

7075 Alaşının Film Yapıştırıcı İle Birleştirilmesi Ve
Alternatifi Olabilecek Diğer Birleştirme Teknikleri İle Karşılaştırılması

Emre Orak

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Ocak 2007

The Combining Of 7075 Alloys With Film Adhesives And
Its Compare With Other Alternative Combination
Techniques

Emre Orak

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Mechanical Engineering

Ocak 2007

7075 Alaşımının Film Yapıştırıcı İle Birleştirilmesi Ve
Alternatifi Olabilecek Diğer Birleştirme Teknikleri İle Karşılaştırılması

Emre Orak

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı
İmalat-Konstrüksiyon Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Yar. Doç. Dr. Melih Cemal Kuşhan

Ocak 2007

Emre Orak'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “7075 Alaşımının Yapıştırıcı İle Birleştirilmesi Ve Alternatif Olabilecek Diğer Birleştirme Teknikleri İle Karşılaştırılması” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir

Üye : Yar. Doç. Dr. Melih Cemal Kuşhan

Üye : Yar. Doç. Dr. Dilek Turan

Üye : Yar. Doç. Dr. Müge A. Kayrak

Üye : Yar. Doç. Dr. Osman N. Çelik

Üye : Yar. Doç. Dr. Naci Zafer

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve
..... Sayılı kararıyla onaylanmıştır

Prof.Dr. Abdurrahman Karamancıoğlu
Enstitü Müdürü

ÖZET

Günümüzde gerek askeri gerekse sivil alanda hizmet veren uçakların tasarımında kullanılan birleştirme usulleri teknoloji ile paralel olarak gelişmektedir. Zorlayıcı rekabet koşulları nedeniyle daha hızlı uçaklar üretmek için klasik yöntemlerden vazgeçildiği görülmektedir.

Bu çalışmada havacılıkta kullanılan malzemeler ile yeni kullanılmaya başlanmış ve bir çeşit birleştirme tekniği olan metal yapıştırma değerlendirilmiştir.

Yüksek mukavemetli 7075 alaşımının yapıştırma öncesi yüzey hazırlama işlemleri ve yapıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yapıştırma işleminin başarısını irdeleyebilmek için klasik birleştirme tekniklerinden kaynak ile birleştirme ve perçin ile birleştirme işleminin kopma mukavemet değerleri ile bulunmuş ve karşılaştırılmıştır.

Gelecekte, plastiklerin daha da gelişmesiyle yapıştırma işlemi ile daha iyi sonuçlar alınabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Yapıştırma, Kopma Mukavemeti, Yüzey Hazırlama İşlemleri

SUMMARY

Combine processes which are used for aircraft design give services in both military and public area, develop with technology at the same time. It seems that for produce faster aircraft they give up the classic method because of the forceful competition condition

In this study metal bonding which is used for combining the materials in aviation.

High strength 7075 alloy's before combining surface preparing processes and combining processes has done. To show combining success, classic combining method of combining with welding and combining with riveted of fracture strength values are found by experiments and compared.

In the future if the plastics develop more and more, with bonding process we will take better result

Keywords: Bonding, Fracture Strength, Surface Preparing Process

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimin ve tez çalışmalarım boyunca danışmanlığımı yaparak beni yönlendiren Yar.Doç.Dr. Melih C. Kuşhan'a tez çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen Duygu Erten'e ve Enis Orak'a teşekkürü bir borç bilirim

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	V
SUMMARY.....	Vi
TEŞEKKÜR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1.GİRİŞ	1
2.HAVACILIK MALZEMELERİ.....	2
2.1. Alüminyum Alaşımları	2
2.2. Magnezyum Alaşımları	4
2.3. Titanyum Alaşımları.....	5
2.4. Paslanmaz Çelikler	6
2.5. Süper Alaşımlar	6
2.6. Kompozitler	7
2.7. Seramikler	8
3.GENEL YAPIŞTIRMA.....	10
3.1.Yapıştırma Sınıfları	10
3.2. Yapıştırma Teknikleri	13
3.2.1. Aynı anda yapışma.....	13
3.2.2. Kademeli yapıştırma	13
3.2.3. İkincil yapışma	14
3.3. Yapıştırıcının Uygulanmasına Göre Birleştirme Çeşitleri Ve Kendi Aralarında Mukayeseleri	15
3.4. Yapıştırmanın Avantaj ve Dezavantajları	16
3.4.1. Yapıştırmanın avantajları	16
3.4.2. Yapıştırmanın dezavantajları	17
3.5. Yapıştırmada Dikkat Edilecek Genel Kurallar.....	18

İÇİNDEKİLER (devamı)

Sayfa

3.6. Yapıştırma Malzemeleri:	18
3.6.1. Fenolikler	19
3.6.2. Epoksiler	19
3.6.3. Poliüretanlar	20
3.6.4. Poliamidler	20
3.6.5. Akriklikler	21
3.6.6. Silikonlar	22
3.6.7. Astar boyalar	23
3.7. Yapıştırılacak Metal Yüzeylerin Kimyasal İşlemlerle Hazırlanmasında Dikkat Edilecek Hususlar	23
3.8. Yapıştırma Sorunları Ve Çözümleri	25
3.9. Yapıştırmanın Ek Yerinden Kopması	26
3.9.1. Adhezyon kopması.....	26
3.9.2. Kohezyon kopması.....	26
3.10. Titanyum Parçalarda Bonding Öncesi Yüzey Hazırlama İşlemleri	26
3.10.1. Alkaline banyosunda yıkama	27
3.10.2. Sıcak suda durulama	28
3.10.3. Titanyumun diğer metallerden arındırılması	29
3.10.4. Soğuk suda durulama	29
3.10.5. Yapıştırma öncesi dağlama	30
3.10.6. Soğuk suda durulama	31
3.10.7. Yapıştırma öncesi fosfatlama	32
3.10.8. Soğuk suda durulama	33
3.10.9. Tespitleme	33
3.10.10. Sprey durulama	33
3.10.11. Kurutma	33
3.11. Alüminyum Parçalarda Yapıştırma Öncesi Yüzey Hazırlama İşlemleri	34
3.11.1. Alkaline banyosunda yıkama	34
3.11.2. Sıcak suda durulama	35
3.11.3. Soğuk suda durulama	36
3.11.4. Oksitlerden arındırma işlemi	37
3.11.5. Soğuk suda durulama	38
3.11.6. Anotlama işlemi	38
3.11.7. Sprey durulama	39
3.11.8. Askıda kurutma	40
3.11.9. Sızdırmazlık işlemi	41
3.12. Çelik Parçaların Yüzey Hazırlama İşlemleri	42
3.12.1. Kadmiyum kaplama	42
3.13. Yapıştırma (Bonding)	43

İÇİNDEKİLER (devamı)

Sayfa

4. DENEYSEL ÇALIŞMA.....	45
4.1. Test Numunelerinin Hazırlanması	45
4.2. Yapıştırma İşleminde Kullanılan Film Yapıştırıcı.....	46
4.3. Yapıştırma İşlemi.....	47
4.4. Yapıştırma İşlemine Tabi Tutulmuş Parçaların Kesme Gerilmesi	54
4.5. Kaynaklı Ve Lehimli Birleştirme.....	56
5. SONUÇLAR.....	60
6. KAYNAKLAR DİZİNİ	62
ÖZGEÇMİŞ	63

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Yapısal yapıştırma (Otabatmaz ,2000)	11
Şekil 3.2. Yapıştırma mukavemet çeşitleri (Otabatmaz , 2000).....	12
Şekil 3.3. Yapıştırma mukavemet (Otabatmaz , 2000)	12
Şekil 3.4. Aynı anda yapışma(Otabatmaz , 2000).....	13
Şekil 3.5. Kademeli yapıştırma(Otabatmaz , 2000)	14
Şekil 3.6. İkincil yapıştırma(Otabatmaz , 2000)	15
Şekil 3.7. Yapıştırıcının kullanım şekilleri(Otabatmaz , 2000).....	15
Şekil 3.8. Yapıştırıcının kullanım şekilleri(Otabatmaz , 2000).....	16
Şekil 3.9. Kimyasal tanklarda metal parçaların bağlanması (Otabatmaz , 2000).....	24
Şekil 3.10. Kimyasal tanklarda metal parçaların bağlanması(Otabatmaz , 2000).....	25
Şekil 3.11. Alkalin banyosu	27
Şekil 3.12. Sıcak su banyosu.....	28
Şekil 3.13 Arındırma banyosu	29
Şekil 3.14 Durulama banyosu	30
Şekil 3.15. Bond öncesi dağlama	31
Şekil 3.16. Yapıştırma öncesi fosfatlama.....	32
Şekil 3.17 Alkalin banyosunda yıkama.....	35
Şekil 3.18. Sıcak suda durulama	36
Şekil 3.19. Soğuk suda durulama.....	37
Şekil 3.20. Oksitlerden arındırma işlemi	38
Şekil 3.21. Anodize işlemi	39
Şekil 3.22. Sprey durulama.....	40
Şekil 3.23. Askıda kurutma.....	40
Şekil 3.24. Sızdırmazlık tankı	41
Şekil 3.25. Kadmiyum kaplama ünitesi	43
Şekil 4.1. Test numunesi şematik gösterim.....	46
Şekil 4.2. Vakum çantası elemanları.....	48
Şekil 4.3. Vakum çantası elemanı	49
Şekil 4.4. Test numuneleri	49
Şekil 4.5. Vakum çantası oluşturulması.....	50
Şekil 4.6. Vakum vanası	51
Şekil 4.7. Basınç ölçer	51
Şekil 4.8. Vakum çantası	52
Şekil 4.9. Vakumlama işlemi	52
Hazırlanan vakum çantası vakum altında çalışan özel fırına kür olması için yerleştirilir	53
Şekil 4.10. Vakum fırını	53
Şekil 4.11. Vakum altında fırınlama	53
Şekil 4.12. Kür olmuş parça.....	54
Şekil 4.13. Yapıştırılan parçanın şematik gösterimi	55
Şekil 4.14. Çekme testi	55
Şekil 4.15. Çekme işlemi sonrasında numune	56
Şekil 4.16. Alüminyum kaynağı	57
Şekil 4.17. Perçinli birleştirme.....	57
Şekil 4.18. Çift perçinli birleştirme.....	58
Şekil 5.1 Elde edilen sonuçların karşılaştırılması	60

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Savunma sanayinde kullanılan malzemeler(Kuşhan, 2003)	3
Çizelge 4.1. Film yapıştırıcının özellikleri.....	46
Çizelge 4.2. Film yapıştırıcının kopma dayanımı ve elastisite modülü	47
Çizelge 4.3. Yapıştırma ile birleştirilen parçalara ait kopma değerleri.....	58
Çizelge 4.4. Kaynak ile birleştirilen parçalara ait kopma değerleri	59
Çizelge 4.5. Tek perçin ile birleştirilen parçalara ait kopma değerleri	59
Çizelge 4.6. Çift perçin ile birleştirilen parçalara ait kopma değerleri	59

1.GİRİŞ

Uçaklar, ülkelerin savunma sanayilerinde ve ulaştırma sektöründe kullandıkları ve vazgeçilmez hale gelen araçlardır. Havacılık sektöründen nakliye, tarım ve ilaçlama, orman yangınlarıyla mücadele gibi alanlarda da faydalanılmaktadır. Havacılık sektöründeki bu yoğun kullanım yeni tasarımlara ve araştırmalara sebep vermektedir.

Günümüzde havacılık sektöründeki hızlı gelişme ve büyüme beraberinde yeni teknolojileri de doğurmaktadır. Bu da yeni yatırımlara ve yeni tasarımlara yol açmaktadır. Yapılan tasarımlarda aranan özellikler uçakların yapısal olarak çok dayanıklı olmaları, aerodinamik şekilli olmaları ve olabildiğince hafif olmalarıdır. Bu nedenle uçakta kullanılan malzemeler son derece önem taşır.

Havacılıkta kullanılan malzemeler yüksek mukavemetli alüminyum alaşımları, titanyum alaşımları , yüksek mukavemetli çelikler , kompozitler ve seramiklerdir. Kullanılan malzemelerin seçiminde aranan özelliklerin başında yüksek özgül mukavemet ve hafiflik gelir.

Bu çalışmada hava araçlarında yapısal parçaların montaj işleminde faydalanılan yapıştırma işlemi, yapıştırma işlemi için gereken yüzey hazırlama işlemlerine değinilmiştir.

Deneyisel çalışmada, 7075-T7352 kondisyonunda alüminyum alaşım malzemesi kullanılmıştır. Parça montajında yoğun olarak kullanılan perçinle birleştirme ve kaynakla birleştirme işlemleriyle yapıştırma işlemi arasındaki mekanik farklılıklar incelenmiştir.

2.HAVACILIK MALZEMELERİ

İlk uçaklar tamamen tahtadan yapılmıştır. Özellikle balsa isimli bir ağaç çok hafiftir ve hala model uçak yapımında kullanılmaktadır. Sonra tahta üzerine bez kaplamalı uçaklar ortaya çıkmıştır. İleriki zamanlarda çelik boruların birbirlerine kaynak edilmesi ile yapılan iskelet üzerine önceleri bez germek ve özel vernik sürmek (dope), daha sonraları da alüminyum sac kaplama veya fiberglas kaplama suretiyle yapılan uçaklar yaygın olarak kullanılmıştır ve bazı küçük uçaklarda halen kullanılmaktadır. Zaman içinde özellikle alüminyum alaşımlarının gelişmesi ile tamamen metal uçakların yapımı gerçekleşmiştir.

Malzeme biliminin gelişimi ile savunma sanayinde kullanılan malzemeler de çeşitlilik kazanmıştır. Özellikle uçaklarda kullanılan malzemeler, yüksek güvenlik gereksinimleri nedeniyle kullanıldıkları yerde ihtiyaç duyulan malzeme özellikleri önem arz etmektedir. Çizelge 2.1’de kullanım yerlerine göre malzeme grupları verilmiştir. (Kuşhan, 2003)

2.1. Alüminyum Alaşımları

Alüminyum özgül ağırlığı $2,73 \text{ g/cm}^3$ olan hafif bir metaldir. Paslanmaya ve korozyona dayanıklıdır. Saf alüminyum hafif olmasına rağmen yumuşak ve mukavemeti yeteri kadar iyi olmadığından başka metallerle karıştırılarak elde edilmiş alaşımları kullanılır. Alüminyuma mukavemet, korozyon direnci, dökülebilirlik, dövülebilirlik gibi özelliklerin artırılması için Mg, Cu, Si, Zn, Mn, Pb gibi alaşım elementleri katılır. Uçaklarda kullanılan alüminyum alaşımları çok sağlam ve dayanıklıdır. Mukavemetleri, darbeye ve kırılmaya dayanımları çok yüksektir.

Çizelge 2.1. Savunma sanayinde kullanılan malzemeler(Kuşhan, 2003)

GRUP	MALZEME ADI	KULLANIM ALANLARI
METALLER	Hafif Alaşımalar	
	-Al Alaşımları	Hafif gövde malzemesi (uçak, helikopter)
	-Mg Alaşımları	Motor malzemesi (piston motorlu uçaklar)
	-Ti Alaşımları	Motor ve gövde malzemesi (uçak, helikopter, roket)
	Süper Alaşımalar	
	-Ni Esaslı Süper Alaşımalar	Motor malzemesi (uçak, helikopter, roket)
	-Fe-Ni Esaslı Süper Alaşımalar	
	-Co Esaslı Süper Alaşımaları	
Paslanmaz Çelikler	Motor ve gövde malzemesi (askeri araçlar)	
SERAMİKLER	Strüktürel Seramikler	Zırh (askeri araçlar), Motor malz. (uçak, helikopter)
	Uzay çağı Seramikleri	Gövde plakası (uzay mekiği)
	Elektro Seramikler	Elektronik ve bilgisayar donanımları (askeri araçlar, uzay araçları)
	Piezoelektrik Seramikler	
	Elektrooptik Seramikler	
	Manyetik Seramikler	
KOMPOZİTLER	Metal Matrisli Kompozitler	
	- Fiber kompozitler	Motor ve gövde malzemesi (askeri araçlar, uzay araçları)
	- Partikül kompozitler	
	Plastik Matrisli Kompozitler	
	- Fiber kompozitler	Gövde malzemesi (askeri araçlar, uzay araçları)
	- Partikül kompozitler	
	- Tabakalı kompozitler	
	Karma (Hibrit) Kompozitler	Gövde malzemesi (askeri araçlar, uzay araçları)
Dolgu (Sandviç) Kompozitler	Gövde malzemesi (askeri araçlar, uzay araçları)	
PLASTİKLER	Akrilonitril Butadien Strien (ABS)	Plastik anti tank mayını, tüfek dipçiği
	Tetrafloretilen	Elektronik savaş sistemlerinde tel kablo
	Florokarbon	Sıcaklık farkının yüksek olduğu yerlerde(-200-260 C)
	Poliviniliden Florid (PVDF)	Askeri uçaklarda ısı yalıtımı ve tel kablo malzemesi
	Polivinil Florid (PVF)	Uçak ve helikopter iç panelleri
	Poliamid (PA, Naylon)	Silah/mühimmat parçaları, pervaneler, sahra kabloları
	Poliester	Yüksek dayanımlı cam
	Termoplast Poliamid	Askeri araç ve uzay araçlarında
	Termoset Poliamid	Askeri araç ve uzay araçlarında
	Polisülfon	Hava araçlarında
	Polietersülfon	Uçak ve helikopterlerin iç aksesuarları
	Epoksi Reçineler	Mermi kovanı, yüzey kaplama malzemesi
	Poliüretan (PUR)	Askeri araç ve uzay araçlarında
	Silikon	Sıcaklık farkının yüksek olduğu yerlerde

Alüminyum alaşımlarından en yaygın olarak kullanılan 2024, 7075, 5052 ve 6061 olarak tanımlanan alaşımlardır. Özellikle ilk ikisi çok yaygındır. Kullanım yerine ve uygulanacak şekil verme işlemine göre farklı alaşımlar mevcuttur. Günümüzde kompozitler, termoplastikler gibi yeni malzemeler alüminyuma ve diğer malzemelere rakip olarak kullanılmasına karşın, gelişen bilgisayar kontrollü tasarım ve imalat metotları ve yeni geliştirilen alaşımlar sayesinde alüminyum uçak yapımında hala ana malzeme olarak yerini korumaktadır. Özellikle yeni geliştirilen metal yapıştırma (metal bonding) teknikleriyle perçinsiz parça grupları yapılabilmektedir. Gelişmiş bilgisayar destekli tasarım ve imalat teknikleri ile eskiden çok sayıda parçanın çeşitli bağlayıcılarla bir araya getirilip yapılan parça grupları, “bilet” denen metal bloklardan yekpare olarak yapılabilmektedir. Buda alüminyumun daha uzun yıllar uçaklarda önemli bir yer tutacak yapısal malzeme olarak yerini güçlendirmiştir (Şahin, 1999).

Alüminyum alaşımları uçak ve helikopter gövdelerinde mukavemetli fakat alüminyuma göre korozyon direnci daha düşük olan çelik malzemelerin kaplanmasında kullanılırlar. Al-Ti alaşımları türbin motorlarının orta sıcaklıktaki bölgelerinde (300-700⁰C) kullanıma uygundur.alüminyumun titanyumla oluşturduğu Ti₃Al₅ ara metal fazı ile yanma odasına yakın kompresör kapakçıklarının kaplanması yapılarak yüzeylerin sıcak çalışma gazı ortamında korozyona karşı korunması sağlanır

Alüminyum metal matrisli kompozitlerde matris elemanı olarak da aranan bir malzemedir. Grafit / alüminyum kompozitleri güdümlü mermi ve helikopter palelerinde, bor / alüminyum kompozitleri, SiC kaplı alüminyum ve SiC / alüminyum kompozitleri kompresör kanatlarında kullanılırlar(Kuşhan,2003).

2.2. Magnezyum Alaşımları

Magnezyum alüminyumdan daha hafif bir metal olup yoğunluğu 1,95 g/cm³, tür. Bu metalin alaşımları da özellikle hafifliği nedeniyle uzun yıllar uçak yapımında

kullanılmıştır. Ancak korozyona dayanımının az olması, daha üstün özellikli alüminyum alaşımlarının bulunması nedeniyle uçak yapımında kullanımı çok azalmıştır. Genellikle alüminyum alaşımlarına katkı olarak kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılmış bazı magnezyum alaşımları HK31-H24, AZ31B-H24 ve M1A-F'dir(Şahin,1999).

Magnezyumda metal esaslı kompozitlerde matris elemanı olarak da yararlanır. Grafit / magnezyum kompozitleri uydu parçalarında, bor / magnezyum kompozitleri antenlerde, Al_2O_3 (alümina) / magnezyum kompozitleri helikopter transmisyon elemanları ve jet motorların hareketli parçalarında kullanılırlar(Kuşhan, 2003).

2.3. Titanyum Alaşımları

Titanyum uçaklarda kullanılan metallerin en gelişmişidir. Özgül ağırlığı $4,5 \text{ g/cm}^3$ 'tür ve aynı mukavemete sahip çelikten %44 daha hafiftir. Korozyon ve yorulmaya karşı çok dayanıklıdır ve yüksek sıcaklıklarda ısıl direnci çok yüksektir. Fakat işlenme, şekil verme zorlukları ve pahalılığı nedeniyle uçakların çok kritik yük taşıyan bağlantılarında, motorların etrafında ısı kalkanı olarak, jet motorlarının yüksek ısı gören bölümlerinde ve türbin palelerinde kullanılır. Ses hızının 3,5 misli hızla uçabilen SR-71 uçağının tüm kanat ve gövde kaplaması titanyumdur. Uçaklarda kullanılan bazı yaygın titanyum alaşımları Ti 10-2-3, Ti-6-4, Ti 15-3.3.3, AMS 4911, AMS 4900 B, AMS 4928A'dır(Şahin, 1999)

Titanyum alaşımları uçaklarda, roketler, helikopterlerde ve uzay araçlarında hem gövdede hem de motorlarda kullanılırlar. Alüminyum ve vanadyum alaşımı olan $TiAl_4V_6$ türbin motorlarında ve yanma odalarında kullanılan titanyum alaşımıdır. Alüminyum, molibden ve kalay alaşımı $TiAl_4Mo_2Sn$ hafifliği nedeniyle kanat ve gövde kaburgası olarak kullanılır.

Ayrıca bor / titanyum ve SiC / titanyum metal esaslı kompozitleri yüksek sıcaklık malzemesi olarak jet motorlarının fan kapakçıklarında kullanılırlar(Kuşhan, 2003).

2.4. Paslanmaz Çelikler

Savunma sanayisinde kullanılan metalik malzemelerin içerisinde kullanım oranı en yüksek ve tarihsel olarak en eski malzeme grubudur. Uçaklarda halen bazı yapısal parçalarda ve bağlantı elemanlarında paslanmaz çelikler kullanılmaktadır. Özellikle iniş takımlar, kanat, gövde, kuyruk bağlantıları gibi aşırı yüklere ve darbelere maruz kalan yerlerde, kritik parçaların bağlantısında kullanılan cıvata ve perçin gibi bağlantı elemanlarında çelik yaygın olarak kullanılmaktadır. Çeliğin en büyük dezavantajı ağır olmasıdır. Bu nedenle yerine kullanılabilecek yeni alaşımlar ve kompozit malzemeler buldukça çeliğin yerini almaktadır.

Uçaklarda yaygın olarak kullanılan bazı çelik türleri SAE 4330, 4337, 8740, 9840, 1025, 4130 ile üçyüz grubu paslanmaz çelikler, PH 15-7 MO CR ES ve PH 17-7 MO CR ES paslanmaz çeliklerdir(Şahin, 1999)

2.5. Süper Alaşımlar

İleri metallerin bulunuşu turbo jet motorlarının geliştirilmesinde en önemli faktör olmuştur. Bu ileri metallerin arasında en önemli grubu süper alaşımlar oluşturmaktadır. Süper alaşımlar Ni esaslı, Fe-Ni esaslı ve Co esaslı olmak üzere başlıca üç grupta toplanırlar. Süper alaşımların en çok kullanıldıkları alanlar turbo jet, turbo fan, turbo prop ve roket motorlarıdır.

Bir gaz türbinindeki parçalar yüksek sıcaklıklar, korozyif gazlar, titreşim ve merkez kaç kuvvetleri nedeniyle oluşan yüksek mekanik yükler gibi olumsuz koşullar

altında çalışırlar. Ayrıca sadece uçaklarda kullanılan türbin motorlar ekstra kötü servis şartları altında kalmaktadırlar. Bir motor uçağın her kalkış ve inişinde ivmelenmekte, yüksek sıcaklığa çıkmakta, yavaşlamakta, durmakta, hangarda tekrar soğumakta ve bu çevrim uçağın her yolculuğunda yinelenmektedir. Bu durum motor parçalarında düşük çevrimli yorulma olayına sebep olmaktadır.

Özellikle yanma odasındaki parçaların korozyona ve 1100⁰C'ye kadar çıkan servis sıcaklıklarına dayanıklı olması gereklidir. Motordaki tüm parçalar ise kullanım ömürleri maksimum olacak şekilde bu üstün fiziksel özelliklerini ve mikro yapılarını korumalıdırlar. Bu avantajlı durum süper alaşımlarla sağlanabilir.

Ni ve Fe-Ni esaslı süper alaşımların dayanımları genellikle 1000⁰C'de maksimum değerlerine ulaşmakta ve bu sıcaklıktan sonra Co esaslı süper alaşımlar tercih edilmektedir. Co esaslı süper alaşımlar diğerlerine göre dah düşük mukavemete sahip olmalarına rağmen, yüksek sıcaklıklarda mukavemetlerini korumak gibi bir üstün özelliğe sahiptirler(Kuşhan, 2003).

2.6. Kompozitler

Birden fazla farklı malzemenin kimyasal reaksiyona girmeden birleştirilmesi ile elde edilen malzemelere kompozit denir. Uluslar arası literatür verileri hem plastik esaslı hemde metal esaslı kompozitlerin havacılıkta kullanımının sürekli olarak geliştiğini açıkça göstermektedir. Uçaklarda kompozit kullanım oranı 1995 yılında %3 iken 2005 yılında bu oranının %65 olduğu tahmin edilmektedir.

Plastik ve metal esaslı kompozit malzemeler, çeşitli karbür, nitrür, borür yapılar, aramid ve metalik teller gibi fiberlerle pekiştirilerek çeşitli biçimlerde deniz, hava ve kara taşıtlarında ve kurşungeçirmez yeleklerde kullanılırlar. Havacılıkta yapılan yenilikler özellikle gövde malzemesi olarak araştırma geliştirme programları tüm dikkatleri yüksek dayanımlı, hafif ve kolayca denetlenip istenilen yönde ayarlanabilen

mekanik özelliklere sahip, takviyeli kompozit malzemeler üzerine yoğunlaştırmıştır. Diğer yandan uçak gövdesi yapımında kullanılan gerileme dayanıklı karbon ve termoplastik türü kompozit malzemeler, radarlar tarafından gönderilen dalgaları emici özelliğe sahiptirler(Kuşhan, 2003).

Kompozit malzemeler aşağıda verilen üstün özellikleri nedeniyle uçak yapılarında tercih edilir.

- Çarpma ve hasar toleransları çok yüksektir.
- Üstün darbe emme özellikleri vardır.
- Korozyona karşı çok dirençlidirler.
- Yekpare olarak istenildiği gibi şekillendirilebilir ve büyük boyutlarda üretilebilirler.
- Yorulma limitleri metallere göre çok yüksektir.
- İçine konan elyafların doğrultuları ayarlanarak istenen yönde yüksek mukavemet sağlanabilir.
- Isı farkından dolayı oluşan genleşmesi ve çekmesi metallere göre çok düşüktür.
- Radar yansıtması düşüktür. Bu özellik askeri uçaklarda istenilen bir özelliktir.
- Birden fazla parçanın bir araya getirilmesiyle yapılabilen karmaşık şekilli parçalar kompozitlerle tek parça olarak yapılabilir. Ağırlık, maliyet ve üretim süresinden tasarruf sağlanır.

2.7. Seramikler

Seramikler, metal ve metal olmayan elementlerin kristalimsi bileşikleridir. Geleneksel seramiklerin dışında son yıllarda yeni seramikler geliştirilmiştir. Bunlar ince seramikler veya ileri teknoloji seramikleri olarak adlandırılmaktadır. Savunma sanayisinde kullanım oranı hızla artmakta olan bu seramiklerin tercih edilmelerinin başlıca sebepleri şunlardır;

- Yüksek sıcaklıklara dayanıklılık

- Kimyasal kararlılığın yüksek olması
- Çok sert olmaları
- Metallerden hafif olmaları
- Ham madde olarak bol miktarda bulunmaları ve ucuz olmaları
- Pahalı metallere ihtiyaç göstermemesi
- Yüksek aşınma dayanımları
- Yüksek oksidasyon dirençleri
- Sürtünme katsayısının düşük olması
- Basma kuvvetinin yüksek olması

Türbin motorlarda seramiklerin kullanılmasıyla performansta %40, yakıt tasarrufunda ise %30–60 oranlarında artış ayrıca düşük ağırlık ve uzun servis ömrü gibi avantajlar sağlanmıştır.

Uzaktan kumandalı uçaklar ve roketler gibi kısa ömürlü motorlarda seramiklerin kullanımı son derece uygundur. Böylece bu motorların süper alaşımlar ve titanyum ile üretilmelerine göre çok daha düşük bir maliyet ve aynı performans sağlanabilmektedir.

Uzay araçlarında seramiklerin kullanımına en güzel örnek uzay mekiklerinde kullanılan seramik plakalardır. Bu plakalar yüzeyleri çok ince bir şekilde silisyum fiberleri kaplanmış seramik malzemelerdir. Fiberlerin gevşek dokuda olmaları sayesinde seramik plaka içerisinde %95 hava içermekte ve son derece hafif olmaktadır. Aynı zamanda bu yapı ısıyı iletmemektedir. Düşük yoğunlukta ve ısıyı iletmeyen bu seramik malzeme atmosfere girişte sürtünmeden kaynaklanan 1500°C 'ye varan ısıya dayanabilmektedir. Bu plakalarda SiO_2 , Al_2O_3 , BN ve SiC'ün çeşitli kombinasyonları kullanılmaktadır. Plakalar, bu seramiklerin yüksek sıcaklıklarda hep birlikte sinterlenmeleri (HIP) ile üretilirler. (Kuşhan, 2003).

3.GENEL YAPIŞTIRMA

Yapıştırma; yapıştırıcı kullanmak suretiyle iki veya daha fazla parçanın birleştirilmesiyle yapılan bir üretim yöntemidir. Bu yöntemde vida, perçin, civata, kaynak, lehim gibi klasik birleştirme araçlarına gerek yoktur. Yapıştırma işlemi aşağıda anlatılan malzemeler arasında gerçekleştirilebilir.

Metal – metal yapıştırma; Metal yapıştırmada, önce kimyasal işlem hattında alüminyum, titanyum ve çelik detay parçaların yüzey kaplama işlemleri (fosforik/kromik asit anotlama, kadmiyum kaplama, nikel dağlama) tamamlanıp, paslanmaya dayanıklı astar boya uygulamaları yapıldıktan sonra, malzemeler yapıştırılır.

Kompozit – metal yapıştırma; Bu yapıştırmada, metal yapıştırmadaki gibi yüzey hazırlama işlemlerine tabi tutulmuş detay parçalar ile kompozit parçalar yapıştırılır.

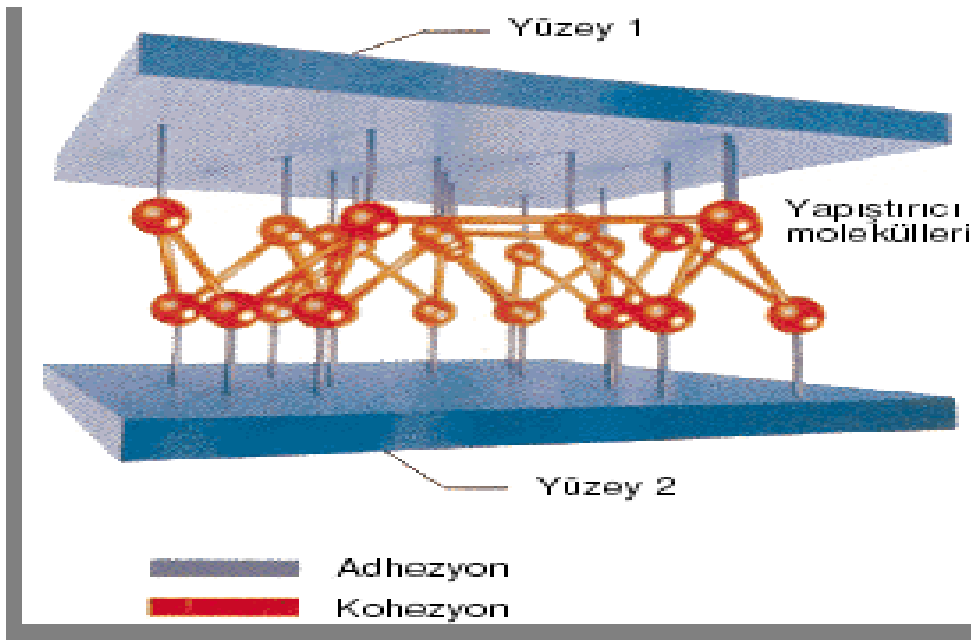
3.1.Yapıştırma Sınıfları

Yapıştırma işleminin teknolojiklik esasına göre sınıflandırılması aşağıdaki gibidir.

1.Yapısal olmayan yapıştırma: Zamkla kâğıt, camla ahşap yapıştırma gibi alanlardaki uygulamalarına verilen addır.

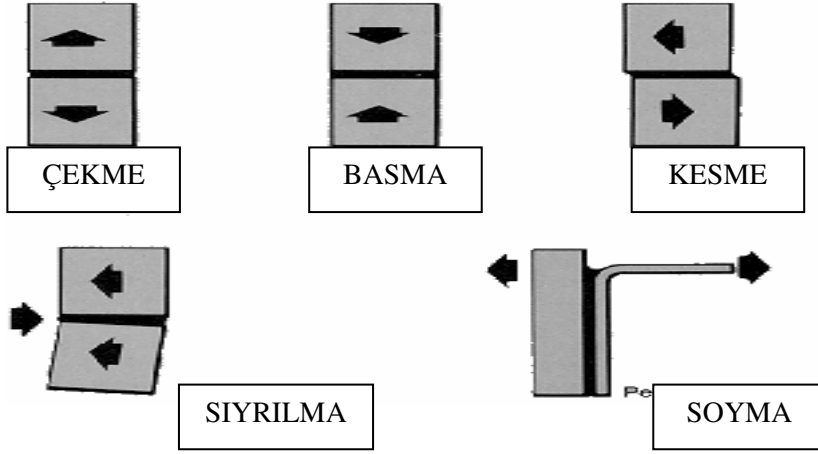
2. Yapısal yapıştırma: Metalin metalle yapışması, sandviç yapılar, kompozit ile metal arasındaki yapıştırma gibi alanlarda kullanılan yapıştırma çeşididir. Metalin metale yapıştırılması esnasında oluşan bağlar şekil 2,1'deki gibidir.

3. Difüzyon yapıştırma: Metalin metale form vererek moleküler yapışmasıdır.

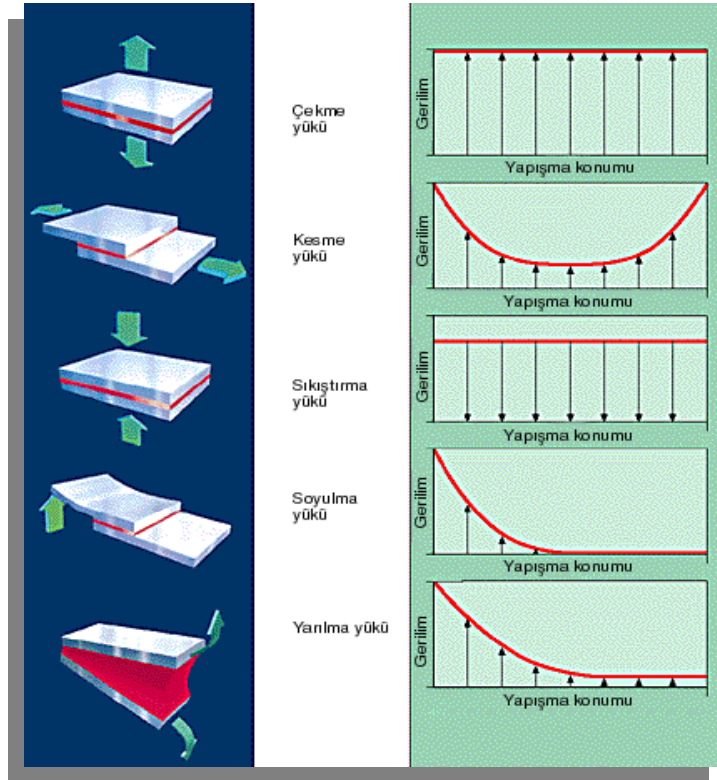


Şekil 3.1. Yapısal yapıştırma (Otabatmaz ,2000)

Yapıştırma test edilen mukavemet çeşitleri şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Yapıştırma mukavemet çeşitleri (Otabatmaz , 2000)



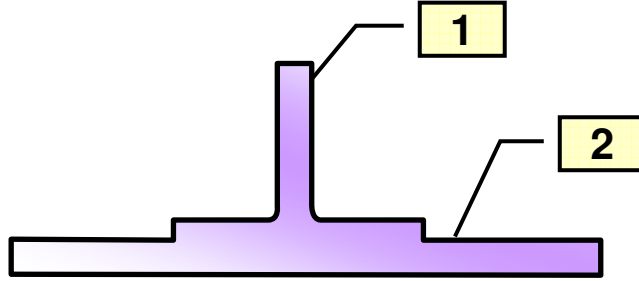
Şekil 3.3. Yapıştırma mukavemet (Otabatmaz , 2000)

3.2. Yapıştırma Teknikleri

Üç çeşit yapıştırma tekniği vardır. Bu teknikler yapıştırmanın yapılış şekline ve yardımcı eleman kullanılıp kullanılmadığına göre değişir. Yapıştırma tekniklerini şu şekilde açıklayabiliriz.

3.2.1. Aynı anda yapışma

Her iki parça aynı anda yapıştırılarak tam yapışma elde edilir ve tek parça üretilir.

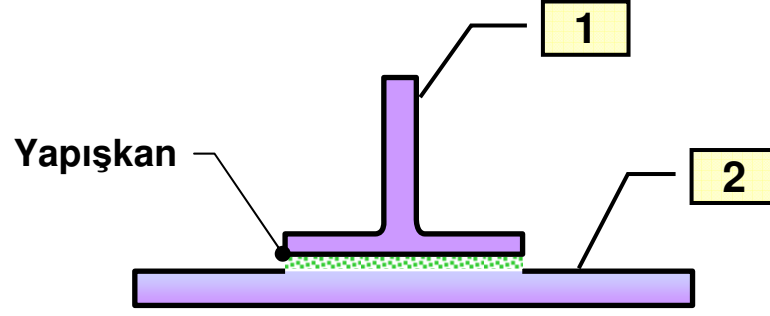


Şekil 3.4. Aynı anda yapışma(Otabatmaz , 2000)

3.2.2. Kademeli yapıştırma

Parçanın birine tam yapışma özelliği kazandırılmıştır yani parça yüzey hazırlama işlemlerine tabi tutulmuştur ve diğer parçada tam yapıştırma özelliği kazandırılmamış

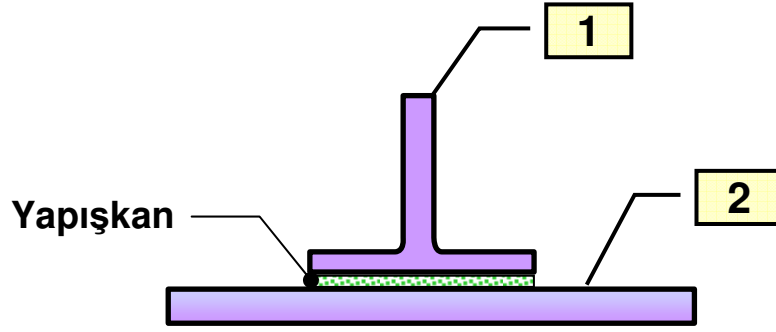
olmalıdır. Parçaların birbirine yapışması için yapışkan kullanılır ve yapışma bu şekilde gerçekleşir.



Şekil 3.5. Kademeli yapıştırma(Otabatmaz , 2000)

3.2.3. İkincil yapışma

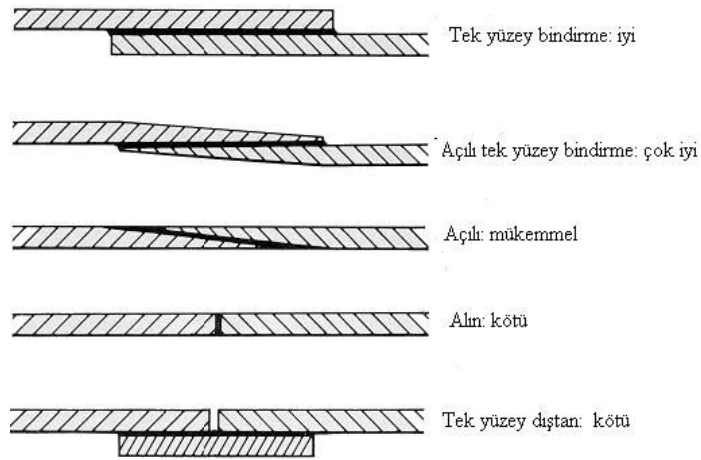
Her iki parçaya da tam yapışma özelliği kazandırılmıştır. Yapıştırıcı kullanılarak yapışma gerçekleşir.



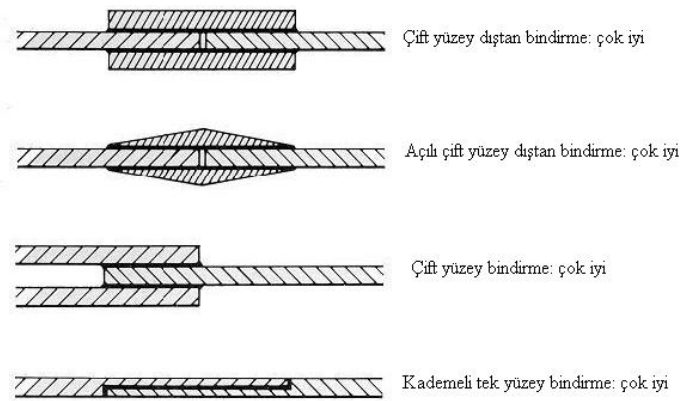
Şekil 3.6. İkincil yapıştırma(Otabatmaz , 2000)

3.3. Yapıştırıcının Uygulanmasına Göre Birleştirme Çeşitleri Ve Kendi Aralarında Mukayeseleri

Yapıştırma işleminde parçaların birbirlerine göre konumlandırılması önem arz etmektedir. Konumlandırma işlemi parçaların yüzeylerinden faydalanarak yapılır. Aşağıda bu farklılık şekil 3.7 ve 3.8 yardımıyla anlatılmaya çalışılmıştır.



Şekil 3.7. Yapıştırıcının kullanım şekilleri(Otabatmaz , 2000)



Şekil 3.8. Yapıştırıcının kullanım şekilleri(Otabatmaz , 2000)

3.4. Yapıştırmanın Avantaj ve Dezavantajları

Yapıştırma işleminin avantajları ve dezavantajları aşağıdaki başlıklar altında sıralanmıştır.

3.4.1. Yapıştırmanın avantajları

Yapıştırma işleminin uygulamada sağladığı avantajlar şu şekildedir;

- Bağlantı elemanı olarak kullanılan perçin, civata kaynak gibi elemanların olmamasından daha iyi aerodinamik ve estetik yüzeyler
- Çok ince tabakaları birleştirebilme olanağı
- Ağırlıktan ve kullanılan bağlantı elemanları sayısından ve montaj zamanından tasarruf (parça adedinde azalma)
- Yapışma devamlıdır (Kesik kesik değildir). Diğer bağlantılarda bağlantı noktası her zaman zayıf nokta olup stres konsantrasyonu yaratırken yapıştırmalı birleştirmelerde kural konsantrasyonu ortadan kalkar, şekil bozuklukları yoktur ve ek yerlerinde görünüm bozukluğu yoktur

- Kullanılan astar boyalar, daha iyi yapışma sağlamalarının yanında, yapışma yüzeylerinin oksidasyonunu (korozyonu) da engellerler
- Değişik iki malzeme yapıştırılabilir
- Parçalara yapıştırılan mil yatakları, rulman gibi elemanlarla parça arasını doldurarak sızdırmazlık (conta) özelliği sağlar

3.4.2. Yapıştırmanın dezavantajları

Yapıştırma işleminin uygulamada karşılaşılan ve dezavantaj oluşturan yönleri aşağıda verilmiştir.

- Yapışmış parçayı sökerken parçaya hasar verilebilir
- Çalışan elemanların kurallarla uyması ve eğitilmiş olmaları şarttır
- Alüminyum için fosforik/kromik asit anotlama, çelikler için kadmiyum kaplama, titanyum malzemeler için nikel dağlama, fosfatlama gibi özel yüzey hazırlama işlem zorluğu vardır.
- Kalite kontrolü için ultra sonic muayene ve edi akımlarıyla muayene gibi özel kontrol teknikleri gerekir.
- Yapısal yapıştırıcılar, iyi mekanik özelliklere (çekme, kesme) sahip olmalarına rağmen, soyulma mukavemetleri düşüktür
- Yapıştırma ile ilgili bütün işlemler sıcaklık (18,3–26,6°C), nem (maksimum %60) ve toz (100 dm³ 'te 1400 toz parçacığı) kontrollü özel odalarda yapılır.
- Metal yapıştırma işleminde ek yüzey hazırlama ünitelerine gerek duyulduğu için yatırım maliyetleri yüksektir
- Yapıştırma işlemi için kullanılan yapıştırıcılar ve astar boyalar ömürlü ürünlerdir.
- Malzemeler kapalı kutularda ve 0–5°C 'deki ortamlarda depolanmalıdırlar.

3.5. Yapıştırma Dikkat Edilecek Genel Kurallar

Yapıştırma işlemine başlamadan önce aşağıda maddelere dikkat edilmesi ve iyi bir yapıştırma işlemi için bunlara uyulması gerekmektedir.

- Kimyasal yüzey hazırlama hattındaki kimyasalların cins-oran konsantrasyonu, tanklarda geçen süreler, durulama suyu kalitesi ve şekli, elektroliz amperajı ve voltajı, kurutma kalitesi, parça bağlama şekli yüzey hazırlamada önem taşımaktadır
- Parçalara yapıştırılacak olan; rulman, mil yatağı gibi parçalarla bu parçaların takılacakları yerlere mükemmel uyması.
- Yapıştırıcıların raf ömürlerinin geçmemiş olması gerekmektedir.
- Yapıştırma ortamında sıcaklık-nem-toz ve yapışmayı engelleyici maddelerin bulunmaması
- Temizlik (Yapışma yüzeylerine kir ve yapışmayı önleyici malzemelerin bulaşmaması)
- Gerek varsa kalıp içerisinde parçaların bağlanması yapışma işleminin doğru olması için önemlidir.
- Yapıştırıcı içerisindeki hava boşluklarının alınması için vakumlama torbası kalitesi önemlidir.

3.6. Yapıştırma Malzemeleri:

Yapıştırma işlemi işi için kullanılan yapıştırıcılar plastiklerdir. Plastikler, polimer adı verilen ve yüksek molekül ağırlığına sahip zincir biçiminde dev moleküllerden oluşan organik yapılı sentetik malzemelerdir. Polimerler, monomer denilen küçük kimyasal birimlerin polimerizasyon reaksiyonuyla birleşmesiyle oluşan uzun zincirli makro moleküllerdir. Farklı monomer kombinasyonlarıyla çok sayıda plastik üretilir. Plastik imalinde kullanılan başlıca elementler karbon, hidrojen, azot ve hidrojenidir. Bunların yanı sıra Fluor, Silisyum, Kükürt ve Klor da kullanılır.

Plastikler; kolay işlenebilen, hafif, korozyona son derece dayanıklı, ısı ve elektriği iletmeyen malzemelerdir.

Yapıştırma işlemi için kullanılan plastikler şu şekilde sınıflandırılabilir.

3.6.1. Fenolikler

Siyahımsı kahverengi olan bu reçinelerin ilki fenol formaldehit reçinesidir ve termoset plastikler grubuna dahildir. Oldukça ucuz(4–8\$/kg), elektriksel özellikleri iyi, termik dirençleri yüksek alev dayanıklı, su ve kimyasal maddelere mukavemetlidirler. Fakat oldukça kırılabilir ve düşük yüzey kalitelidirler.

Bakalit, Resinox adları altında piyasada bulunurlar. Elektrik kumanda tablolarında, elektrik ve elektronik alanında, elektrik süpürgesi parçalarında, buzdolabı parçalarında, uçakların iç bölümlerinde, deniz araçlarının motorlarında ve demiryollarında kullanılır.

Fenolikler ayrıca yapıştırıcı olarak metallerde kullanılırlar.

3.6.2. Epoksiler

Epoksiler, termosetler grubundan yapıştırıcı bir kimyasal reçinedir. Epoksiler yapıştırma özellikleri çok iyi olan sentetik reçinelerdir. Suya, aside ve alkaliye dirençleri çok iyidir, zamanla özelliklerini yitirmezler. Çatlağa doldurulmuş epoksi yapıştırıcısı, çatlağın yarattığı süreksizlik ortamını sürekli duruma dönüştürür, çatlağın her iki yüzünü çatlak boyunca sürekli olarak birbirlerine bağlar ve gerilme birikimlerini önler. Cam veya karbon elyafı ile epoksi kombinasyonu mükemmel mekanik dayanıklılığa sahiptir. Bu yüzden uzay ve havacılık teknolojilerinde ve denizcilik

alanında çok kullanılır. Genellikle iki komponentli olan epoksiler, diğerk termoset plastikler gibi belli süre sonra sıvı halden katı hale geçerler ve takiben bir iki hafta içinde katı olarak final sertliklerine ulaşırlar.

3.6.3. Poliüretanlar

Termoset plastiklerden olan poliüretanlar, polisosiyanatın, polieter ya da polyester reçineleriyle reaksiyonuyla oluşan bu plastikler sıvı halde ve köpük halinde olabilir. Polieter kökenli esnek köpükler hidrolize dirençli, ucuz ve kolay işlenebilirler. Bunlar otomobil koltukları, ev kanep ve koltuklarında yaygın olarak kullanılırlar.

Polyester kökenli köpüklerin mekanik dayanımları yüksek olup yağlara karşı daha yüksek mukavemete sahiptirler. Bunlar oksidan maddelere dayanıklıdırlar. Gürültü sönümleyici eleman ve sızdırmazlık özellikleri vardır.

Rijit poliüretan köpüklerin sıvı absorpsiyonu düşüktür. Buzdolabı, soğutma depoları vagonlar ve kamyonlarında yalıtkan olarak kullanılırlar. Bunun yanı sıra çatı yalıtımında, dekorasyon malzemelerinde ve nadiren hava taşıtlarında rijit köpüklerden yararlanılır.

3.6.4. Poliamidler

Geniş kullanım alanına sahip bir grup plastiktir. Genellikle naylon olarak bilinen Poliamidler termoplastik plastikler grubuna dahildir. Poliamidlerin özellikleri

türlerine paralel olarak çok çeşitlidir. Çekme dayanımları çok yüksek olduğundan iplik haline getirilerekten kullanılırlar. Poliamid türleri elyaf ve takviye malzemelerle kuvvetlendirilebilirler.

80⁰C'ye kadar çözücü ve bazlara dirençli, elektriksel direnci yüksek, aşınma ve darbeye dirençlidir. İyi bir yalıtkandır. Isıya dayanıklıdır. En önemli sakıncası su absorplama özelliğinin büyük olmasıdır.

Hamur halinde elde edilen naylonun en önemli kullanma alanlarından biri dişli ve yatak yapımıdır. Elektrik tellerinin yalıtılmasında, elektrikli battaniyelerin emniyet tertibatlarında ve ayrıca korozyonu önlemek için kullanılır.

Aşınma ve darbeye dirençli metal mobilyaların kaplanmasında, gıda endüstrisinde, hastane araç ve gereçlerinde naylon kullanılır.

3.6.5.Akrilikler

Akrilikler havada aşınmaya karşı yüksek dirençli, kolay renk yitirmeyen, ışığı çok iyi ileten, iyi ısı özelliklerine sahip termoplastikler grubuna dahil reçinelerdir. Berrak akrilik plastiği cam gibi saydamdır. Işık iletme kapasitesi ve kırılma indeksinin optimum değerlerde oluşu nedeniyle, gözlük ve bazı optik cihazlarda çok kullanılırlar. 350nm ve daha düşük dalga boylu UV ışınlarını filtre eden türleri vardır.

Akrilik reçinesinin adı polimetil metakrilat olup metil metakrilatın polimerizasyonu ile elde edilirler. Çeşitli kalınlıklarda ve genişliklerde elde edilirler. Berrak ve renklidirler.

Eğer akrilikler iki cam plaka arasında döküm yapılmışlarsa buna hücre döküm adı verilir. Bu levhaların optik özellikleri çok iyidir. UV ışınlarını emici, ayna gibi türleri vardır.

Toklukları oldukça düşüktür, fakat kalıplanırken moleküllerin yönlendirilmesiyle tokluk iyileşir. Akrilik levha ve kalıplanmış parçalar asitlere, bazlara ve deterjanlara dirençlidirler. Korozif ortamlarda saydamlık ve parlaklıkları bozulmaz. Floresans lambaların ışınlarına karşı dayanıklı olup renkleri değişmez. Ancak 265nm dalga boyunun altındaki UV ışınlarına maruz kaldıklarında renklerini kaybederler.

Reklam, ışıklı pano, jet uçaklarının kabin camları, gözlük ve kep yapımında kullanılırlar.

3.6.6.Silikonlar

Bu plastiklerde karbonun yerine silisyum geçer. Genel formülleri R-SiO-R'dir. Genellikle diklordimetil silanın hidroliziyle elde edilirler. Termoset plastikler grubuna dahildirler .

Silikonlar silisyum atomları arasındaki oksijenle birbirine bağlanmış, uzun zincirli bileşiklerdir.

Belli başlı silikonlar üç grupta incelenirler;

- a)silikon yağları; Silikon yağları kısa zincirlerden oluşan ve sıcaklık etkisiyle viskozitesi çok az değişen çok iyi yağlama yağlarıdır.
- b)silikon gresleri; bunlar ise daha büyük moleküllerden meydana gelmiş olup, yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır.

c)silikon reçineleri; üç boyutlu moleküllerden oluşurlar, yüksek sıcaklıkta bile elektriği yalıtlırlar.

Silikonlar su geçirmediklerinden eczacılıkta tecrit edici krem ve merhemlerin yapımında, ayrıca küf önleyici özelliklerinden dolayı bazı ilaçların şişelerini kaplamada kullanılırlar.

Ayrıca su giderici, hidrolik sıvısı ve yapıştırıcı olarak ta piyasada satılırlar.

3.6.7.Astar boyalar

Astar boyalar genellikle yapıştırıcılar ile birlikte kullanılırlar ve onlarla aynı kimyasal grupta bulunurlar. Kullanım amaçları, yapıştırma yapılacak yüzeylerin oksitlenmesini önlemektir.

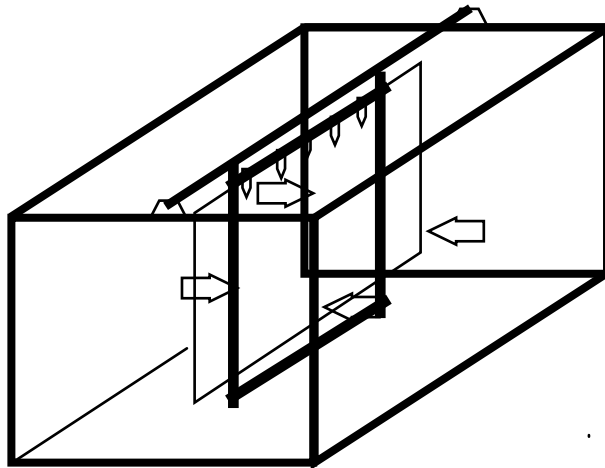
3.7.Yapıştırılacak Metal Yüzeylerin Kimyasal İşlemlerle Hazırlanmasında Dikkat Edilecek Hususlar

Metaller için (alüminyum için anotlama, titanyum için dağlama gibi) tanklarda yapılacak işlemler öncesinde ve esnasında dikkat edilmesi gereken bazı işlemler şu şekilde sıralanabilir. Malzemenin cinsine göre bu işlemler belirlenir. İlerleyen konularda bunlara detaylı değinilecektir.

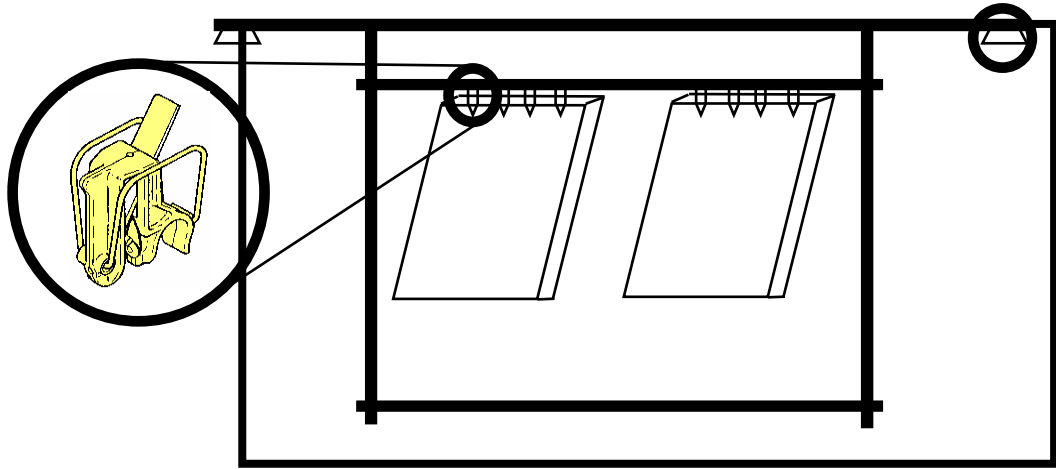
- Elle temizlemede, MEK (metil etil keton) emdirilmiş bez ile parça üzerindeki markalama izleri, damgalar ve koruyucu yağlar temizlenir.
- Buharla yağ çözme işleminde, buhar halindeki organik solventler kullanılarak yağlar temizlenir.

- Alkali ile temizlemede, kimyasal temizleme maddesi (bir çeşit sabunlu su) bulunan bir tankın içine parçalar daldırılır. Sonra su püskürtülerek bu alkali malzeme metal yüzeyden temizlenir (durulanır).
- Malzeme titanyum ise asitle dağlama (acid pickling) tankına batırılır.
- Malzemeler her çeşit yüzey işleminden sonra bol su ile yıkanır (Kullanılan su deiyonize olmalıdır ve asit banyosundan su banyosuna almak için geçecek zaman minimum olmalıdır ve asit bulaşıkları parça üzerinde kurumamalıdır.
- Parçalar kuru hava ile kurutulur.
- Parça temizlendikten ve kurutulduktan sonra, derhal (veya en fazla 16 saat içerisinde) yapıştırma amacıyla astar boya uygulanmalıdır. Şayet 16 saat geçirilecek olursa, yüzey temizleme işi tekrarlanmalıdır. Yapıştırma yapılacak alana uygulanacak astar boya, yapışma alanından (3 mm) daha geniş olmalı ve eğitimli / sertifikalı kişiler tarafından uygulanmalıdır.
- Atılan astar boya özel bir fırında kurutulmalıdır.

Kimyasal tanklarda metal parçaların bağlanması şekil 3.9. ve şekil 3.10. ile verilmiştir;



Şekil 3.9. Kimyasal tanklarda metal parçaların bağlanması (Otabatmaz , 2000)



Şekil 3.10. Kimyasal tanklarda metal parçaların bağlanması(Otabatmaz , 2000)

Parçalar, temas noktaları ve askı malzemeleri mutlaka temiz olmalıdır. Aynı zaman da tutturucular (clamp) emniyete alınmalıdır.

3.8. Yapıştırma Sorunları Ve Çözümleri

Yapıştırılacak yüzeylerdeki kirler, oksidasyon, yabancı metaller, havadaki nem oranı (yapıştırma için ortamdaki nem maksimum %60 olmalıdır), ortam sıcaklığı (18,3–26,6⁰C arasında ortam sıcaklığı gerekmektedir.) yapıştırıcı kuvvetini etkiler. Yapıştırma kuvveti şu şekilde artırılabilir;

- Yağ alma veya mekanik aşındırma ile istenmeyen yüzey tabakalarının temizlenmesi
- Astar boya ile kaplayarak yeni, aktif bir yüzey oluşturulması ve oksidasyona karşı korunması
- Aşındırma, anotlama işlemi, dağlama işlemi vs. ile yüzey aktivitesinin değiştirilmesi ve yüzey pürüzlülüğünün artırılması

3.9. Yapıştırmanın Ek Yerinden Kopması

Kopmuş bir ek yerinin görünümü yalnızca zayıf noktanın nerede olduğunu gösterir, fakat kopma nedenini söylemez. Problemi ortadan kaldırmak için, kopma nedenlerini bulmak esastır. Yapıştırılmış bir ek yerindeki kopmanın bazı önemli nedenleri parçaların gözle kontrolü ile tespit edilebilir. Böylece kopmanın adhezyon veya kohezyon kopmasından mı kaynaklandığı, yoksa parçaların mı zarar gördüğü tespit edilebilir.

3.9.1. Adhezyon kopması

Yapıştırıcı parça yüzeylerinin birinden komple ayrılır. Yapışmanın zayıf noktası, yapıştırılan parça ile yapıştırıcı arasındaki temas yüzeyidir. Ya malzeme yapıştırmaya uygun değil, ya da yapıştırma yüzeyi kirlidir. Her iki durumda da kuvvet, yüzeye uygun ön- işlem yapılmasıyla artırılabilir.

3.9.2. Kohezyon kopması

Yapıştırıcının kendisi kopar. Yapıştırıcı kalıntıları her iki parça yüzeyinde görülebilir. Yapıştırıcı dış etkiler nedeniyle aşırı gerilime maruz kalmıştır (ör: gerilim tepeleri, sıcaklık, yaşlanma vs.). Çözüm olarak parçaların şeklinde değişiklik yapmak ve/veya daha uygun yapıştırıcı seçmek olabilir.

3.10. Titanyum Parçalarda Bonding Öncesi Yüzey Hazırlama İşlemleri

Titanyum parçalarda yapıştırma öncesi parça için yapılan yüzey hazırlama işlem adımları şu şekildedir;

3.10.1. Alkaline banyosunda yıkama

İmalat işlemleri tamamlanmış parçalar ilk önce üzerlerindeki yağın temizlenmesi için bu banyoda yıkanır. Banyonun sıcaklığı 60–68°C'dir. Parçaların 10–15 dakika bu tankta bekletilmesi gerekmektedir. Bu işlem yüzeydeki imalattan kalan yağları almak için bir nevi deterjanlı yıkama işlemidir.

Alkaline banyosunun içeriği:

%1-%5 oranında;	ethanol (C_2H_6O)
%1-%5 oranında;	sodyum kromat ($Na_2CrO_4 \cdot 4H_2O$)
%1-%5 oranında;	etilen oksit(C_2H_4O)
%25-%30 oranında;	disodyum tetraborat decahidrat ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$)
Su(temiz, musluk suyu);	Geri kalanı



Şekil 3.11. Alkalın banyosu

3.10.2. Sıcak suda durulama

Parçalar Alkaline yıkama banyosundan çıkarıldıktan sonra 55–65°C sıcaklıktaki musluk suyuyla doldurulmuş banyoda durulanırlar.

Sıcak suyla durulama işlemi sonrasında parçanın yüzeyindeki su kırmızı turnusol kağıdı ile kontrol edilir. Eğer turnusol kağıdı mavi renk alıyorsa Alkaline banyosunda yıkama ve durulama işlemine devam edilir. Bu işlem kırmızı turnusol kağıdının rengi değişmeyinceye kadar devam ettirilir.



Şekil 3.12. Sıcak su banyosu

3.10.3. Titanyumun diğer metallerden arındırılması

İmalat işleminin sonrasında bilyeli dövme (shot peen) yapılmış, yada daha önce yabancı maddelerden arındırılmamış titanyum parçaları 55-65°C sıcaklığındaki bu banyoda 20-30 dakika bekletilerek yabancı maddeler parça yüzeyinden uzaklaştırılır.

Banyonun içeriği:

Nitrik Asit, 42° de (HNO₃) : Hacimce %30 – 50

Su (temiz, musluk suyu) : Geri kalanı



Şekil 3.13 Arındırma banyosu

3.10.4. Soğuk suda durulama

Parçalar oda sıcaklığındaki musluk suyuyla doldurulmuş banyoda iyice durulanır.

Soğuk suyla durulama işlemi sonrasında parçanın yüzeyindeki su mavi turnusol kağıdı ile kontrol edilir. Eğer turnusol kağıdı kırmızı renk alıyorsa soğuk suyla durulama işlemine devam edilir. Bu işlem mavi turnusol kağıdının rengi değişmeyinceye kadar devam edilir.



Şekil 3.14 Durulama banyosu

3.10.5. Yapıştırma öncesi dağlama

Yıkanan parçaların yüzeylerinde yüzey pürüzlülüğü elde etmek, parçaların daha iyi yapışma yüzeylerine sahip olmaları amacıyla yapılır. Bu da yapıştırma öncesi dağlama işlemiyle sağlanır.

Parçalar bu solüsyonda 100–120 saniye bekletildiğinde bu işlem gerçekleştirilmiş olur.

Banyonun içeriği:

Hidroflorik Asit, 70% (Na_3AlF_6)	;17,2 g/l
Nitrik Asit, 42° de (HNO_3)	;367 g/l
Sodyum Sulfat (Na_2SO_4)	;20,5 g/l
Saf su	;Geri kalanı



Şekil 3.15. Bond öncesi dağlama

3.10.6. Soğuk suda durulama

Parçalar oda sıcaklığındaki musluk suyuyla doldurulmuş banyoda iyice durulanır. Böylece bir önceki işlem olan dağlama banyosundan parça üzerinde hiçbir artık kalmaması sağlanır.

3.10.7. Yapıştırma öncesi fosfatlama

Korozyona karşı oldukça kısa süreli bir koruma sağlamasına karşın yağlama, mumlama veya boyama işlemleri için mükemmel bir altyapı sağlar. Parçalar bu solüsyonda 120–140 saniye bekletilerek işlem gerçekleştirilmiş olur.

Banyonun içeriği:

Trisodyum Fosfat (Na_3P)	;0,5 g/l
Potasyum Florid(KF)	;20,5 g/l
Hidroflorik Asit (Na_3AlF_6)	;17,6 g/l
Saf su	;Geri kalanı



Şekil 3.16. Yapıştırma öncesi fosfatlama

3.10.8. Soğuk suda durulama

Parçalar oda sıcaklığındaki musluk suyuyla doldurulmuş banyoya 3 kez daldırılıp çıkarılır ve en az 10 dakika banyoda bekletilerek iyice durulanır.

3.10.9. Tespitleme

Parçalara yapılan kaplamanın yüzeyde kalması için yapılan işleme tespitleme denir. Tespitleme işlemi parçaların 63–68,3⁰C sıcaklığında saf su ile dolu banyoda 14–16 dakika bekletilmesiyle gerçekleştirilir.

3.10.10. Sprey durulama

Parçalar saf su ile 30–60 saniye durulama işlemine tabi tutulur.

3.10.11. Kurutma

Kurutma işlemi 2 aşamada gerçekleşecektir.

1.aşamada parçalar kapaklı arabalarla kontrollü ortama taşınır (18,3–26.6C sıcaklık, max.%60 nem) ve burada parçalar kendi halinde kurumaya bırakılır. Parçaların hiçbir şekilde silinmemesi gerekmektedir.

2.aşamada parçalar kurutma fırınına alınır. Fırında 58-65⁰ C’de kurutulur.

Parçalara kurutma işlemi bittikten sonra eldiven giyilmeden dokunulmamalı ve parçalar toz ve nemden arındırılmış kontrollü ortamlarda saklanmalıdır. Bu şekilde parçada yapılan yüzey işlemleri dış ortamdan korunmuş olur.

3.11. Alüminyum Parçalarda Yapıştırma Öncesi Yüzey Hazırlama İşlemleri

Alüminyum parçalarda yapıştırma öncesi parçalara anotlama işlemi yapılır. anotlama işlem adımları aşağıda verilmiştir.

3.11.1. Alkaline banyosunda yıkama

İmalat işlemleri tamamlanmış parçalar ilk önce üzerlerindeki yağın temizlenmesi için bu banyoda yıkanır. Banyonun sıcaklığı 60–68°C olup, parçaların 10–15 dakika bekletilmesi gerekmektedir.

Alkaline banyosunun içeriği:

%1-%5 oranında;	ethanol (C ₂ H ₆ O)
%1-%5 oranında;	sodyum kromat (Na ₂ CrO ₄ .4H ₂ O)
%1-%5 oranında;	etilen oksit(C ₂ H ₄ O)
%25-%30 oranında;	disodyum tetraborat decahidrat (Na ₂ B ₄ O ₇ .10H ₂ O)
Su(temiz, musluk suyu);	Geri kalanı



Şekil 3.17 Alkaline banyosunda yıkama

3.11.2. Sıcak suda durulama

Parçalar Alkaline yıkama banyosundan çıkarıldıktan sonra 55–65°C sıcaklıktaki musluk suyuyla doldurulmuş banyoda durulanırlar.

Sıcak suyla durulama işlemi sonrasında parçanın yüzeyindeki su kırmızı turnusol kağıdı ile kontrol edilir. Eğer turnusol kağıdı mavi renk alıyorsa Alkaline banyosunda yıkama ve durulama işlemine devam edilir. Bu işlem kırmızı turnusol kağıdının rengi değişmeyinceye kadar devam edilir.



Şekil 3.18. Sıcak suda durulama

3.11.3. Soğuk suda durulama

Parçalar oda sıcaklığındaki musluk suyuyla doldurulmuş banyoda iyice durulanır.

Soğuk suyla durulama işlemi sonrasında parçanın yüzeyindeki su mavi turnusol kağıdı ile kontrol edilir. Eğer turnusol kağıdı kırmızı renk alıyorsa soğuk suyla durulama işlemine devam edilir. Bu işlem mavi turnusol kağıdının rengi değişmeyinceye kadar devam ettirilir.



Şekil 3.19. Soğuk suda durulama

3.11.4. Oksitlerden arındırma işlemi

Oksitlerden arındırma işleminde parça yüzeyleri anodik kaplama için bir miktar aşındırılırlar. Aşındırma miktarı .015 ile .042 mm/yüzey alanı arasında olmalıdır. Bu işlemde parçalar ortam sıcaklığındaki %22-28'lik konsantrasyonda hazırlanmış çözeltilerde 1-3 dakika arası bekletilerek gerçekleştirilir. Bu işlem sonrası parçalarda renk değişimi olmamalı ve temizlenemeyecek lekeler kalmamalıdır.

Banyonun içeriği:

%25; Potasyum iyot çözeltisi

%25; Sülfürik asit (H_2SO_4)

Su(Saf su); Geri kalanı



Şekil 3.20. Oksitlerden arındırma işlemi

3.11.5. Soğuk suda durulama

Parçalar oda sıcaklığındaki musluk suyuyla doldurulmuş banyoda iyice durulanır.

3.11.6. Anotlama işlemi

Parçalar kromik asit anotlama tankında 33–35 °C’de gerekli voltajda ve proseste istenen süre kadar bekletilirler. Bu değerler; Voltaj:39–40 Volt, Süre: 35–45 dakikadır. Parçalar tanka daldırıldığı anda akım verilmektedir. Akım durdurulduktan hemen sonra parçalar tanktan çıkarılmalıdır. Bu işlem sayesinde yapıştırılacak parçalarda yüzey pürüzlülüğü oluşturularak yapışmaya olanak sağlanır.

Banyonun içeriği:

Kromik Asit(H_2CRO_4) ;35–50 g/l

Saf su ;Geri kalanı



Şekil 3.21. Anodize işlemleri

3.11.7. Sprey durulama

Parçalar saf su ile 30–60 saniye durulama işlemine tabi tutulur.



Şekil 3.22. Sprey durulama

3.11.8. Askıda kurutma

Parçalar oda sıcaklığında bulunan tank içerisinde askılara asılarak kendi halinde kuruması sağlanır.



Şekil 3.23. Askıda kurutma

3.11.9. Sızdırmazlık işlemi

Parçalar sızdırmazlık tankına alınır. Sızdırmazlık tankında 90–100°C’de 15 dakika bekletilir. Bu şekilde anotlama işlemine tabi tutulmayacak parçalara yüzey kaplama işlemi yapılmış olur. Sızdırmazlık tankının pH değeri 5,0–6,0 arasında olmalıdır.

Banyonun içeriği:

Kromik Asit(H_2CRO_4) ; %5 oranında

Saf su ; %Geri kalanı



Şekil 3.24. Sızdırmazlık tankı

3.12.Çelik Parçaların Yüzey Hazırlama İşlemleri

Çelik parçaların temizlenme işlemi anotlama öncesi alüminyum parçalara uygulananla aynıdır. Parçalar alkaline tankında temizlenip durulanır. Alkaline temizleme işlemi sonrası parçalar 55-65⁰C 'de fırınlanıp kurutulur. Temizleme işlemlerinden sonra parçalar kadmiyum kaplama operasyonuna tabi tutulurlar.

3.12.1. Kadmiyum kaplama

Kadmiyum kaplama çelik ve dökme demirden üretilmiş parçaların korozyondan korunması amacıyla havacılıkta yaygın olarak uygulanmaktadır. Genelde 10 ila 20 mikronluk bir kaplama kalınlığı açık hava şartlarında ana metali korozyondan korumaya yeterlidir.

Banyonun içeriği;

Kadmiyum oksit(CdO);	5 gr/lit
Sodyum siyanür ;	50 gr/lit
Sodyum hidroksit ;	14 gr/lit
Su(temiz, musluk suyu);	Geri kalanı



Şekil 3.25. Kadmiyum kaplama ünitesi

Daha sonra parçalar astar boya işlemine tabi tutulur ve böylece yüzeyler yapışma işlemi için hazırlanmış olur.

3.13. Yapıştırma (Bonding)

Yapıştırma, yapıştırıcı kullanmak suretiyle iki veya daha fazla parçanın birleştirilmesidir. Bu sistemde vida, perçin, civata, kaynak, lehim gibi klasik birleştirme araçlarına gerek yoktur. Talaşlı imalatı tamamlanmış parçalar, malzemelerinin gerektirdiği şekilde yapıştırma için yüzey hazırlama işlemlerine tabi tutulurlar. Bu işlemler sayesinde parça yüzeyleri yapıştırıcıyla daha iyi tutunurlar.

Yüzeyleri hazırlanan parçalar yapıştırma işlemi öncesinde ortamdaki kir ve nemden uzak tutulmalıdır. Bunun için parçalar yüzey işlemleri tamamlandıktan hemen sonra kontrollü ortamlara alınmalıdır. Kontrollü ortamlarda da astar boya uygulama

öncesi izin verilen süre kadar bekletilebilirler. Parçalar kontrollü ortamdan çıkarılıp, astar boya uygulama odasına yine ortamdaki kir ve nemden uzak tutularak taşınmalıdır.

Yapıştırma işleminde yapıştırıcıyla parça birbirine daha iyi yapışması için yapıştırma işleminin gerçekleştirileceği ortamın özel şartları sağlaması gerekmektedir. Bu şartlar sıcaklık, nem ve toz kontrolüdür. Oda sıcaklığının 18,3–26.6⁰C aralığında, nem oranının maksimum %60, 5 mikrondan büyük toz partikülleri miktarının da 100 dm³'te 1400 olması gerekmektedir. Bu kontroller yapıldıktan sonra parçanın yapıştırılma işlemine başlanabilir.

Yapıştırma işlemine hazır durumdaki parçalar öncelikle vakum torbalama işleminden geçerler. Torbalama işleminde parçalar yüksek ısıya dayanıklı malzemelerle kaplanırlar. Bu işlem deney sırasında gösterilecektir.

4. DENEYSEL ÇALIŞMA

Deneysel çalışma amacıyla, 7075-T7352 kondisyonundaki alüminyum alaşım malzemesi kullanılmıştır. Seçilen bu malzeme yüzey hazırlama işlemlerinden geçirildikten sonra yapıştırma işlemine tabi tutulmuştur. Yapıştırmadaki mukavemeti daha iyi görebilmek için yapıştırılmış parçalar ile aynı özellikteki alüminyum alaşımına perçinli ve kaynaklı birleştirme yapıp, karşılaştırılmıştır.

Deneysel çalışmada yapılan işlemler;

- Yapıştırma yapılacak numunelere yüzey hazırlama işlemlerinin uygulanması,
- Vakum torbası oluşturma işlemleri,
- Yapıştırılan numunelerin çekme işlemine tabi tutulması,
- Perçinli ve kaynaklı birleştirme yapılmış numunelerin çekme işlemine tabi tutulması

4.1. Test Numunelerinin Hazırlanması

Seçilen 7075-T7352 malzemesinden bilgisayar destekli tezgah yardımıyla yapılan numuneler şekil 4.1' de verilmiştir. Hazırlanan numuneler tezin önceki bölümlerinde anlatılan yüzey hazırlama işlemlerine tabi tutulmuştur.



Şekil 4.1. Test numunesi şematik gösterim

4.2. Yapıştırma İşleminde Kullanılan Film Yapıştırıcı

Bu yapıştırma için film tipi yapıştırıcı seçilmiştir. Bu yapıştırıcı termoset plastikler grubuna dahil olan bir çeşit epoksidir. Kullanılan film yapıştırıcı 3M firmasına ait yapısal yapıştırıcı film AF 163-2 (Structural Adhesive Film AF 163-2)'dir. Bu yapıştırıcıya ait özellikler çizelge 4.1. ve 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Film yapıştırıcının özellikleri

Özellik	Değer	Metot
Isıl İletkenlik 43°C	$-5,3549 \times 10^{-6} / (\text{Wmm}^\circ\text{C})'$	ASTM C-177
Isıl Genleşme Katsayısı -30'dan 50°C'ye kadar	$90 \times 10^{-6} \text{ mm}/(\text{mm } ^\circ\text{C})$	TMA 5°C/min
Hacimsel Özgüldirenç	$4.4 \times 10^{14} \text{ ohm-cm}$	ASTM D-257

Çizelge 4.2. Film yapıştırıcısının kopma dayanımı ve elastisite modülü

Sıcaklık	Kopma Dayanımı (psi)	Elastisite Modülü (psi)
-55°C	11,000	2.3×10^5
23.88°C	7,000	1.6×10^5
82.22°C	3,000	6×10^4

Çizelge 4.1'deki değerler 60 dakika ve 121⁰C'de, çizelge 4.2'deki değerler 90 dakika ve 112⁰C'de elde edilmiş katalog değerleridir. Bu değerleri elde etmek için kullanılan yapıştırıcı film boyutları ise 6,35x76,2x0,254 mm dir(3M Scotch-Weld Structural Adhesive Film, 2004)

4.3. Yapıştırma İşlemi

Bu işlem yapıştırma başlıklı konuda anlatılan şartlar sağlanmış özel odada gerçekleştirilmiştir. Anotlama ve boya işlemine tabi tutulmuş numuneler bu odaya alındıktan sonra aralarına yapıştırıcı film konularak özel oluşturulan vakum çantalarında ve vakum altında fırınlanmıştır. Bu işlem adım adım resimlerle aşağıda gösterilmiştir.

İlk olarak vakum çantası yapımında kullanılan malzemelerin resimleri verilecektir.



Şekil 4.2. Vakum çantası elemanları

Bu resimde görünenler vakum çantası oluşturmakta kullanılan malzemelerdir. Sırası ile şu şekildedir;

Yeşil renkte olan: vakum çantası çerçeve malzemesidir.

Beyaz renkte olan: parçaların yerleştirileceği pamuklu bezdir.

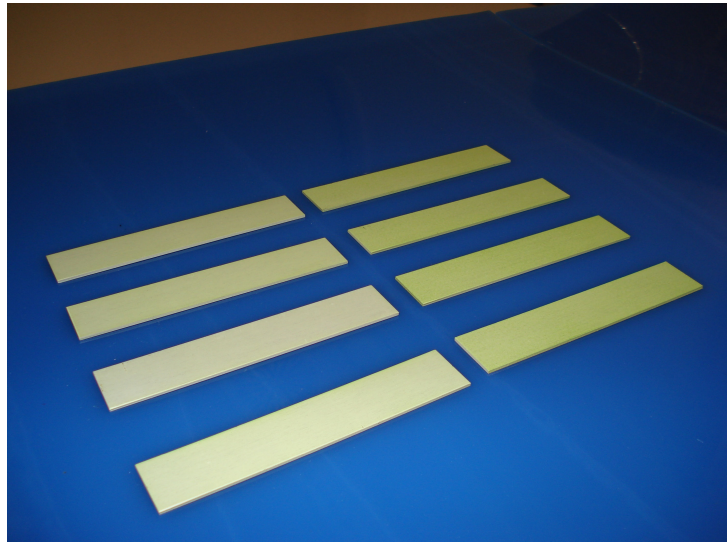
Mavi renkte olan: vakumlama işleminde hava geçişini kolaylaştırması için kullanılan delikli naylon

Alt resimdeki beyaz olan: delikli olup vakumlama esnasında hava transferi için kullanılır.



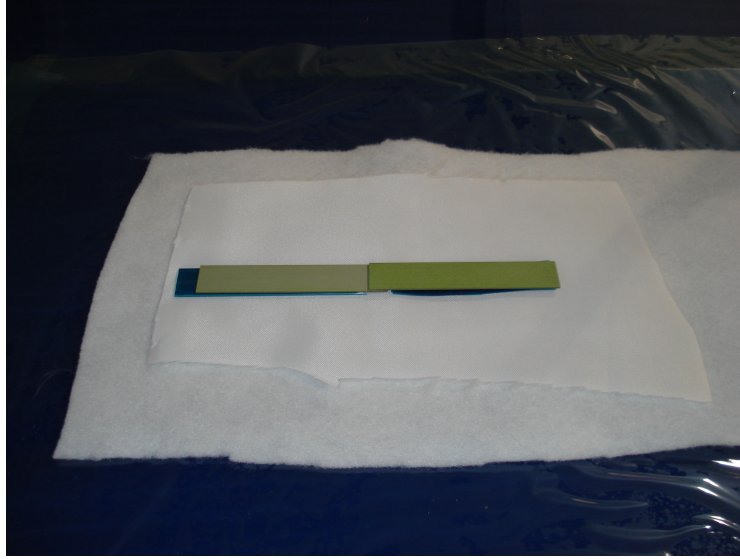
Şekil 4.3. Vakum çantası elemanı

Kullanılan tüm malzemeler ısıya dayanıklıdır.



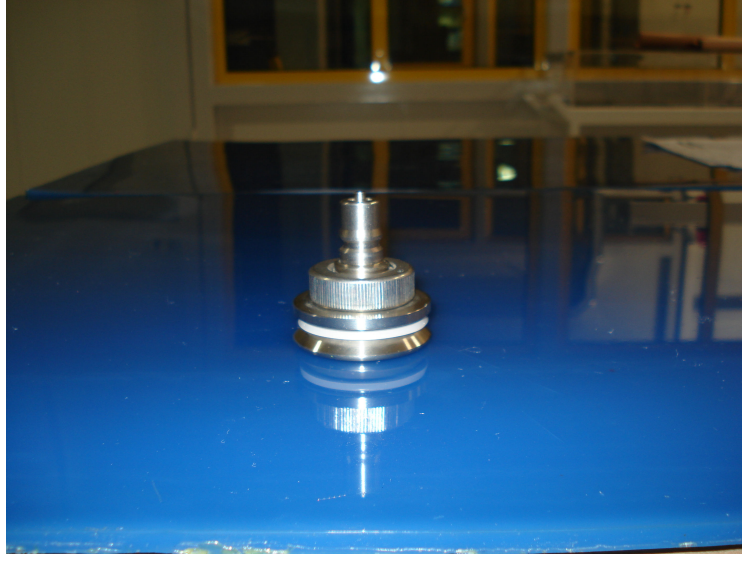
Şekil 4.4. Test numuneleri

Yapıştırma işlemine tabi tutulacak numuneler şekil 4.4’de verilmiştir. Bu malzemelerin yapıştırılması işleminde kullanılacak vakum çantası oluşturma işlemi aşağıdaki resimlerde gösterilmiştir.

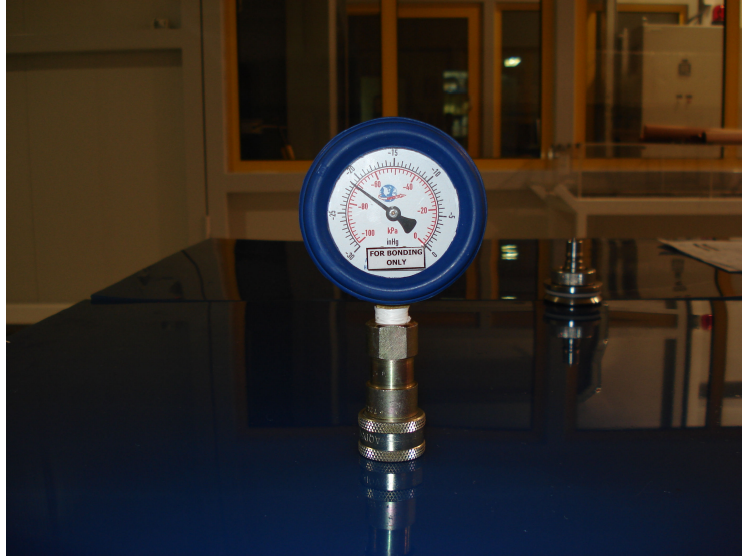


Şekil 4.5. Vakum çantası oluşturulması

Hazırlanan vakum çantasının içine içerdeki havayı emmek için ve içersinin basıncını ölçebilmek için iki ayrı vana yerleştirilir. Vakum değerleri 12-13 PSI arasında olmalıdır. Bu vananın (şekil 4.6.), basınc ölçerin (şekil 4.7.) ve vakum işlemi öncesi vakum çantasının görüntüsü (şekil 4.8.) aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.6. Vakum vanası

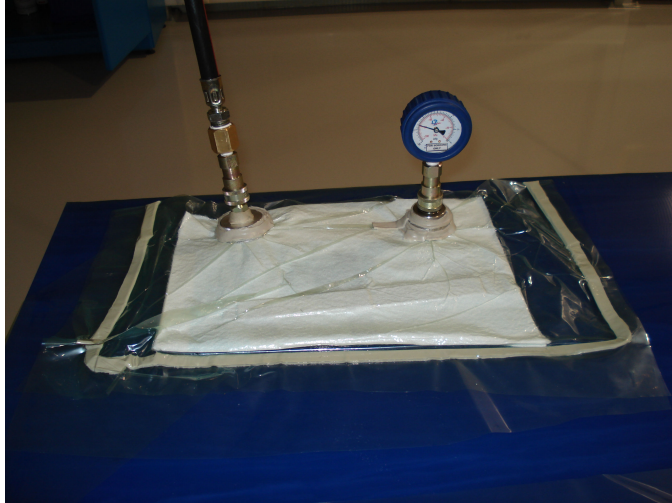


Şekil 4.7. Basınç ölçer



Şekil 4.8. Vakum çantası

Hazırlanan vakum çantasının içindeki hava çekilir.

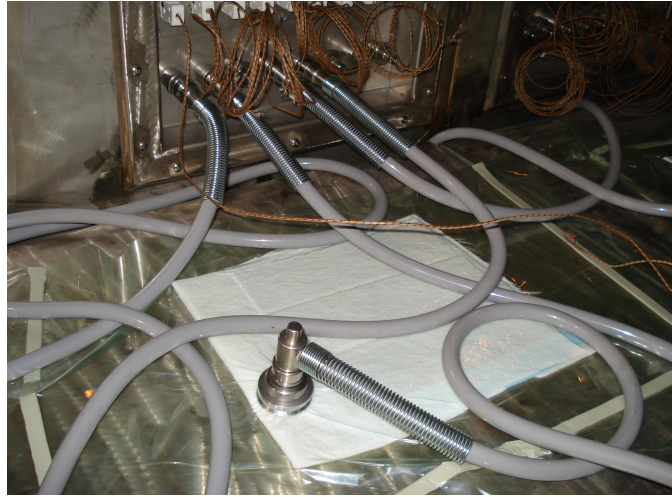


Şekil 4.9. Vakumlama işlemi

Hazırlanan vakum çantası vakum altında çalışan özel fırına kür olması için yerleştirilir.



Şekil 4.10. Vakum fırını



Şekil 4.11. Vakum altında fırınlama

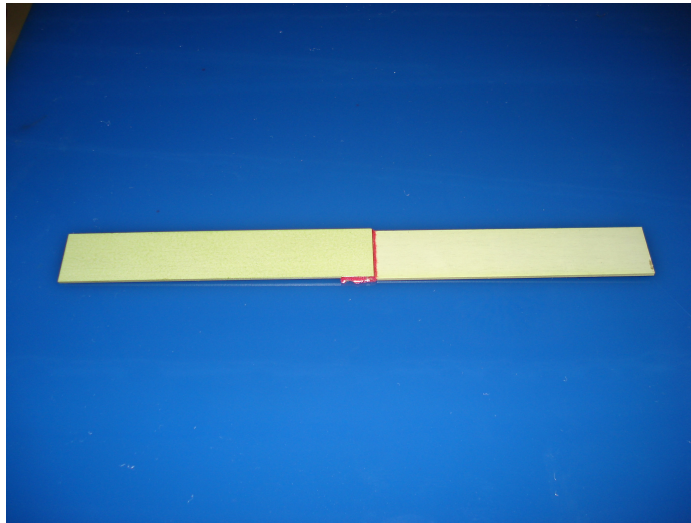
Fırında daha önceden kullanılan vanalardan vakum uygulanır. Fırınlama işleminde kullanılan film yapıştırıcı erir ve yapışma işlemini başlatır. Fırında yavaş soğutma işleminde eriyen film yapıştırıcı tekrar katı hale geçer ve tam yapışma olayını gerçekleştirir. Yapışkan olarak kullanılan filmin katılaşması işlemine kür olma denir. Şekil 4.12.'de kür olmuş bir parça örneği gösterilmektedir.

Aşağıda fırının tırmanma ve bekleme değerleri verilmiştir;

20 dk' da 240 °C ye çıkartılır,

10 dk' da 260 °C ye çıkartılır,

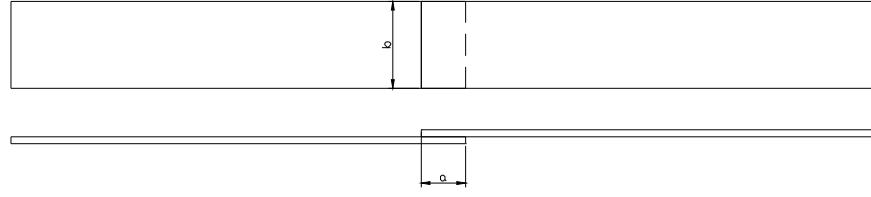
75 dk' da 260 °C de bekletilerek fırınlama işlemi gerçekleştirilmiş olur.



Şekil 4.12.Kür olmuş parça

4.4. Yapıştırma İşlemine Tabi Tutulmuş Parçaların Kesme Gerilmesi

Hazırlanmış numunelerin kesme gerilmesi ile ilgili yapılan işlemler aşağıdaki resimlerde verilmiştir.



Şekil 4.13. Yapıştırılan parçanın şematik gösterimi

Deney numunelerine ait gereken bilgiler aşağıdadır.

Numune alanları;

Ortam şartları;

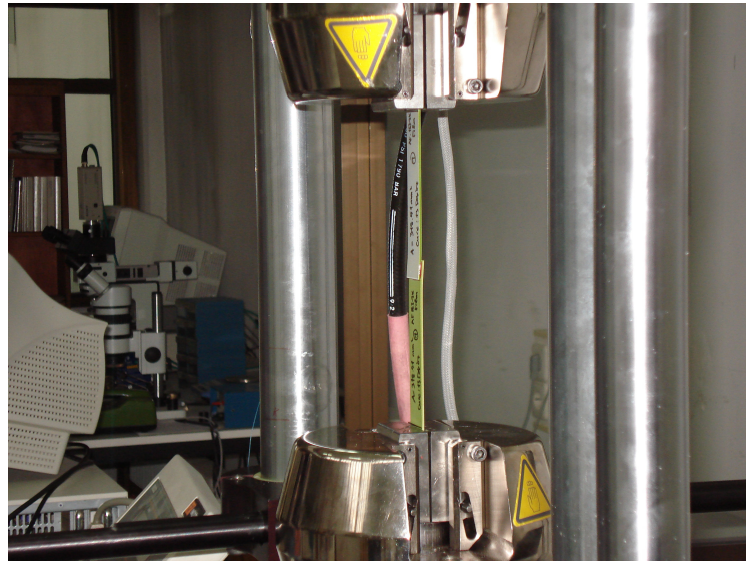
$$A_1 ; axb= 318,51 \text{ mm}^2$$

Nem: %50

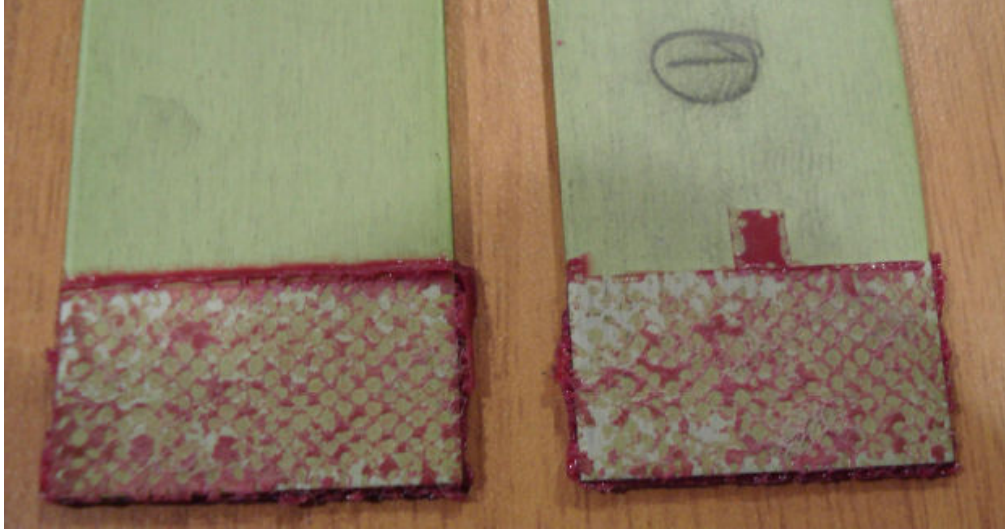
$$A_2 ; axb= 320,67 \text{ mm}^2$$

Sıcaklık: 23 °C

$$A_3 ; axb= 318,27 \text{ mm}^2$$



Şekil 4.14.Çekme testi



Şekil 4.15.Çekme işlemi sonrasında numune

4.5. Kaynaklı Ve Lehimli Birleştirme

Yapıştırma işlemi uygulanmış parçaların kopma mukavemetini kıyaslayabilmek için klasik birleştirme usullerinden olan kaynaklı birleştirme ve lehimli birleştirme işlemi yapılmıştır. Parçalar şekil 4.16, şekil 4.17 ve şekil 4.18' de verilmiştir.



Şekil 4.16. Alüminyum kaynağı



Şekil 4.17. Perçinli birleştirme



Şekil 4.18. Çift perçinli birleştirme

Çekme işlemi sonucunda incelenen numunelerin kopma değerleri çizelgelerle verilmiştir.

Çizelge 4.3. Yapıştırma ile birleştirilen parçalara ait kopma değerleri

Yapıştırma ile birleştirilen numunelerin kopma değerleri		
Numune numarası	Maksimum yükleme (kN)	Kopma değeri (Mpa)
1	11.930	37.455
2	12.282	38.301
3	12.018	37.762

Çizelge 4.4. Kaynak ile birleştirilen parçalara ait kopma değerleri

Kaynak ile birleştirilen numunelerin kopma değerleri		
Numune numarası	Maksimum yükleme (kN)	Kopma değeri (Mpa)
1	6.321	19.595
2	6.162	19.103
3	4.549	14.101

Çizelge 4.5. Tek perçin ile birleştirilen parçalara ait kopma değerleri

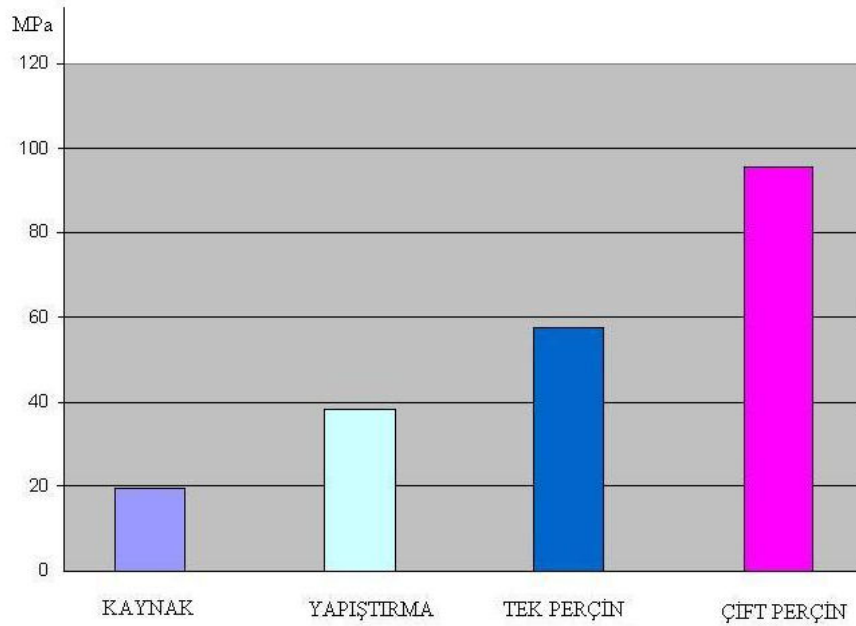
Tek perçin ile birleştirilen numunelerin kopma değerleri		
Numune numarası	Maksimum yükleme (kN)	Kopma değeri (Mpa)
1	2.429	56.250
2	2.489	57.636
3	2.472	57.250

Çizelge 4.6. Çift perçin ile birleştirilen parçalara ait kopma değerleri

Çift perçin ile birleştirilen numunelerin kopma değerleri		
Numune numarası	Maksimum yükleme (kN)	Kopma değeri (Mpa)
1	4.114	95.266
2	4.123	95.495
3	4.041	93.579

5. SONUÇLAR

Yapılan çalışmada elde edilen deneysel sonuçların karşılaştırılması şekil 5.1’de verilmiştir.



Şekil 5.1 Elde edilen sonuçların karşılaştırılması

Grafikten de görülebileceği gibi yapıştırma ile birleştirme işlemi klasik birleştirme işlemlerinden olan kaynak işlemine göre daha yüksek kopma mukavemetine sahip olduğu görülmüştür. Fakat perçinle birleştirme yöntemlerine göre daha düşük kopma mukavemeti göstermiştir.

Bunun yanında bu tarz birleştirme işleminde civata, perçin, kaynak gibi birleştirme işlemlerinde gereken delik, kaynak ağzı gibi ilave operasyonlara gerek duyulmamaktadır. Fakat yatırım maliyeti yüksek olup yüzey hazırlama işlemleri için

ilave tesisler gerektirmesi, kalifiye eleman gereksinimi ve özel şartlar gerektiren ortama ihtiyaç duyması bu işlemi zorlaştırmaktadır.

6. KAYNAKLAR DİZİNİ

Mutluay, H., Demirak A., 1996 Malzeme Bilgisi, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş.,
İstanbul, Türkiye

Otabatmaz, İ., 2000, T.A.İ. Metal Yapıştırma Eğitim Notları

Kuşhan, M.C., 2003, Havacılık malzemeleri 1, ders notu, Osmangazi Üniversitesi
Makina Mühendisliği Bölümü

Şahin, K., 1999, Uçaklar ve Helikopterler, İnkılap Kitapevi, İstanbul, Türkiye

SS8669, Adhesive Bonding, Sikorsky Aircraft Specification(04.08.1998)

SS9309, Process Area, Composites and Structural Adhesives, Controlled Environment
(01.05.1984)

SS8603, Adhesives Primer (04.19.2000)

SS8612, Adhesives Bonding System, Structural Components (06.22.1999)

SS8461, Prebond Coating of Titanium (07.23.1997)

SS8483, Anodic Coatings for Aluminum and Aluminum Alloys (07.15.1996)

Askeland, D.R., 1994, The Science and Engineering of Materials

<http://www.3m.com/catalog>

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı-Soyadı : Emre Orak
Doğum Tarihi : 20.08.1980
Doğum Yeri : ESKİŞEHİR
Medeni Hali : Evli
Askerlik Durumu : Tecilli
Telefon : 323 52 28 / 0532 665 10 31
Adres : Sakarya Caddesi İnci Blokları B Blok Kat 1 / 2

ÖĞRENİM DURUMU

İlkokul : Barbaros İlkokul
Ortaokul : Atatürk Ortaokulu
Lise : Motor Anadolu Teknik Lisesi
Lisans : Dumlupınar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Yüksek lisans : Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri
Enstitüsü
Yabancı Dil : İngilizce

İŞ DENEYİMİ

1 H.İ.B.M.K'LIĞI 1. ve 2. GRUP MÜHENDİSLİK STAJLARI
CAN CONTA A.Ş. KALIPHANE MÜHENDİSİ
ALP HAVACILIK A.Ş. CAD-CAM MÜHENDİSİ

