindirme Makaslama Dayanımı

Uçak yapılarında, AL-epoksi'nin geniş olarak kullanılmasından dolayı, yapıştırmayı arttırmak için, alüminyumun işlenmesine daha fazla dikkat edilmesi gerekir. Alüminyum alt tabakasının hazırlanması nispeten basit bir iştir, böylece epoksi yapıştırıcılarla başlangıçtaki azimle yapışacaktır. Yapıştırmadan önce yağı alınmış ve kumlanmış olan alüminyum epoksi ile yapıştırılır Al-epoksi bindirme ayrılması çok güçlüdür gerildiği zaman epoksi tabakaları dahil bozulmaz. Ancak açıkta bırakılan rutubetli kısmın üstünde, bağ dayanımı ehemmiyetli derecede düşer ve kırılma yeri arayerdeki düzlükte değişir. Yapışma birleşmesi neme maruzken, gerilme uyiulandığı zaman, dayanım azalması daha çabuktur. Oksit tabakası dikkatle kontrol edilirse, maksimum dayanıklılığı sahip birleşme, alüminyum yüzeyinde olacaktır. (7)

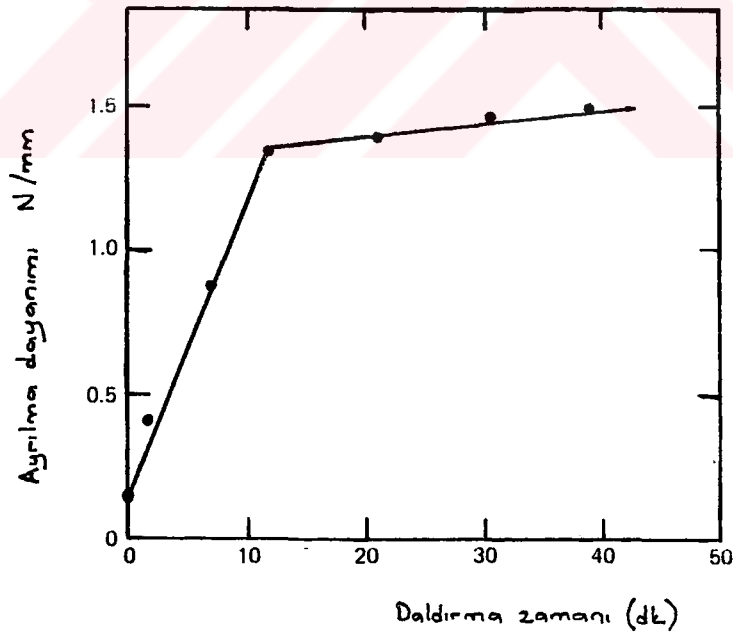
Oksidin fiziksel yapısını ve nem dayanımını hususi yüzey işlemleri ile değiştirmek mümkündür. Yaygın olarak kullanılan işlem " Forest Products Laboratory (FPL) " prosesidir. Bu, ağırlıkları 1:10 :30 nispetindeki $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{H}_2\text{O}$, H_2SO_4 ve H_2O çözeltisi içinde asitle aşındırma ve alkali temizlemeyi meydana getirir. Numuneler ayrıca hafifçe yıkanır ve havada kurutulur. FPL-asitle aşındırılmış alüminyum üzerindeki 40 nm veya daha az kalınlıktaki oksit, hydroxide , boehmite meydana getirmesi düşündürücüdür. Halbuki dikkate alınması gereken $-\text{Al}_2\text{O}_3$ olacaktır. Her ne kadar şekillenmiş oksit tabakasının, çeşidi hakkında anlaşmazlık varsa, nemli atmosfere maruz kaldıktan sonra hydroxide değişir Hydroxide'nin zayıf bir şekilde yapıştığına inanılmaktadır ve bunun sonucunda birleşme dayanımını neme maruz ortamda kaybolur. (7)

FPL - asitle aşındırılmış alüminyumun epoksi yapıştırıcılarla birleşmelerinde nemli ortamda mukavemet azalması daha fazladır. 5 nm kalınlıkta çıkıntılı uzun oksit tabakaları, fiziksel yapısı ile küçük bir mukavemet artması sağlamıştır. Yapıştırıcının çıkıntı etrafına akabileceği farzedilmiştir, bu yüzden oksit ve yapıştırıcı arasındaki ara yüzeyin alanı arttırılmıştır ve mekanik kilitlenme sağlanmıştır. (7)

İlave olarak Al- epoksi birleşme dayanıklılığının artması, FPL işleminden sonra, anodik Al ile elde edilir. Sonuç olarak , bağ dayanımları nemli ortamdan daha az etkilenirler. Ummiyetle numuneler, sıcak havada çalkalanması ve kurutulmasından önce, fosforikasidon sulu çözeltilerin de (fosforikasidin anotlanması veya PAA) birkaç dakika anodik işleme tabi tutulurlar. Proses ürünleri, 10 nm ince bir oksit tabakası ve onun üzerinde daha kalın 400 nm poroz bir tabakadır. Bu üstteki tabaka, FPL prosesinde oluşan şekillenmeden daha kalın olmakla birlikte, her iki örnekteki oksit, aslında Al_2O_3 tür. Ancak PAA işleminde, Al_2O_3 'ün üstünde, AlPO_4 'ün monotabakası mevcuttur. Oksit tabakasının mikroporozitesine yapıştırıcı yapışabilmesi ve katılaşabilmesinden dolayı, PAA işlenmiş alüminyum bağlantılarının yüksek dayanıklılığı vardır. Su molekülleri arayüzey bölgesine nü-

fuz ettiğinde, prozotie içinde yapıştırıcı kabarcığı olabileceğinden , presleme işlemi daha kuvvetli yapılmalı ve birleşme dayanımını arttırmaya dikkat etmelidir. PAA işlenmiş alüminyum bağlantılarında yüksek dayanım verebilen ilave bir mekanizma, tabaka üstündeki $AlPO_4$ ile neme dayanıklılık sağlanır. Bu oksit korunmasına neden olacak ve istenmeyen hydration teşekkülü geçikecektir. (7)

Bakır-polietilen bağlantısındaki oksit tabakasının topografisinin önemi büyüktür. Eğer bakır, katodik temizleniyorsa veya kimyasal parlatılıyorsa, polietilene kuvvetsizce yapışır. Ancak , bağlantıdan önce, sodyumklorür, sodyum fosfat ile yaş osidasyon işlemi verilmişse, şekil IV.6. da görüldüğü gibi polietilene kuvvetlice yapışır. (7)



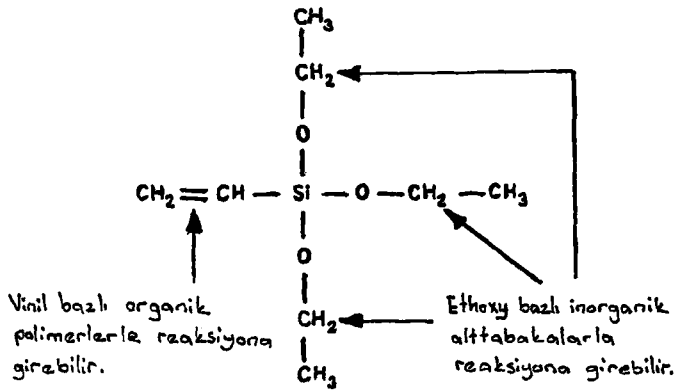
şekil IV.6. Alkali klorür çözeltisinde bakırın işleme tabii tutulmasından sonra, polietilenin bakıra yapışmasının arttırılması

Önceki iki halde oksit tabakası pürüzsüz ve homajendir. Halbuki son işlemdede, kalın siyah dendritik oksit tabakası oluşarak , mekanik bağlanma ile polietilene kuvvetlice bağlanır.

İlginç yeni bir işlem " termed electropripping " . Bir metal yüzeyindeki oksit tabakasının ve aynı zamanda birikinti polimer tabakasının şekillenmesinde kullanılmıştır. Temizlenmiş bir metal, bir sulu primer reçine süspansiyonu içeren elektrokimyasal ünitenin anot veya katodu yapılmıştır. Bu usulde işlenmiş tabakaların yapışma birleşmeleri yüksek dayanıklılık kazanmıştır. Ancak bu teknik buluşlar ticari kullanımdan önce ilave bir geliştiriciye gerek duymuştur.(7)

IV.4. ARAYÜZEYDE KİMYASAL TUTUNMA

Yapışmalar arasında kimyasal bağların oluşmasıyla birlikte , arayüzeyin durumuna ve oluşan kimyasal bağlantının büyüklüğüne güvenilemez. Yalnız Vander Walls kuvvetleri güçlü birleşme olacağı fikrini vermiştir. Diğer taraftan polimer ve metal veya cam arasındaki yapıştırıcı birleşmelerinde , yüksek sıcaklık ve nemlilik durumlarına karşı kayabilmesi için birleşme vasıtaları veya yapışma destekleyicileri kullanılır. Bir basit birleşme vasıtası şekil IV.7 de gösterilir.(7)



şekil IV.7 Vinyl triethaxysilane bağlama vasıtası

Birleşme araçları yapıştırıcı tipine ve bağlanan tabakaların bileşimine bağlıdır. Böylece spesifik birleşme araçları, camfiberler için polyester reçine yapıştırıcıları karbon fiberler için epoksi reçineler ve talk parçaları için naylon getirilmiştir. Çeşitli tipler tablo IV.2. de verilmiştir.

<u>TİP</u>	<u>Formül</u>	<u>Kullanım</u>
winyltriethaxysiline	$\text{CH}_2=\text{CHSi}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_3$	çapraz bağlı polietilen, termoseting polyester, polibutadiyen
(3-Glycidoxypropyl) trimethoxysilane	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ (\text{CH}_2) \text{CHCH}_2 \text{O} (\text{CH}_2)_3 \text{Si} (\text{OCH}_3)_3 \end{array}$	Epoksi urethanepoly (vinilklorür) fenolik reçine
(3-aminopropyl) triethoxysilane	$\text{H}_2\text{NC}_3\text{H}_6\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_3$	Epoksi, melamin, naylon polikarbonat polyimide
(3-mercaptopropyl) trimethoxysilane	$\text{HSCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$	Epichlorophydrin,üretan poli (vinilklorür)

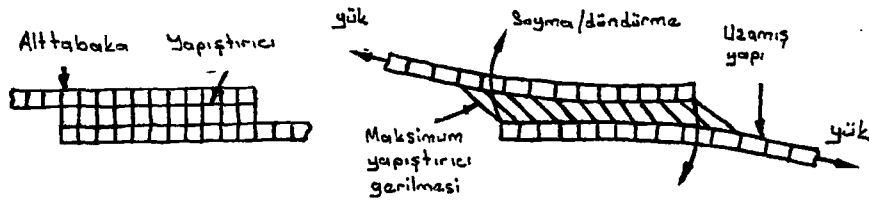
Tablo VI.2 Bağlama vasıtaları

Bağlama vasıtaları kendikendine yapışma yapması için sık sık reçinelerle karıştırılabilir. Silanelerle çoğunlukla %0,5-2 reçine ilave edilebilir. Bu bağlama metodu reçine sistemine tozlaşmış dolgu maddeleri ilavesiyle gerçekten faydalıdır. (7)

IV.5. YAPIŞTIRICI VE BİRLEŞME YERİ DAYANIMI

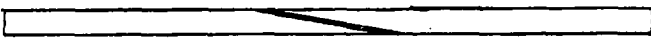
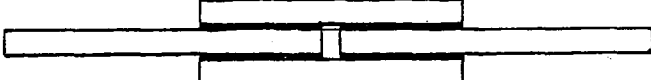
IV.S.1. Birleşme Yeri Dizaynı

Yapıştırıcılar çoğunlukla makaslama yüklenirler. Birleşme yerlerine ençok ayırma tipleri veya makaslama boyuna gerilme kuvvetleri uygulanır. Birleşme yerindeki basit makaslama doğan gerilmeler şekil IV.8 de gösterilir.



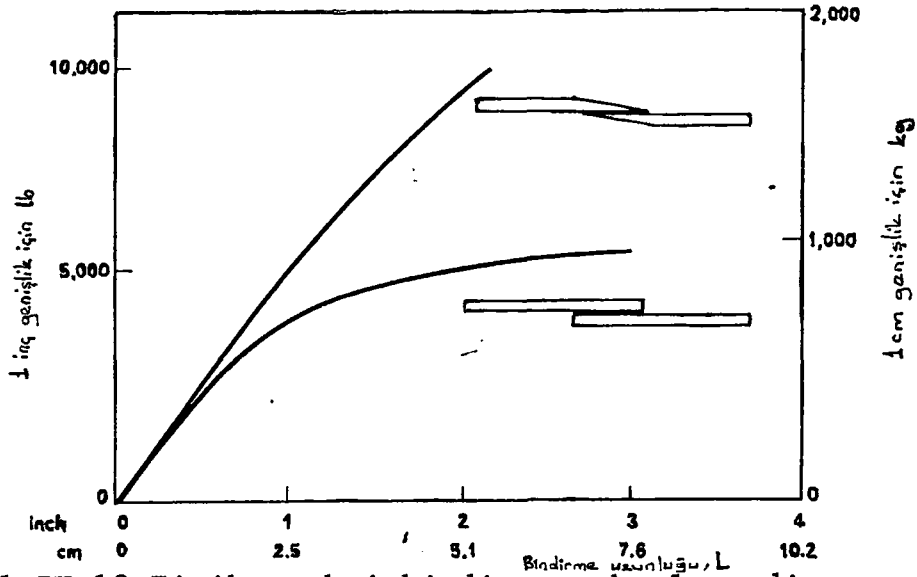
şekil IV.8. Germe esansında bindirilmiş birleşim yerinin durumu

(Lap shear) Bindirme makaslama içinde döndürme (bending forces) kuvvetleri, birleşim yerinde bir ayırma kopması meydana getirebilir. Dizaynın değiştirilmesi ayırmayı azaltabilir veya ortadan kaldırabilir. Aşağıda birleşim yerleri dayanımını arttırmak için dizaynlar gösterilmektedir.(şekil IV.9) (9)

	Tipik Dayanım	
	psi	kN/m ²
 Basit bindirme	3,000	20,700
 Eğimli bindirme		
 Uçlardan aklama	5,900	40,700
 Çift bindirme	6,400	44,100
 Çift eğimli bindirme		

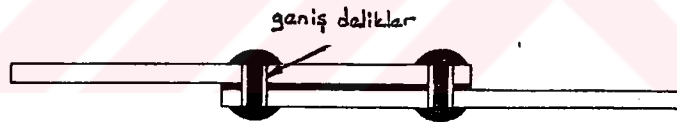
şekil IV.9. Yapıştırıcı birleşme dizaynları

Birleşme dizaynının etkisi şekil IV.10 grafiğinde gösterilir.



şekil IV.10 Tipik epoksi bindirme makaslama dizaynı

Ayırma kopmalarını ortadan kaldırmak için diğer teknikler yapıştırma ve perçinlemedir. Bu dizaynda, perçinler birleşme yerinin yakın kenarında olacaktır ve perçin delikleri genişlenilmelidir, yani yapıştırıcı, makaslama yükü olduğu halde perçinler ayrılmayı önleyecektir. (bak şekil IV.11) (g)



şekil IV.11. yapışma ve perçin birleşme yeri

IV.5.2. Yapışma Dayanımının Ölçümü

IV.5.2.1. Soyarak Ayırma

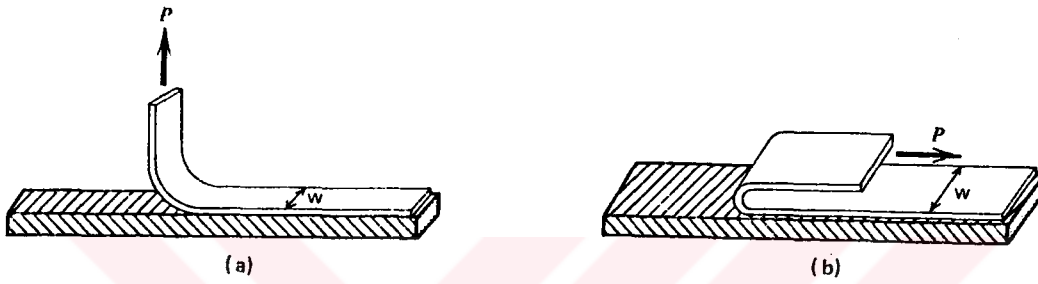
Soyma testi analiz için basit bir testtir. Çünkü kısımların deformasyonunun elastik enerjisi, soyma sırasında çok az değişir. Bu böyledir çünkü yapışmış tabakaların çoğu soyma kuvveti altında önemli miktarda uzamazlar. Yapışan tabakalar için ayrılma işlemi yükleme aleti tarafından doğrudan yapılır. Böylece 90°'lik soyma için (şekil IV.12.a) soyma kuvveti p (birim genişlik başına)

$P = G \cdot a$ ile verilir.

Burada G_a arayüzeyin birim alanı başına yapılan ayrılma işini gösterir. 180° lik soyma için (şekil IV12b)

$$P = G_a / 2 \text{ dir}$$

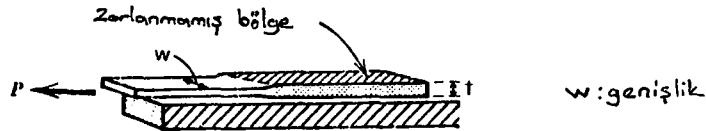
$1/2$ çarpanı yükleme noktasının ayrılma sınırının 2 katı hareket etmesinden kaynaklanır. (7)



şekil IV.12 : soyma testi (a) 90° (b) 180° w=genişlik

IV.5.2.2. Bindirme makaslaması (Lapshear)

Şekil değiştirebilen yapışkan bir tabakaya, yapışma düzlemine paralel bir kuvvet uygulandığında bu tabaka ayrılma işleminden sonra uzar. (şekil IV. 13)



Şekil IV.13 Kıvrık ayrılması

Lineer olarak elastik bir tabaka için birim genişlik başına ayırma kuvveti $P = G_a$ arasında

$$P^2 = 2 \zeta E G_a \text{ bağıntısı vardır.}$$

Burada E young elastiklik modülüdür ve t'de tabakanın kalınlığıdır. Çekme gerilmesi ζ_b ayrılabilen tabaka için

$$\zeta_b^2 = 2 E G_a / t \quad (1)$$

(1) ifadesi r yarıçaplı küçük bir dairesel boşluk içeren bir çubuğun çekme kırılma gerilmesi çözümüne benziyor. Bu çözüm

$$\sigma_b^2 = \pi E G_c / 3r \quad (2)$$

Burada G_c , kırılma düzleminin ilerlemesi için gerekli işi göstermektedir. Nitekim bu çözümde boşluk büyür ve yarıçap artar. Bunun sonucu olarak kırılma için bulunan gerilme azalır. Eğer uygulanan gerilme yeterince büyükse ve küçük iç boşluğu büyütebilirse, işlemin devamı için gerekli şartlar sağlanmıştır. Bu durumda çekme kırılması korkunç hale gelir. Öte yandan (1) denklemi bağlı bölgenin büyüklüğünü içermez. Makaslama ayrılmanın böylece sabit çekme gerilimi altında sürekli olarak yer alacağı anlaşılmıştır. Bu olay kalınlığın tersiyle de orantılıdır. Makaslama ayrılmasının bu özelliği, yapışmış elastomerik tabakalar için deneysel olarak ispatlanmıştır. Bunun sonucunda teorinin küçük üstüste gelme olaylarının da uygulanabileceği anlaşılmıştır. Bu olay ön gerilmeli tabakalar için ve eşit olmayan bileşenler için bükülme deformasyonunun önemli olduğu zamanda ortaya çıkar.

Bütün hallerde ayrılmaya ait basit enerji kriteri bunun genel olarak doğru ve geçerli olduğunu gösterir.

Ga'nın G_c 'ye göre oldukça büyük olması halinde ara yüzeydeki makaslama bozulmasından korkunç çekme bozunmasına geçiş bekler. Bu doğrultuda bir analiz, iyi yapıştırılmış laminer kompozitlerin kırılma dayanıklılığı ile, zayıf bağlanmış olanları arasındaki durumu ortaya çıkarır. (7)

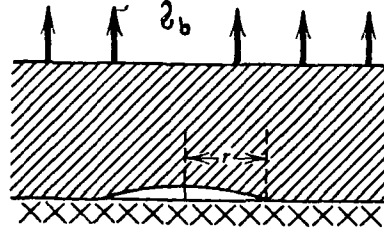
IV.5.2.3. Katı bir düzlemde çekme ayrılması

Bir elastik madde ve altında sert bir altlık bulunsun. Bu iki arasında çözülmüş (yapışkanlığı kopmuş) dairesel bir kısım bulunsun. (2) denkleme denk düşen denklem

$$\sigma_b^2 = 2\pi E G_c / 3r \quad (3)$$

olup burada σ_b dairesel kopuk kısmın oluşumunu (büyümesini) sağlayan uygulanmış gerilmelidir.

Aynı sonuçlar baskı altındaki bir kopuktanda elde edilebilir. Şartlar aynıdır. Eğer yapışmış madde bütünüyle sıkıştırılmazsa (ki burada öyle varsayılmıştır) bu durumda uygulanmış σ_b çekme gerilmesi mekanik olarak kopuğun iç kısmından uygulanmış σ_b başıncına eşittir.(7)



şekil IV.14. r: yarıçap

V. KAUÇUK METAL YAPIŞTIRMA ÇALIŞMALARI

Kauçukla metalin yapıştırılmasından sonra yapılacak çekme testinde çoğunlukla kauçuk tarafında kopma olur. Bundan, kauçuğun metale yapıştığı yerlere yakın kısımlarda direncinin azaldığı anlaşılır. İyi bir kauçuk/metal yapıştırıcısında kopma değeri yanında kopmanın kauçuğun hangi kısımlarında olduğu da önemlidir. Kauçuk/metal yapışmasında kopma dayanımı değerinin yüksek olmasının yanı sıra ileride ortaya çıkabilecek korozyona karşı dayanıklılık da aranılan en önemli özelliktir. Çünkü korozyon nedeni ile zamanla daha düşük yapışma değerleri ortaya çıkabilir. Bu nedenle korozyona karşı dayanıklı ve metali koruyan bir yapıştırıcı sisteminin kullanılması gereklidir.(10)

V.1. KAUÇUK KATKI MADDELERİ

Yapıştırıcı seçiminde metalin cinsi değil kauçuğun cinsi gözüne alınır.

V.1.1. Dolgu Maddeleri

Genel olarak yumuşak kauçukların yapıştırılması sert olanlara göre daha zordur. Burada sertlik ölçüsü minimum 45-50 shore A olmalıdır. Metal yüzeyine güç yapışan kauçuk çeşitleri-

nin kullanılması **durumunda** aynı cins kauçuğun daha sert çeşidi nin tolual/benzin içersindeki çözeltisi kauçuğun üzerine sürülerek sertlik sağlanır. (10)

V 1.2. Yumuşatıcılar

Yüksek miktarlarda veya kauçuğun yapısına uygun olmayan yumuşatıcıların kullanılması durumunda kauçukta kısımlar görülebilir. Şöyleki kükürdü çözünür hale getirip veya bağlanmamış kükürdü lastik yüzeyine taşıyıp " kuma " oluştururlar. Kuma olayının önlenebilmesi için " çözünmeyen kükürt " denilen amorf kükürt kullanma yoluna gidilmelidir. Kuma olayı kauçuğun metale iyi yapışmasına engel olur. (11)

V.2. METAL YÜZEYİNİN HAZIRLANMASI

İyi bir metal/kauçuk yapışması elde etmek için, su ve korozyona dayanıklılığını sağlamak için metal yüzeyinin iyi bir şekilde hazırlanması gerekmektedir. Metal yüzeyi üzerindeki oksit tabakalarını mekanik olarak temizlemelidir.

Metal yüzeyi temel olarak iki şekilde hazırlanır :
(Tablo V.1.)

- a) Mekanik hazırlama
- b) Kimyasal hazırlama

Mekanik hazırlama sırası ile aşağıdaki şekilde yapılır.

- 1) Trikloretillen'le yağ alma.
- 2) Kumlama yapma.
- 3) kumlama artıklarını temizleme.
- 4) Trikloretillen buharı ile yağ alma.
- 5) Mümkün olduğu kadar çabuk 1. kat yapıştırıcıyı sürme.

Genel olarak kumlamada çelik ve demir için döküm artıkları, bakır alüminyum, pirinç ve paslanmaz çelik için alüminyum

M
E
T
A
L
L
E
R

	MEKANİK	KİMYASAL
Çelik	Döküm artığı	Fosfatlama
Paslanmaz Çelik	Aluminyum oksit ve Silikat	Alkali yağ alma
Bakır	"	
Prinç	"	
Bronz	"	
Çinko	"	Kromatlama
Kadmiyum	"	"
Aluminyum	"	"
Duraluminyum	"	"
Poliamid	İnce zımpara	formik asit
Polipropilen		klorsülfonik asit
Akril butilstiren	İnce zımpara	yağ alma
Poli etilen (karbon siyahı ihtiva eden)		yağ alma
Polioksiretilen		P-toluol sülfonik asit
Politetrafloretillen		sıvı amonyak içerisinde sodyum ile aşındırma
Poli etilen	İnce zımpara	

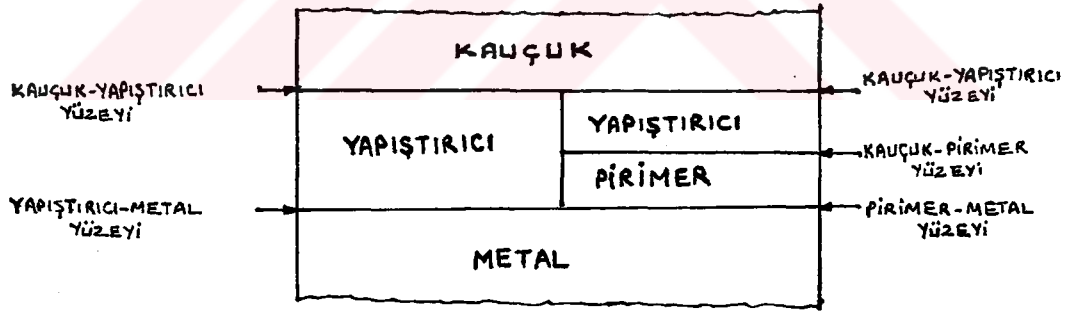
P
L
A
S
T
İ
K
L
E
R

Tablo V.1 Yüzey hazırlama

oksit ve silikat (inert) kullanılır. Kumlamada kullanılacak mekanik maddelerin büyüklüğü 0,8 - 1,2 mm olmalıdır. Kimyasal olarak metal yüzeyinin hazırlanması işlemi her metal gruplarında farklı uygulama gerektirdiğinden daha karmaşıktır. İki katlı sistemde kimyasal ile metalik hazırlama arasında fark yoktur. (10)

V.3. KAUKUK/METAL BAĞLANMASI ESANASINDA YAPABİLECEK HATALAR

Şekil V.1. de belirtildiği gibi tek katlı veya çift katlı sistemler kullanılabilir. Yapıştırıcı filmi yaklaşık olarak 10 ila 20 mikron arasındadır. Bu şekilde kauçuk ve metal ayrı ayrı görülmektedir. Böylelikle ortaya çıkabilecek birleşme hatalarının nedenlerini aramak kolaylaşacaktır. (10)



şekil V.1.

Ortaya çıkabilecek birleşme hataları :

- 1- Kauçuk/bağlayıcı hatası

Pratikte en çok ortaya çıkan hatalardan olup aşağıda belirtilen nedenlerden kaynaklanabilir.

a) Hamur Karışımı :

- Uzun süreli veya yüksek depolama ıslısından dolayı yüksek vulkanizasyona maruz kalmış
- Henüz akıcı haldeyken vulkanizasyon başlamış.
- Çok fazla veya uygun olmayan yumuşatıcı ihtiva ediyor, bu nedenle kuma yapıyor.
- Yeteri kadar dolgu maddesi yok, shore sertliği düşük
- Çok düşük sıcaklıklarda (130°C nin altında) vulkanize oluyor.
- Vulkanizasyon tamamlanmamış.
- Yüzeydeki kalıp ayırıcı vulkanizasyon esnasında resorbe oluyor.

b) Bağlayıcı

- yanlış seçilmiş
- İyice karıştırılmamış
- Çok ince sürülmüş (bu durum özellikle yumuşak hamurlarda önemli dir.)
- uzun zaman ısıya maruz kalmış ve polimerize olmuş.
- Depolama esnasında kuru olmasına rağmen metal parçalarının kirlenmiş olması

c) Vulkanizasyon :

Isı transferi pres ve kalıp, kalıp duvarı ve metal arasında yeterli değil.

2- Metal hatası

Yapıştırıcı-primer/Metal arası

Bu tür hatalar genel olarak metal yüzeyini hazırlama iş-

lemlerinin yeterli olmayışından kaynaklanmaktadır. Diğer nedenler aşağıdaki gibidir .

a) Yapıştırıcı :

- iyice karıştırılmamıştır.
- sürme işleminden sonra yapıştırıcı filmi tam kurumamıştır.
- Pistole ile püskürtme sırasında metale ulaşmadan havada kuruma olmuştur. (Pistole uzaktan tutuluyor veya yüksek basınçla çalışıyor .)

b) Metal Yüzeyi :

- yüzey kirli ve yağlı, iyi temizlenmemiş,
- metal temizlenmesi ile yapıştırıcı sürülmesi işlemleri arasındaki zaman süresinde metal paslanmış veya aktivitesi kaybetmiş.
- Metal yüzeyi kumlama maddesinden iyice arındırılmamış

c) Vulkanizasyon

Uzun zaman yüksek sıcaklıkta tutulmuş.

3- Yapıştırıcı/primer hatası

Normal olarak üretim sırasında böyle hatalarla karşılaşılmaz . Ancak aşağıdaki nedenlere bağlı olarak yapıştırıcı / primer hatası ortaya çıkabilir.

a) Primer

- yapıştırıcı sürülürken primer henüz kurumamıştır.

b) Kauçuk hamuru

- çok fazla yumuşatıcı içerdiği için yumuşatıcı, yapıştırıcı

filmini bozuyor.

c) Başlayıcı

- iyice karıştırılmamış
- pistole ile püskürtme esnasında havada kuruyor.



VI. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

VI.1. Yapıştırma için kullanılan kauçuk hamurunun hazırlanışı

Deneysel çalışmada kullanılan karışım reçetesi I, tablo VI.1. de verilmiştir :

Tablo VI.1. Karışım Reçetesi I

Kullanılan Malzemeler	Birim ağırlık olarak kullanılan miktar
*Kauçuk (Nitril 4550)	100
Dolgu maddesi (karbon siyahı) (FEF)	75
Yumuşatıcı	25
Reçine (cımaran)	2,5
Aktivatör (çinkooksit)	5
Aktivatör (stearikasit)	0,5
Antioksidant	5,5
Hızlandırıcı	2,4
Pişirici (kükürt)	0,35

*Nitril 4550 kauçuğunda, ilk iki rakama akrilonitril yüzdesini (%45) göstermektedir.

Dolgu maddesi olarak kullanılan karbon siyahı (FEF) fırın siyahları grubuna girmektedir. Yüksek derecede kuvvetlendirme etkisi vardır.

Yumuşatıcı olarak kullanılan madde, madeni proses yağlarından olan, aromatik bazlı yağ'lardır. Yumuşatıcının kullanılmasıdaki amaç, dolgu maddesi ve diğer maddelerin dağılımının daha iyi olması ve karışımın akıcılığını , işlenmesini kolaylaştırmaktır.

Reçine, kauçuk katları arasındaki yapışmayı arttırır. Aktivatörler, hamurdaki dolgu maddesini ve hızlandırıcıyı aktive ederler. Stearik asit aktivatörü, en fazla %0,5 oranında katılır, (fazla miktarı, kauçuk katları arasındaki yapışmayı kötüleştirir.) Çinko oksit aktivatörü ise en fazla %5 oramında katılır. (%5'ten fazlası aktövatör görevi görmez)

Antioksidant, yaşlanmayı önleyici olarak kullanılır.

Kükürt , vulkanizasyon esnasında çapraz bağlar oluşturarak kauçuğun plastik halden, elastik hale dönüşümünü sağlar.

Karışım reçetesindeki tüm bu maddeler resim 1. de görülen hamur makinasında karıştırıldı. Önce kauçuk merdanelerden geçirildi. Merdane üzerine sarılan kauçuk, bıçakla kesilerek yeniden merdanelere verildi. Bu işlem devam ederken, diğer maddeler azar azar kauçuğa eklendi. Tüm bu maddeler iyice karışana kadar işlem sürdürüldü.

Karışım reçetesi I hamuruna, yapışmayı arttırabilecek ilaveler katılarak, iki farklı hamur yani, karışım reçetesi II ve karışım reçetesi III hazırlandı. Yapışmayı arttıracak maddelerin adları ve miktarları , tablo VI.2 de verilmiştir.

Tablo VI.2. Karışım reçetesi II ve karışım reçetesi III

Karışım Reçetesi II	Karışım Reçetesi III
200 gr hamura	200 gr hamura
(5020) 10 gr Durez *	(2105-) 15 gr Egesil ** (6444-) 1,5 gr Heksometilentetramil (6546-) 3 gr. Resalsinal

*Durez : Fenalformaldehit reçine

** Amorf SiO₂

VI.2. Yapıştırıcının Özellikleri

Öncelikle, yapıştırıcı seçiminde, üzerine yapıştırılan metalin değil, yapıştırılan kauçuğun cinsinin önemli olduğu gözönünde bulundurulmalıdır. Bu deneysel çalışmada, yüksek yapışma kuvvetine sahip, chemosil adı verilen yapıştırıcı türü kullanılmıştır.

Chermosiller, her tür kauçukta kullanılır. Metalin korozyona karşı dayanımını sağlar. Fırça ile sürme, daldırma ve püskürtme sistemleri ile kolaylıkla uygulanabilir.

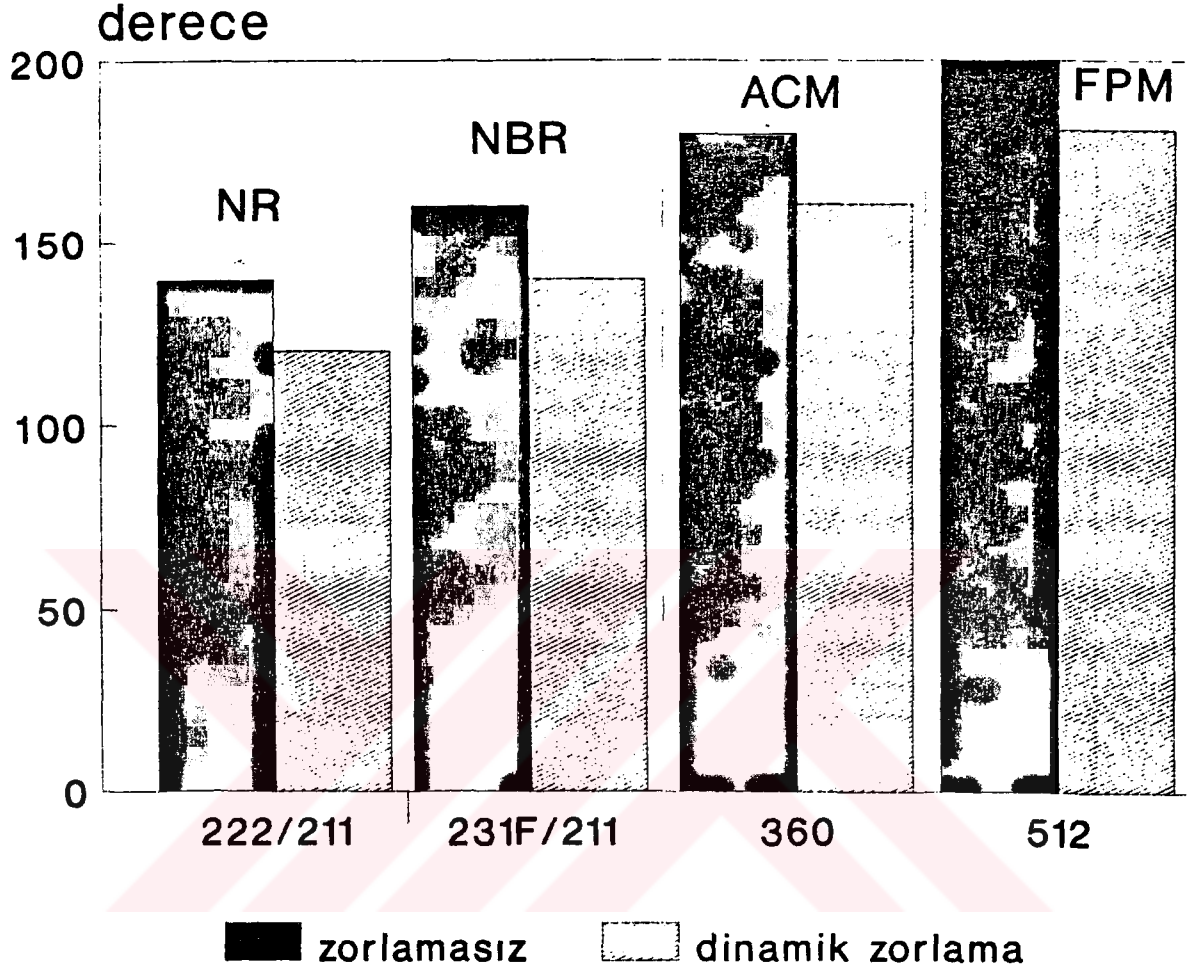
Tablo VI.3. de kauçuk tiplerine uygun bazı chemosil çeşitleri görülmektedir. Bu araştırma da kullanıldığımız kauçuk NBR için en uygun yapıştırıcılar arasında olan ve kolay temin ettiğimiz chemosil 220 ve chemosil 211 yapıştırıcılarıyla, yapıştırma işlemi uygulandı.

Bazı chemosil tiplerinin ısıya karşı dayanımları da tablo VI.4 de verilmiştir.

Tablo VI.3. Bağlayıcı Seçimi

Chemosil	211	220	222	231F	256	310	350	411	X6025	360
BR				X	X			X	X	
CR				X	X	X		X	X	
ECO/CO				X	X		X	X		X
IIR		X		X	X			X	X	
NBR	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
HNBR	X		X	X	X		X	X		X
NR, IR		X	X	X	X			X	X	
SBR		X	X	X	X			X	X	
ACM				X	X			X	X	
CSM/CM				X	X			X	X	
EPDM				X	X			X	X	

Tablo VI.4 Sıcağa karşı dayanım



Yapıştırıcıyı gölgede depolamaya dikkat etmek gerekir. Oda sıcaklığında çalışmalı ve nemli ortamda yapıştırma yapmaktan kaçınılmalıdır. Yapıştırıcı gerekirse inceltilmeli, inceltilmiş mamül devamlı karıştırılmalıdır. İnceltme işlemi, yapıştırıcıyla birlikte verilen teknik dökümanlara uygun olarak yapılır.

Chemosilli metaller uzun süre depolanabilir. Yüzeyi mekanik olarak hazırlanan metal parçaları aynı gün kaplanmalıdır. Yüzeyi kimyasal olarak hazırlanan metal parçaları ise 2 ile 4 hafta içerisinde kaplanabilir.

VI.3. Yapıştırma işlemi için metal melzeme yüzeyinin hazırlanması

Bu araştırmada çelik yüzeyine, kuvvetli ve dayanıklı yapıştırma sağlamak için, mekanik hazırlama işlemi uygulandı.

Deneyler dikdörgen şeklindeki sacnumunelerle yapıldı.

Sac numune üzerinde ilk olarak kumlama işlemi yapıldı. Kumlama işlemi, kompresörden sağlanan 8 kg/cm² hava basıncıyla, bir nozuldan gelen 0,5 - 1,2 mm büyüklüğündeki sert döküm artıklarıyla yapıldı. Böylece çelik yüzeyi, pas ve yabancı maddelerden uzaklaştırıldı ve yüzey gerilim arttırıldı.

Kumlamanının ardından, yağ çözücü, yanmaz ve uçucu bir malzeme olan trikloretilenle metal yüzeyi yıkandı.

Kumlama yapılmadan incelenecek olan numuneler ise, sadece triklor etilenle yıkandı ve böylece yapışmaya hazır hale getirildi.

Hazırlanan metal yüzeylerine, paslanma oluşumdan veya metal aktivitesini kaybetmeden, hemen yapıştırıcı tatbik edildi.

VI.4. Yapıştırma İşleminin Yapılması

Yapıştırıcı olarak, nitril kauçuk için uygun olan ve kolay temin ettiğimiz chemasil 220 ve chemosil 211 kullanıldı.

Öncelikle, yapıştırıcı kutusu içinde yaklaşık 20 dakika havalı tabancayla karıştırıldı. Hazırlanmış metal yüzeyine, iyi kaliteli yumuşak fırça ile, chemosil 211 sürüldü. (Metal yüzeyi görünmeyecek şekilde, yapıştırıcı tatbik etmeye dikkat etmelidir.) Sonra 20 dakika kurumuyaa bırakıldı.

İkinci kat chemosil kauçuk cinsine göre değişir. Birinci kat chemosil kuruduktan sonra, ikinci kat chemosil 220 tatbik edildi ve 40 dakika kuruması beklendi. Kuruduktan sonra, yüzey üzerine kauçuk malzeme kaplandı. İşlem sonunda yapılacak muayeneyi kolaylaştırmak için reyon bez (veya kart bezi) ile takviye yapıldı ve üzeri yeniden kauçukla kaplandı.

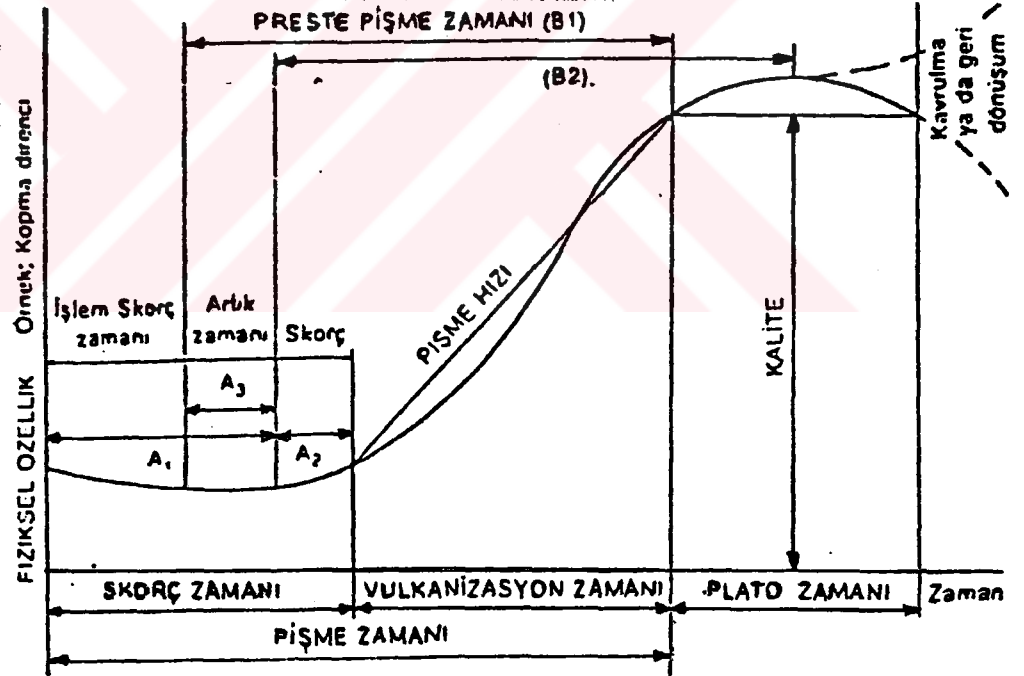
Hazırlanan numuneler, numuneye uygun bir kalıp içersinde, metal kısım altta olacak şekilde yerleştirildi. Resim 2'de görülen vulkanizasyon presi içersinde, 160 bar basınç altında vul-

kanizasyon işlemi yapıldı. Reometre cihazından elde edilen belirli sıcaklık ve zamanda vulkanizasyon işlemi gerçekleştirildi. (150°C 'ta 25 dakika)

Vulkanizasyon sonunda numuneler, oda sıcaklığında ve hava ortamında soğutuldu.

VI.4.1. Vulkanizasyon zaman ve sıcaklığının tesbiti

Daha önce hazırlanmış olan hamurdan deney numunesi olarak $3 \times 3 \times 1$ mm boyutlarında parça kesildi, reometre cihazına koyuldu ve çeneler kapatıldı. 150°C ta pişirilmeye başlandı. Monitörden eğri oluşumu izlenirken, plato oluşunca cihaz açıldı. Stampa'dan pişme süresi 25 dakika olarak okundu . (Resim 3 Reometre cihazı)



şekil VI.1. Reometre eğrisi

Şekil VI.1. deki reometre eğrisinde görüldüğü gibi plato zamanı ne kadar artarsa, pişme süreside artar. Skorç zamanı kauçuğun pişmeye başladığı zaman olarak belirlenir.

Şekil VI.1. deki eğri değerleri , stampa adı verilen reometre yazıcısından çıkan dökümandan elde edilir.

VI.5. Yapıştırma işlemi sonucu yapılan muayeneler

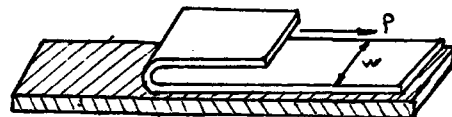
Vulkanizasyona tabi tutulan ve daha sonra soğutulan numuneler , yapılan işlemin özelliğine göre 8 gruba ayrıldı. Bu gruplar Tablo VI.5 de gösterilmiştir.

Grup	İşlem Çeşitleri
1	kumlanmış + karışım I
2	kumlanmış + chemosil + karışım I
3	kumlanmamış + karışım I
4	kumlanmamış + chemosil + karışım I
5	Kumlanmış + karışım II
6	kumlanmış + chemosil + karışım II
7	kumlanmış + karışım III
8	kumlanmış + chemosil + karışım III

Tablo VI.5. Hazırlanan numune grupları

VI.5.1. Soyarak Ayırma Muayenesi

Bu muayene için dinometre adı verilen ayırma cihazı kullanıldı. (resim 4.) Numunenin kauçuk ucu, hareketli olan alt çeneye, metal ucu üst çeneye bağlandı. Cihaz, dakikada 1 mm olan hız ile, kauçuğu metalden ayırmaya çalıştı. Ayırma için gerekli olan yük tesbit edildi.



Şekil VI.2. Soyarak ayırma w= genişlik.

VII. SONUÇLAR

VII.1. Genel Sonuçlar

1. Yapıştırıcı kullanılmayan 1 ve 3. grup numunelerde (tablo VI.5.) hiç yapışma olmadı
2. Yapıştırıcı kullanılan 2 ve 4. grup numunelerde yüzeyin kumlanmış ve kumlanmamış olmasına göre dinamometreden şu sonuçlar alındı :

2 numunesi 11,8 kg'da 4 numunesi 9,6 kg'da ayrıldı Numune genişliği (w) bağlı olarak w :4 cm

$$11,8 / 4 = 1,95 \text{ kg/cm}$$

$$9,6 / 4 = 2,4 \text{ kg/cm}$$

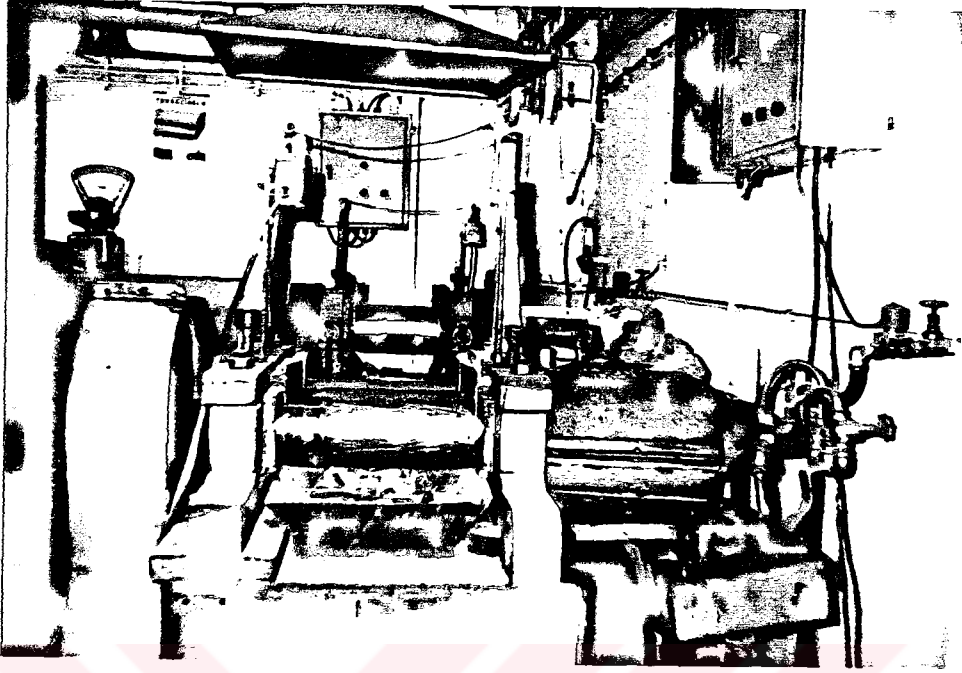
3. 5 ve 7. grup numunelerde de yapışma olmadı.
4. 6. ve 8. grup numunelerde , kauçukta kopma oluştuğundan dinamometreden bir sonuç alınamadı.

VII.2. Sonuçların İrdelenmesi

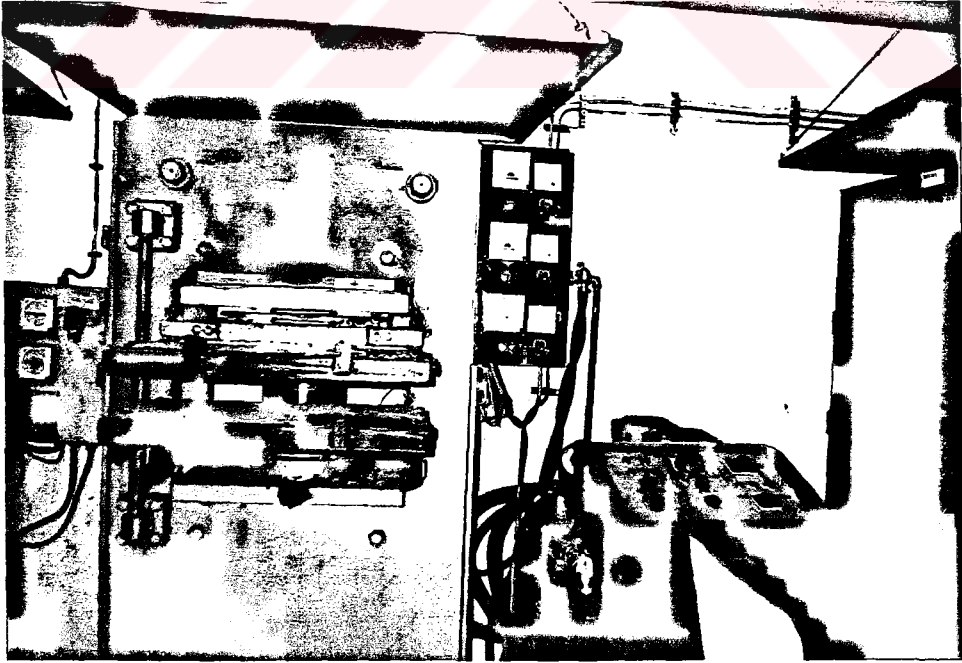
Genel sonuçlardan görüldüğü gibi, kauçuk-metal yapıştırılmasında, en iyi yapışmayı, yapıştırıcı kullanımı vermiştir.

Yapıştırıcı kullanımının yanında, metal yüzeyinin hazırlanmasının, kauçuğun-metalden ayrılma kuvvetini arttıracaklarını tesbit edilmiştir.

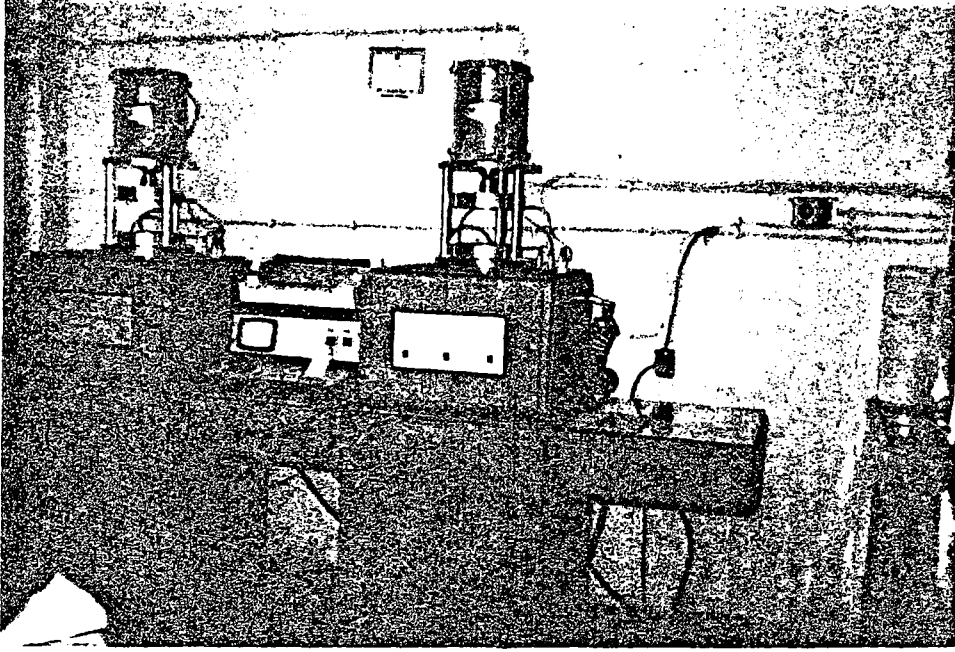
Yüzeyi hazırlanmış, yapıştırıcı sürülmüş bir metalden, karışım reçetesine yapışabilirliği arttıracak ilaveler katılmış bir kauçuğun, dinamometrede ayrılmadığı tesbit edilmiştir. Bu durum, yapışmanın kuvvetinin kauçuğun kuvvetinden yüksek olduğunu göstermiştir.



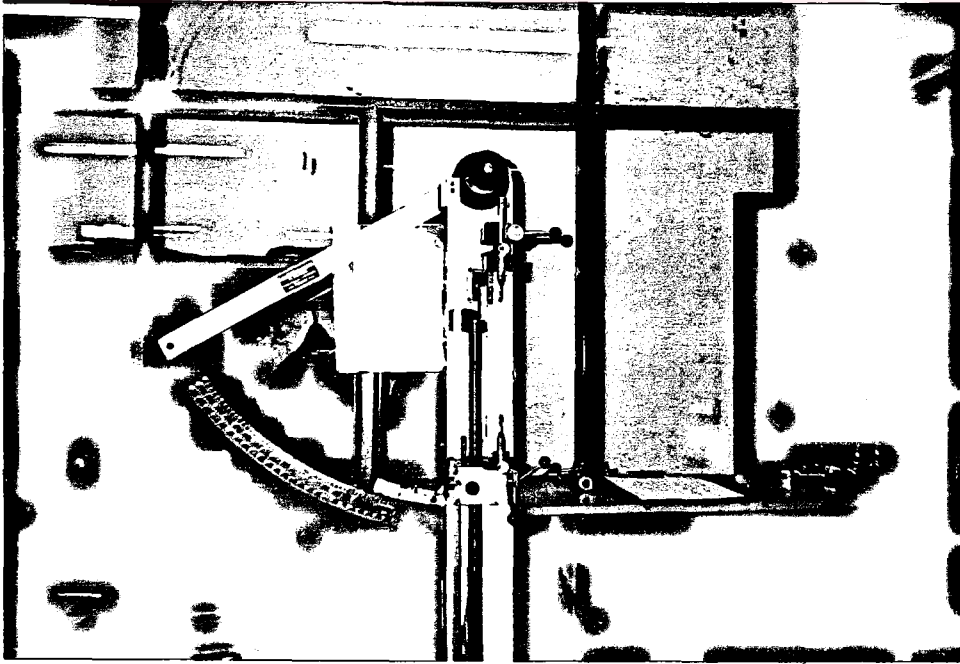
Resim 1. Hamur Makinası



Resim 2. Vulkanizasyon Presi



Resim 3. Reometre Cihazı



Resim 4. Dinamometre (Ayırma Cihazı)

KAYNAKLAR

1. Bayrak, S., " kauçuklarda Seçim Kriterleri " Yıldız Üniv. Müh. Fakültesi, Metalurji Müh. Lisans Tezi, 1991
2. Kauçuk Derneği, Kauçuk Dergisi Sayı 1, Kasım 1991
3. Marşoğlu , M., " Plastik Malzemeler " Yıldız Üniv. Müh. Fakültesi, Metalurji Müh. Bölümü, İst. 1986.
4. Tager, A., " Physical Chemistry of Polymers " (Translated from the Russian by David Sobolev and Nicholas Bobrov) Mr. Publishers Moscow , 1978
5. Akdeniz, H. " Çapraz Bağlanma " Kauçuk Derneği, Kauçuk Teknolojisine Giriş Kurs notları, 1989
6. Şen,C. " Kauçuklar " Otomarsan A.Ş., 1989
7. Second Edition Encyclopediea of polymer Science and Engineering Vol.1 , 1975
8. Charles A. Harper " Handbook of Plastics and Elastomers " Westing House Electric Corporation Baltimore, Maryland MCRRAW -HILL , 1975
9. Walter E.Driver " Plastics Chemistry and Technology " Texas Urethanes Incorporated Austin Texas Van Nostrand Reinhold Company, 1979
10. Türk Henkel Chemosiller ile Çalışma Yöntemleri Seminer Notları, 1991
11. Kauçuk Derneği Karbokimya A.Ş. notları 1989
12. Akdeniz, H., " Dolgu Maddeleri " Kauçuk Derneği, Kauçuk Teknolojisine Giriş Kurs Notları, 1989