

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

129478

TAŞIT ARAÇLARINDA EKONOMİK MALZEME SEÇİMİ

Metalurji Mühendisi Ütğm.Mevlit DOĞAN

**F.B.E. Metalurji Mühendisliği Anabilim Dalı Malzeme Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

128678

Tez Danışmanı: Prof.Dr.Ahmet TOPUZ

Ahmet Topuz

Prof. Dr. Cemalettin Yaman

Prof. Dr. Aysegül Akdoğan

Aysegül Akdoğan

İSTANBUL, 2002

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
DOKÜMANTASYON KURULU
T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU**

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ.....	i
ŞEKİL LİSTESİ.....	ii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vi
ÖNSÖZ.....	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE KULLANILAN MALZEME SEÇİM KRİTERLERİ.....	2
2.1 Otomotiv Sektöründe Beklenti ve Hafif Malzeme Gereksinimi.....	2
2.2 Alternatif Malzeme Seçimi.....	6
2.2.1 Elastik Defleksiyon (sehim) Kriteri.....	7
2.2.2 Plastik Akma Kriteri.....	8
2.2.3 Sekonder Özellikler.....	9
2.2.4 Alternatif Malzemelerin İmalat Yöntemlerinin Karşılaştırılması.....	12
3. OTOMOBİLİ OLUŞTURAN ANA GRUPLAR.....	18
3.1 Motor (Güç Kaynağı).....	18
3.1.1 Motoru Oluşturan Dış Parçaların Tanıtılması.....	18
3.1.1.1 Silindir Bloğu.....	21
3.1.1.2 Silindirler.....	21
3.1.1.3 Silindir Kapakları.....	21
3.1.1.4 Karbüratör Kapağı.....	21
3.1.1.5 Karter.....	22
3.1.1.6 Manifoldlar.....	22
3.1.2 Motoru Oluşturan İç Parçaların Tanıtılması.....	22
3.1.2.1 Sübap ve Sübap Mili.....	23
3.1.2.2 Piston.....	23
3.1.2.3 Sekmanlar.....	23
3.1.2.4 Biyel Kolu.....	23
3.1.2.5 Krank Mili.....	25
3.1.2.6 Volan.....	25
3.1.2.7 Eksantrik mil (kam mili).....	25
3.1.3 Motorun Yardımcı Parçalarının Tanıtılması.....	26
3.1.3.1 Yağlama Sistemi.....	26

3.1.3.2	Soğutma Sistemi.....	26
3.1.3.3	Elektrik Sistemi.....	26
3.1.3.4	Yakıt Sistemi.....	28
3.2	Şasi.....	28
3.3	Aktarma Organları.....	29
3.3.1	Debriyaj Sistemi(kavrama).....	30
3.3.2	Vites Kutusu (Şanzıman).....	30
3.3.3	Kardan Mili.....	31
3.3.4	Diferansiyel.....	32
3.3.5	Aks.....	33
3.3.6	Transfer Kutusu.....	33
3.4	Süspansiyon Sistemi.....	33
3.5	Direksiyon Sistemi.....	35
3.6	Fren Sistemi.....	36
3.6.1	Tamburlu Frenler.....	36
3.6.2	Diskli Frenler.....	37
3.6.3	ABS Fren Sistemi.....	37
3.7	Kasa-Kaporta (Karoseri).....	38
4.	OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE KULLANILAN MALZEMELER.....	39
4.1	Çelikler.....	39
4.1.1	YDDA Çelikleri (HSLA veya Mikro alaşımlı Çelikler).....	43
4.1.2	Çift (Dual) Fazlı Çelikler.....	45
4.1.3	Çift Fazlı Çelikler ile YDDA Çeliklerinin Karşılaştırması.....	47
4.1.4	IF Çelikleri.....	48
4.1.5	BH Çelikleri.....	49
4.2	Alüminyum.....	53
4.2.1	Alüminyum Parçaların Otomobil Üzerindeki Uygulamaları.....	60
4.2.1.1	Motor Bloğu.....	60
4.2.1.2	Silindir Başlığı ve Emme Manifoldu.....	61
4.2.1.3	Piston.....	62
4.2.1.4	Motor Mesneti.....	63
4.2.1.5	Çerçeve Parçaları, İskelet Bağlantıları, Frenler.....	63
4.2.1.6	Akslar.....	64
4.2.1.7	Kutular.....	64
4.2.1.8	Enjeksiyon Sistemi.....	65
4.2.1.9	Jantlar.....	65
4.2.2	Alüminyum Kasa.....	65
4.2.3	Alüminyum Kasaların Yüksek Mukavemetli Çeliklerle Karşılaştırılması.....	66
4.2.3.1	Deformasyon Davranışı.....	66
4.2.3.2	Esneme Davranışı.....	67
4.2.3.3	Şekillendirilebilirlik.....	67

4.2.3.4	Triboloji.....	67
4.2.4	Space-Frame (Uzay Kafes)Tekniği.....	68
4.3	Magnezyum.....	72
4.4	Plastik Malzemeler.....	77
4.5	Toz Metalurjisi(T/M).....	81
4.6	Kompozitler.....	82
4.6.1	Kompozitin Tanımı.....	82
4.6.2	Kompozitlerin Sınıflandırılması.....	82
4.6.2.1	Polimer Matrisli Kompozitler.....	84
4.6.2.2	Seramik Matrisli Kompozitler.....	84
4.6.2.3	Metal Matrisli Kompozitler.....	84
4.6.2.3.1	Metal Matrisli Kompozitlerin Otomotiv Endüstrisinde Potansiyel Uygulamaları.....	87
4.6.2.3.1.1	Aktarma şaftı (Kardan Mili).....	87
4.6.2.3.1.2	Fren Diskleri.....	88
4.6.2.3.1.3	Motor Bloğu ve Silindir Gömleği	89
4.6.2.3.1.4	Biyel Kolu ve Pistonlar	90
4.6.2.1.1	Plastik Matrisli Kompozitlerin Otomotiv Sektöründe Potansiyel Uygulamaları.....	90
5.	GTD MODEL 4X4 ARAÇLARDA KULLANILAN MALZEMELERE AİT UYGULAMA ÇALIŞMALARI.....	93
5.1	GTD Model 4X4 Araçların Teknik Özellikleri.....	93
5.2	4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi.....	94
5.3	4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi.....	134
6.	SONUÇLAR.....	181
	KAYNAKLAR.....	183
	ÖZGEÇMİŞ.....	187

SİMGE LİSTESİ

HC	Hidrokarbon
CO	Karbonmonoksit
Nox	Nitrookasit
n	Sertleşme üssü
m	Gerinim hızı duyarlılığı
Ti	Titanyum
C	Karbon
V	Vanadyum
Mn	Mangan
Ni	Nikel
Cr	Krom
Mo	Molibden
Cu	Bakır
N	Azot
H	Saat
*	Operasyon
E	Erdemir malzeme normu

Şekil 2.1	Orta sınıf aracın kullanımı boyunca enerji ihtiyacı.....	2
Şekil 2.2	1975'ten günümüze kadar ortalama taşıt ağırlığı.....	3
Şekil 2.3	Araç ağırlığının fonksiyonu olarak yakıt tüketimi	4
Şekil 2.4	Gövde panelinde oluşan sehim değeri.....	7
Şekil 2.5	Yılda üretilen araç sayısı ve imalat maliyeti ilişkisi.....	12
Şekil 2.6	Yılda üretilen araç sayısı ile montaj maliyet ilişkisi.....	12
Şekil 2.7	Yılda üretilen araç sayısı ile (İmalat+montaj) maliyet ilişkisi.....	13
Şekil 2.8	Yılda üretilen araç sayısı ile kullanım süresi maliyeti	13
Şekil 2.9	Yıllık 200.000 araç üretimi için ömür bazlı maliyet değeri.....	14
Şekil 2.10	Ön cam eğimi, taşıt yüksekliğine bağlı rüzgar hareketi	17
Şekil 2.11	Aerodinamik yapıya göre araç dizaynı	17
Şekil 3.1	Ford zetec motoru ve kullanıldığı araç.....	19
Şekil 3.2	İçten yanmalı motorun çalışma prensibi	19
Şekil 3.3	Motoru oluşturan parçaların görünümü.....	20
Şekil 3.4	Motorun çalışması esnasında ki hareket çevrimi	20
Şekil 3.5	Krank mili ve volan.....	22
Şekil 3.6a	Piston, biyel kolu ve sekman görünümü.....	24
Şekil 3.6b	Piston ve biyel kolunun montaj görünümü	24
Şekil 3.7	100hp'lik Ford Dizel motoru.....	25
Şekil 3.8	Ford zetec motorun kesit görünümü.....	27
Şekil 3.9	Motorun elektrik sistemi.....	27
Şekil 3.10	Şaşı ve şasi üzerine tespit edilen parçaların görünümü.....	28
Şekil 3.11	4x4 Araca ait aktarma organları.....	29
Şekil 3.12	Vites konumlarında dişli çarklar.....	30
Şekil 3.13	Önden çekişli bir otomobilin aktarma organları kesiti	31
Şekil 3.14	Arka diferansiyel kesiti.....	32
Şekil 3.15	Direksiyon ve süspansiyon sisteminin görünümü	34
Şekil 3.16	Kramiyer direksiyon sistemi.....	35
Şekil 3.17	Tamburlu frenin çalışma prensibi.....	36
Şekil 3.18	Diskli fren çalışma prensibi.....	37
Şekil 3.19	Karoseri parçaları ve araç üzerinde ki görünümü.....	38
Şekil 4.1	Arttırılmış araç gövde güvenliği.....	40
Şekil 4.2	Otomotivde kullanılan modern çelikler.....	42
Şekil 4.3	HSLA Çeliklerde sertleştirilmenin özelliklere etkisi.....	45
Şekil 4.4	Çift fazlı çelikler ile az karbonlu çelik.....	47
Şekil 4.5	Çift fazlı çeliğin gerilme-yüzde uzama diyagramı.....	48
Şekil 4.6	Termomekanik haddemeleme prosesi.....	52
Şekil 4.7	Otomobillerde daha fazla alüminyum kullanımı.....	54
Şekil 4.8	2005 yılına kadar kullanımı hedeflenen alüminyum.....	55
Şekil 4.9	Araçlarda kullanılan alüminyumun kullanım oranları.....	57
Şekil 4.10	Otomotivde alüminyum alaşımlarının üretim teknikleri.....	58
Şekil 4.11	Alüminyum motor bloğu kesiti.....	61
Şekil 4.12	Alüminyumdan imal edilen piston.....	63

Şekil 4.13	Alüminyum alaşımlı jantlar.....	65
Şekil 4.14	VW Golf marka aracın uzay kafes gövdesi.....	70
Şekil 4.15a	AUDİ firmasının uzay kafes tekniği ile ürettiği A8 modeli.....	71
Şekil 4.15b	BMW firmasının ürettiği alüminyum kasa 3.28ic modeli.....	71
Şekil 4.16	Yıllara göre araç ağırlığında ki artış değerleri.....	72
Şekil 4.17 a	Magnezyum alaşımında yapılmış koltuk parçası.....	73
Şekil 4.17b	Magnezyum alaşımdan imal edilmiş direksiyon simidi iskeleti....	74
Şekil 4.17c	Magnezyum direksiyon bağlama parçası.....	74
Şekil 4.18	Magnezyum kapı iskeleti.....	76
Şekil 4.19	Araç üzerinde kullanılan malzemeler.....	78
Şekil 4.20	Tek parçalı plastik tampon.....	79
Şekil 4.21	Plastikten imal edilen parçaların araç üzerinde kullanımı	80
Şekil 4.22	Destek malzemelerine göre kompozitler.....	83
Şekil 4.23	Destek malzemelerinin şematik görünümü.....	83
Şekil 4.24	2080/SiC/15P Kompozitten imal edilen biyel kolu.....	89
Şekil 4.25	%10-20 Al ₂ O ₃ veya NiAl ₃ takviyeli kompozit piston.....	90
Şekil 4.26	Plastik kompozitlerin karoseri alt paneli.....	91
Şekil 5.1	Kanguru şase bağlantı braketı.....	94
Şekil 5.2	Sağ ve sol ön sabit makas küpesi.....	95
Şekil 5.3	Şase ön köprü istinad takozu.....	96
Şekil 5.4	Ön Amortisör şase bağlantı braketı.....	97
Şekil 5.5	Sağ motor kulağı şase bağlantı braketı.....	98
Şekil 5.6	Sol motor kulağı şase bağlantı braketı.....	99
Şekil 5.7	Ön makas hareketli küpe bağlantı braketı.....	100
Şekil 5.8	Orta travers şase bağlantı braketı.....	101
Şekil 5.9	Sessiz transfer şase bağlantı braketı.....	102
Şekil 5.10	Sağ ve sol arka sabit makas küpesi.....	103
Şekil 5.11	Arka amortisör şasi bağlantı braketı.....	104
Şekil 5.12	Depo bağlantı braketı.....	105
Şekil 5.13	Helezon yay şasi bağlantı braketı.....	106
Şekil 5.14	Arka makas hareketli küpe bağlantı braketı.....	107
Şekil 5.15	Orta travers.....	108
Şekil 5.16	Sol ve sağ arka amortisör makas bağlantı braketı.....	109
Şekil 5.17	Helezon yayı köprü bağlantı braketı.....	110
Şekil 5.18	Kapı, kaput ve arka kapak kasa menteşesi.....	111
Şekil 5.19	Sessiz transfer sol bağlantı braketı.....	112
Şekil 5.20	Sessiz transfer sağ bağlantı braketı.....	113
Şekil 5.21	Sağ motor kulak blok bağlantı braketı.....	114
Şekil 5.22	Sol motor kulak blok bağlantı braketı.....	115
Şekil 5.23	Ön amortisör makas bağlantı braketı.....	116
Şekil 5.24	Sağ ön amortisör makas bağlantı braketı.....	117
Şekil 5.25	Ön köprü kovanı.....	118
Şekil 5.26	Arka köprü kovanı.....	119
Şekil 5.27	Arka istavroz kutusu.....	120
Şekil 5.28	Ön istavroz kutusu.....	121
Şekil 5.29	GTD model arka porya.....	122
Şekil 5.30	5,5" Ön porya diskli sistem.....	123

Şekil 5.31	GTD Model 5,5" jant döküm kampana.....	124
Şekil 5.32	Ön fren diski.....	125
Şekil 5.33	Diskli ön sağ ve sol akson.....	126
Şekil 5.34	Sessiz transfer kutusu.....	127
Şekil 5.35	Prizdirek çıkış dişli gövdesi.....	128
Şekil 5.36	Sessiz transfer arazi kol gövdesi.....	129
Şekil 5.37	Hidrolik direksiyon pompa bağlantı braketı.....	130
Şekil 5.38	Fren,debriyaj pedalı ve bağlantı braketı.....	131
Şekil 5.39	Sabit ön şaft bağlantı yatağı.....	132
Şekil 5.40	Kasa, kaput ve kapak menteşesi.....	133
Şekil 5.41	Şase yanağı sağ ve sol.....	134
Şekil 5.42	Şase ön yanağı.....	135
Şekil 5.43	Hidrolik direksiyon bağlantı braketı.....	136
Şekil 5.44	Ön travers alt tablası.....	137
Şekil 5.45	Ön ve arka trans yatak bağlantı braketı.....	138
Şekil 5.46	Sağ ve sol üst trans yatak travers kulağı.....	139
Şekil 5.47	Arka travers üst bağlantı tablası.....	140
Şekil 5.48	Şase arka yanağı.....	141
Şekil 5.49	Kanguru ayağı.....	142
Şekil 5.50	GTD Model araç motor kaputu.....	143
Şekil 5.51	GTD Model araç ön panjur.....	144
Şekil 5.52	GTD Model araç sağ ve sol çamurluğu.....	145
Şekil 5.53	GTD Model ön cam çerçevesi.....	146
Şekil 5.54	GTD Model ön kavis sol ve sağ yan sacı.....	147
Şekil 5.55	GTD Model sol ve sağ kavis.....	148
Şekil 5.56	GTD Model ön kavis havalandırma sacı.....	149
Şekil 5.57	GTD Model ön göğüs.....	150
Şekil 5.58	GTD Model anten bağlama braketı.....	151
Şekil 5.59	GTD Model sol ön kapı komple.....	152
Şekil 5.60	GTD Model sol ön kapı dış sacı.....	153
Şekil 5.61	GTD Model sol ön kapı iç sacı.....	154
Şekil 5.62	GTD Model kapı kuşağı sağ.....	155
Şekil 5.63	GTD Model sağ ön kapı komple.....	156
Şekil 5.64	GTD Model sağ kapı kasa çerçevesi orta direği.....	157
Şekil 5.65	GTD Model sağ kapı kasa çerçevesi ön direği.....	158
Şekil 5.66	GTD Model kapı kasa çerçevesi sol ön direği.....	159
Şekil 5.67	GTD Model sol ve sağ marşpiyel.....	160
Şekil 5.68	GTD Model kapı cam çerçeve sacı sağ ve sol.....	161
Şekil 5.69	GTD Model sağ yan panel sacı.....	162
Şekil 5.70	GTD Model çanta bidon mahfesi.....	163
Şekil 5.71	GTD Model sol yan panel sacı.....	164
Şekil 5.72	GTD Model araçta rollbar ve destek boruları.....	165
Şekil 5.73	Ön cam çerçevesi sağ ve sol rollbar bağlantı sacı.....	166
Şekil 5.74	GTD Model sağ ve sol ön taban.....	167
Şekil 5.75	Ön taban bağlantı kuşağı, sağ ve sol deve boynu.....	168
Şekil 5.76	Yakıt deposu.....	169
Şekil 5.77	Sol ve sağ çökertme sacı.....	170

Şekil 5.78	Alev bölmesi sacı.....	171
Şekil 5.79	Arka alt taban komple.....	172
Şekil 5.80	Arka taban kuşak sacı.....	173
Şekil 5.81	Arka çamurluk sağ ve sol davlumbazı.....	174
Şekil 5.82	Arka taban alt bağlantı destek sacı.....	175
Şekil 5.83	Arka taban rollbar destek sacı.....	176
Şekil 5.84	Kasa kapağı arka kapak komple.....	177
Şekil 5.85	Kasa kapağı gövde sacı.....	178
Şekil 5.86	Ön tampon.....	179
Şekil 5.87	Arka tampon.....	180



ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1	Binek oto ve hafif kamyon emisyon değerleri..... 5
Çizelge 2.2	Kaporta ve panel malzemeleri..... 6
Çizelge 2.3	Malzeme seçiminde çevre şartları..... 9
Çizelge 2.4	Çeşitli malzemelerin mekanik özellikleri 10
Çizelge 2.5	Araç üretiminde kullanılan malzemelerin üretim parametreleri..... 10
Çizelge 2.6	Gövde ve panel malzemelerinin karşılaştırması..... 11
Çizelge 2.7	Araç üzerinde ki alternatif malzemelerin karşılaştırılması 16
Çizelge 4.1	IF çeliğine ait kimyasal bileşim ve mekanik özellikler..... 50
Çizelge 4.2	1990 ve 2000 yıllarında ABD otomotiv sektörü çelik tüketimi..... 52
Çizelge 4.3	Bir otomobilde kullanılan alüminyum döküm parçalar ve ağırlıkları 56
Çizelge 4.4	Araçlarda döküm alüminyum parçalardaki değişim..... 57
Çizelge 4.5	Araçlarda kullanılan parçalar ve üretildiği alüminyum alaşımları 59
Çizelge 4.6	Magnezyum otomotiv sektöründe uygulamaları 77
Çizelge 4.7	Metal matrisli kompozitlerin otomotiv sektöründe kullanım alanları 86
Çizelge 4.8	90'lı yıllarda otomotiv malzemelerinin fiyat ve kullanım yüzdeleri 92
Çizelge 5.1	A1 sıra nolu parçanın özellikleri..... 94
Çizelge 5.2	A2 sıra nolu parçanın özellikleri..... 95
Çizelge 5.3	A3 sıra nolu parçanın özellikleri..... 96
Çizelge 5.4	A4 sıra nolu parçanın özellikleri..... 97
Çizelge 5.5	A5 sıra nolu parçanın özellikleri..... 98
Çizelge 5.6	A6 sıra nolu parçanın özellikleri..... 99
Çizelge 5.7	A7 sıra nolu parçanın özellikleri..... 100
Çizelge 5.8	A8 sıra nolu parçanın özellikleri..... 101
Çizelge 5.9	A9 sıra nolu parçanın özellikleri..... 102
Çizelge 5.10	A10 sıra nolu parçanın özellikleri..... 103
Çizelge 5.11	A11 sıra nolu parçanın özellikleri..... 104
Çizelge 5.12	A12 sıra nolu parçanın özellikleri..... 105
Çizelge 5.13	A13 sıra nolu parçanın özellikleri..... 106
Çizelge 5.14	A14 sıra nolu parçanın özellikleri..... 107
Çizelge 5.15	A15 sıra nolu parçanın özellikleri..... 108
Çizelge 5.16	A16 sıra nolu parçanın özellikleri..... 109
Çizelge 5.17	A17 sıra nolu parçanın özellikleri..... 110
Çizelge 5.18	A18 sıra nolu parçanın özellikleri..... 111
Çizelge 5.19	A19 sıra nolu parçanın özellikleri..... 112
Çizelge 5.20	A20 sıra nolu parçanın özellikleri..... 113
Çizelge 5.21	A21 sıra nolu parçanın özellikleri..... 114

Çizelge 5.22	A22 sıra nolu parçanın özellikleri.....	115
Çizelge 5.23	A23 sıra nolu parçanın özellikleri.....	116
Çizelge 5.24	A24 sıra nolu parçanın özellikleri.....	117
Çizelge 5.25	A25 sıra nolu parçanın özellikleri.....	118
Çizelge 5.26	A26 sıra nolu parçanın özellikleri.....	119
Çizelge 5.27	A27 sıra nolu parçanın özellikleri.....	120
Çizelge 5.28	A28 sıra nolu parçanın özellikleri.....	121
Çizelge 5.29	A29 sıra nolu parçanın özellikleri.....	122
Çizelge 5.30	A30 sıra nolu parçanın özellikleri.....	123
Çizelge 5.31	A31 sıra nolu parçanın özellikleri.....	124
Çizelge 5.32	A32 sıra nolu parçanın özellikleri.....	125
Çizelge 5.33	A33 sıra nolu parçanın özellikleri.....	126
Çizelge 5.34	A34 sıra nolu parçanın özellikleri.....	127
Çizelge 5.35	A35 sıra nolu parçanın özellikleri.....	128
Çizelge 5.36	A36 sıra nolu parçanın özellikleri.....	129
Çizelge 5.37	A37 sıra nolu parçanın özellikleri.....	130
Çizelge 5.38	A38 sıra nolu parçanın özellikleri.....	131
Çizelge 5.39	A39 sıra nolu parçanın özellikleri.....	132
Çizelge 5.40	A40 sıra nolu parçanın özellikleri.....	133
Çizelge 5.41	B1 sıra nolu parçanın özellikleri.....	134
Çizelge 5.42	B2 sıra nolu parçanın özellikleri.....	135
Çizelge 5.43	B3 sıra nolu parçanın özellikleri.....	136
Çizelge 5.44	B4 sıra nolu parçanın özellikleri.....	137
Çizelge 5.45	B5 sıra nolu parçanın özellikleri.....	138
Çizelge 5.46	B6 sıra nolu parçanın özellikleri.....	139
Çizelge 5.47	B7 sıra nolu parçanın özellikleri.....	140
Çizelge 5.48	B8 sıra nolu parçanın özellikleri.....	141
Çizelge 5.49	B9 sıra nolu parçanın özellikleri.....	142
Çizelge 5.50	B10 sıra nolu parçanın özellikleri.....	143
Çizelge 5.51	B11 sıra nolu parçanın özellikleri.....	144
Çizelge 5.52	B12 sıra nolu parçanın özellikleri.....	145
Çizelge 5.53	B13 sıra nolu parçanın özellikleri.....	146
Çizelge 5.54	B14 sıra nolu parçanın özellikleri.....	147
Çizelge 5.55	B15 sıra nolu parçanın özellikleri.....	148
Çizelge 5.56	B16 sıra nolu parçanın özellikleri.....	149
Çizelge 5.57	B17 sıra nolu parçanın özellikleri.....	150
Çizelge 5.58	B18 sıra nolu parçanın özellikleri.....	151
Çizelge 5.59	B19 sıra nolu parçanın özellikleri.....	152
Çizelge 5.60	B20 sıra nolu parçanın özellikleri.....	153
Çizelge 5.61	B21 sıra nolu parçanın özellikleri.....	154
Çizelge 5.62	B22 sıra nolu parçanın özellikleri.....	155
Çizelge 5.63	B23 sıra nolu parçanın özellikleri.....	156
Çizelge 5.64	B24 sıra nolu parçanın özellikleri.....	157
Çizelge 5.65	B25 sıra nolu parçanın özellikleri.....	158
Çizelge 5.66	B26 sıra nolu parçanın özellikleri.....	159
Çizelge 5.67	B27 sıra nolu parçanın özellikleri.....	160
Çizelge 5.68	B28 sıra nolu parçanın özellikleri.....	161

Çizelge 5.69	B29 sıra nolu parçanın özellikleri.....	162
Çizelge 5.70	B30 sıra nolu parçanın özellikleri.....	163
Çizelge 5.71	B31 sıra nolu parçanın özellikleri.....	164
Çizelge 5.72	B32 sıra nolu parçanın özellikleri.....	165
Çizelge 5.73	B33 sıra nolu parçanın özellikleri.....	166
Çizelge 5.74	B34 sıra nolu parçanın özellikleri.....	167
Çizelge 5.75	B35 sıra nolu parçanın özellikleri.....	168
Çizelge 5.76	B36 sıra nolu parçanın özellikleri.....	169
Çizelge 5.77	B37 sıra nolu parçanın özellikleri.....	170
Çizelge 5.78	B38 sıra nolu parçanın özellikleri.....	171
Çizelge 5.79	B39 sıra nolu parçanın özellikleri.....	172
Çizelge 5.80	B40 sıra nolu parçanın özellikleri.....	173
Çizelge 5.81	B41 sıra nolu parçanın özellikleri.....	174
Çizelge 5.82	B42 sıra nolu parçanın özellikleri.....	175
Çizelge 5.83	B43 sıra nolu parçanın özellikleri.....	176
Çizelge 5.84	B44 sıra nolu parçanın özellikleri.....	177
Çizelge 5.85	B45 sıra nolu parçanın özellikleri.....	178
Çizelge 5.86	B46 sıra nolu parçanın özellikleri.....	179
Çizelge 5.87	B47 sıra nolu parçanın özellikleri.....	180

ÖNSÖZ

Tez konusunun belirlenmesi, yönlendirmesi ve yürütülmesinde hiçbir yardımını esirgemeyen sayın Prof. Dr. Ahmet Topuz hocama, tezin sayısal çalışmasında emeği geçen 1013 ncü Ord. A.T.F. Müd.'lüğü personeline, 1011 nci Ord. A.T.F.Müd.'lüğü personeline ve çalışmalarında beni yalnız bırakmayan sayın Gülören Cohantimur'a teşekkürlerimi sunarım.



ÖZET

Otomotiv endüstrisinde gelişen teknoloji ve yeni malzemelerin araç üretiminde kullanılması; yakıt tüketimi düşük, emniyet ve güvenliği artırılmış üretim- montaj ve kullanım süresince düşük maliyet gerektiren, çevreye düşük emisyon veren ve yüksek konforda araç üretimine imkan vermiştir.

Araç imalatında kullanılan çeliğin türü ve miktarı geçmişten günümüze değişmiş olsa dahi en çok kullanılan malzeme grubudur. HSLA,DUAL faz,IF ve BH çeliklerinin araç üzerinde ki kullanım miktarı artmaktadır.

Araç üretiminde alüminyum en fazla ağırlık tasarrufu potansiyeline sahip metaldir ve çok değişik araç parçalarında kullanılabilmektedir. Magnezyum metali, sahip olduğu düşük yoğunluk ve hafiflik yanında dökülebilirliğinin iyileştirilmesi sonucu araç üzerinde kullanımı artacaktır.

Birleşmiş ortalama yakıt ekonomisi (CAFE) standardını yükselterek yakıt ekonomisi sağlayabilecek malzemelerden olan kompozitler, matris ve katkı malzemelerinin tür ve miktarı değiştirilerek çeliklere eş değer mekanik özellikler kazanabilir.

Askeri fabrikada üretilen 4x4 Jeep aracında kullanılan döküm ve sac parçalar ile üretildikleri malzemeler üzerinde yapılan çalışmalar sonucu klasik çelikler yerine yeni nesil çelik malzemelerin kullanılması halinde %19, küresel grafitli dökme demir parçalar yerine alüminyum alaşımlarının kullanılması halinde %6.6 ağırlık tasarrufu potansiyeli mevcuttur.

Anahtar kelimeler: yakıt ekonomisi, güvenlik, maliyet, emisyon, mekanik özellikler, hafiflik

ABSTRACT

The developments parallel to the technology in automotive industry and the use of new materials in car production, led to very comfortable cars with low fuel consumption, high safety, low production costs during assembly and use and in harmony with environment. Although the type and corresponding of the steel used in the production of car from past to today, it is still the most used material group. The use of HSLA, DUAL PHASE, IF, BH in car production steadily increases steels.

Aluminium is the materials with the most weight saving and it can be used in very different car parts. The use of magnesium will be increased with its low density, light weight and the improvement of casting.

One of the materials which proves fuel economy by increasing the standards of CAFE, is composite materials. The composites can gain mechanical properties like steels and can be used by car production through the change of reinforcement of the matrix and reinforcement materials.

As a result of the studies carried out of the materials which are produced by cast and sheet parts used in the 4x4 Jeeps produced by military factories, new generation steels is used instead of classical ones which provides savings up to % 19 on the sheet parts used in car production. On the other hand, by the use of aluminium alloys instead of cast iron, % 6.6 weight could potentially be saved.

Keywords: Fuel economy, safety, cost, , emissions, mekanical properties, lightweight

1.GİRİŞ

Otomotiv endüstrisinde yakıt ekonomisi uygulanması, araç üretiminde kullanılan malzemeleri de etkilemiştir. Yakıt ekonomisi fikri araç üreticilerini dayanımda yüksek, ağırlıkta hafif malzemeler üretmeye ve kullanmaya zorlamıştır. Alüminyum, magnezyum, plastik ve kompozit malzemelerin kullanım oranları giderek artmaktadır. Dört bölüm olarak hazırlanan çalışmada;

İkinci bölümde araçlarda kullanılan malzemelerin seçim kriterleri anlatılmıştır. Bir araç için emniyet ve güvenlik, üretim, montaj ve bakım onarım maliyeti, çevresel uyumluluk, konfor ve yakıt tüketimi önemli dizayn kriterleridir.

Üçüncü bölümde araca hareket veren, gücü üreten motor ve motor aksamı, aktarma organları, aracın iskeleti olan şasi ve şasi üzerindeki donanım ile aracın kontrolünü sağlayan direksiyon, fren sistemi tanıtılmıştır.

Dördüncü bölümde araçta kullanılan malzemeler anlatılmıştır. İlk otomobilden günümüze kadar tüm araçlarda en fazla çelikler kullanılmıştır. Zamanla tür ve miktarı sürekli değişen çeliklerden günümüzde Termomekanik haddeleme, çift fazlı bölgede ısıtılma işlemi, ara yer elementinin kontrolü ve boya sonrası fırında sertleştirme gibi metalurjik işlemlerle üretilen HSLA, DUAL faz, IF ve BH çeliklerinin kullanımı artmaktadır. Alüminyum düşük yoğunluk ve ilave edilen alaşım elementleri ile yeterli mekanik özellikler kazanır. Alüminyum araç üzerinde en fazla ağırlık tasarrufu potansiyeli olan metaldir. Magnezyum alaşımlarının kullanımında artış görülmektedir. Plastik ve kompozit esaslı malzemelerde yakıt ekonomisine katkıda bulunacak malzemelerdir ve sahip olduğu özellikleri nedeniyle çok çeşitli araç parçalarında kullanılabilirler. Tasarım kolaylığı ile plastikler çok sayıda parçanın yekpare üretimine imkan tanır.

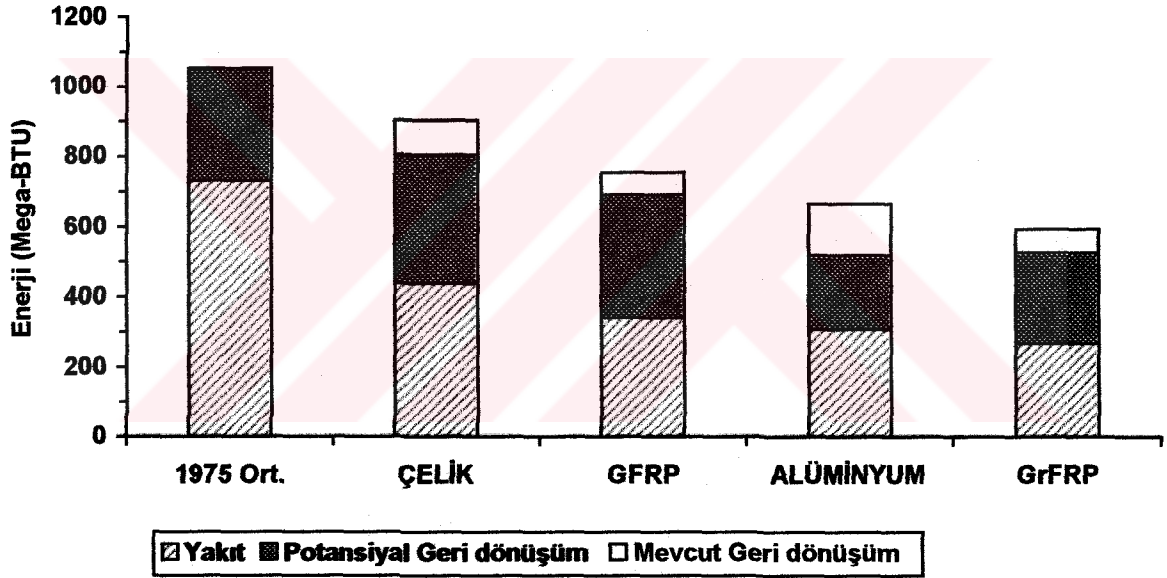
Beşinci bölümde askeri fabrikada üretilen 4x4 araca ait döküm ve sac parçalar ile üretildikleri malzemeler incelenerek yakıt ekonomisi sağlayacak alternatif malzemeler belirlenmiştir. Yapılan çalışmaların neticesi sonuçlar adı altında verilmiştir.

2. OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE KULLANILAN MALZEME SEÇİM KRİTERLERİ

2.1 Otomotiv Sektöründe Beklenti ve Hafif Malzeme Gereksinimi

Otomotiv sektöründe araç dizaynı ve araçta kullanılacak malzeme seçiminde emniyet ve güvenlik, üretim, montaj ve bakım onarım maliyetlerinin minimum olması, yedek parça temini, çevresel uyumluluk, konfor ve yakıt sarfiyatının en az olması arzu edilen özelliklerdendir.

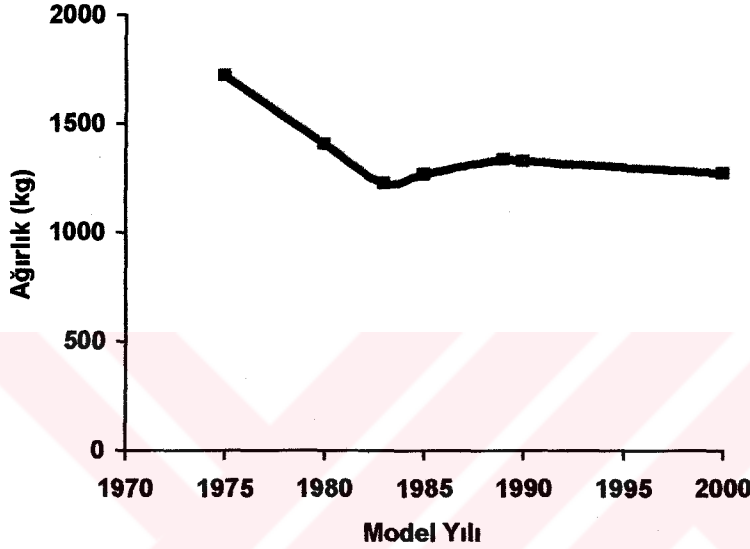
Bir aracın üretimi için gerekli olan enerji, aracın çalıştırılması içinde kullanıldığından, enerjinin artan maliyeti otomobil dizaynında birinci derece önemli faktördür. Şekil 2.1 Çelik cam fiber takviyeli plastik, alüminyum ve gratif fiber takviyeli plastikten imal edilmiş orta sınıf aracın kullanımı boyunca enerji ihtiyacı verilmiştir (Topuz, 2000; Bakkalloğlu, 2000).



Şekil 2.1 Orta sınıf aracın kullanımı boyunca enerji ihtiyacı (Davies, 1998)

Gelişmiş bir ülkede tüm petrol harcamalarının % 45'nin ulaşım sektöründe kullanıldığı düşünülürse konunun önemi daha iyi anlaşılmaktadır. 1970'li yıllardan itibaren enerji fiyatlarının aşırı yükselmesi, özellikle 1973 yılında yaşanan 1. Petrol bunalımı Birleşmiş Ortalama Yakıt ekonomisi CAFE (Corporate average fuel economy) standartlarının otomobil endüstrisinde uygulanmasını zorunluluk haline getirmiştir. CAFE standartları kilometre başına yakıt tüketimidir, ve 1975-1990 yılları arasında standardın 11,82 km/lt ye ulaşması sayesinde petrol tüketiminde % 50 mertebesinde önemli düşüş sağlanmıştır. Şekil 2.2 1975'ten günümüze kadar ortalama taşıt

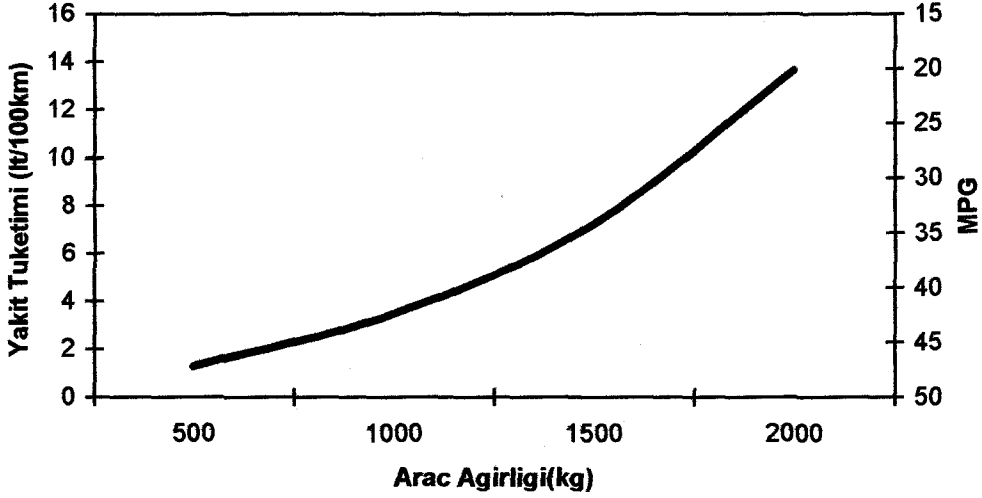
ağırlığı verilmiştir. Ki bu artış geliştirilmiş motorların yükseltilmiş performansı, yeni vites kutusu (otomatik 4 vites ve manuel 5 vites) yanında araç ağırlığının düşürülmesi ile gerçekleştirilmiştir. Yakıt tüketimi ile araç ağırlığı arasında doğrusal bir ilişki vardır. Yakıt sarfiyatında ki değişiklik taşıt ağırlığının bir fonksiyonu olarak Şekil 2.3 te gösterilmiştir.



Şekil 2.2 1975'ten günümüze kadar ortalama taşıt ağırlığı (Davies, 1998)

CAFE standartlarının arttırılarak 1995 yılında 12,5-13 km/lt 2000 yılından sonra 14,2-14,6 km/lt ye ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu değerler CAFE standartlarında 1,72 km/lt'lik bir iyileştirme öngörmektedir. 0,43 km/lt 'lik iyileştirme motor ve transmisyonunda ki gelişmelerle karşılaşılır ki bu 115 kg'lık ağırlık azalmasını işaret ederken 1,3 km/lt 'lik iyileşme ancak hafif ve düşük maliyetli çeliklerin veya eşdeğer mekanik özelliklere sahip alternatif malzemelerin üretim ve kullanılmasını gerektirmektedir (Ahlatlı, 1992; Davies, 1998).

Yakıt tasarrufunu sağlayan bir kriterde araç üzerinde gelen hava direncinin azaltılmasıdır. Hava direnci katsayısı taşıtın aerodinamik şeklinin bir fonksiyonu olduğundan araç boyutunun küçültülmesi ön cam eğiminin azaltılması taşıt yüksekliğinin düşürülmesi Şekil 2.10 köşeli yapıların ve çıkıntıların yuvarlaklaştırılması yeni model araçların dizaynlarında görülmektedir Şekil 2.11



Şekil 2.3 Araç ağırlığının fonksiyonu olarak yakıt tüketimi (Davies, 1998)

Sürücü ve yolcu güvenliğini sağlamaya yönelik aktif güvenlik (Antiblokaj fren sistemi, antipatinaj sistemi ve pasif güvenlik sistemleri, hava yastığı, emniyet kemeri, darbe emici bölgeler) önlemleri günümüz araçlarının büyük bir bölümünde uygulanmasının yanında sürücü ve yolcu konforuna yönelik süspansiyon sistemi ve ergonomik dizayn gibi gelişmelerde araçlara aktarılmaktadır (Ahlatcı, 1996).

Tüm bu sistemlerin araca eklenmesi ve bunların bağlama kriteri, araç toplam ağırlığı dolayısıyla yakıt tüketimini arttırmalar. Ancak hafif ve mekanik özellikleri yüksek malzeme kullanılması artışı sınırlandırılabilir. Üretilen araçların çevreye uyumluluğu ve emisyonların azaltılmasına yönelik değişik yakıt ve güç kaynakları kullanımı incelenmektedir.

Motorlu araçlar hidrokarbon(HC), karbonmonoksit(CO), ve nitritokstiler (NO_x) yayarlar. Bu emisyonlardaki yüksek derecede duman ve ozon nefes alma sorunları yaratır. Ayrıca bazı bitkiler üzerinde yok edici etki yapar. Otomotiv endüstrisi HC, CO ve NO_x azaltılması için motorda ki yanma odalarının tasarımını iyileştirerek, eksoz gazlarının yeniden yanması için geri döndürerek, hava benzin karışımının tam bir yanma için kıvılcım- zamanlamasını kontrol ederek ve eksoz katalitik bir konverterden geçirecek gelişmeler sağlanmıştır. Gelişmeler sonucunda motor

performansı yükseltilerek yakıt sarfiyatı sağlanır. Kontrol edilmiş emisyon değerleri ise Çizelge 2.1 de gösterildiği gibidir.

Çizelge 2.1 Binek oto ve hafif kamyon emisyon değerleri

	HC(%)	CO(%)	NO _x (%)
Binek Otolar	96	96	76
Hafif Kamyon	90	90	67

Emisyonların azaltılması için petrol bazlı yakıtlara alternatif yakıtlar kullanılmaya başlanmıştır. Bu yakıtlar Etanol, metanol, sıkıştırılmalı doğal gaz, LPG ve M85 (%85 metanol, %15 gazolin) 1993 yılından başlayarak alternatif yakıtlı taşıtlar üretilmeye başlanmıştır. 2003 yılında özel araçların %40'ı alternatif yakıtlı olacağı 2003 itibariyle çok düşük düzeyde gaz yayan ve elektrikli araçların geliştirileceği tahmin edilmektedir. (Cran, 1998).

1970'lerin sonlarında yakıt maliyetinin 5 yıl önceki seviyesinden oldukça yüksek olmasından dolayı üreticiler aracın ağırlığını azaltarak yakıtın daha ekonomik kullanılmasını araştırmışlardır. Araştırmalar sonucunda aşağıda ki gelişmeler sağlanmıştır.

- Derin çekme çeliklerin sahip olduğu akma dayanç değerlerinin altında ki değerlere ve daha yüksek r değerlerine sahip çeliklerin geliştirilmesi.
- Daha ince daha hafif çeliğin kullanılması.
- Çeliğin yerine geçebilecek alüminyum ve alüminyum alaşımlarının kullanılması.
- Alternatif olarak belli bölgelerde seramik malzeme kullanılması.
- Araç üzerinde plastik malzeme kullanımının artırılması.(Günümüzde araç gövde ağırlığının %5'i plastik malzemedendir.

Yakıt tüketiminde motor büyüklüğü ve performansı etkili faktör olmasına rağmen enerji tasarrufunda asıl önemli olan unsur ağırlıktır. Çelik yerine muadil olarak yeni malzemenin aranması araç ağırlığının azaltılması aerodinamik araç karoserlerinin geliştirilmesi gerçeğinden doğmuştur (Akıncı, 1997).

Yakıt tüketimin azaltılması motor verimini arttırmakta, taşıt toplam ağırlığını azaltmak ile mümkündür. Malzeme seçiminde tasarruf eğilimi boyut küçültücü dizaynlar ağırlık tasarrufu

sağlayacak malzemelerin kullanılmasıyla yakıt tüketimin azaltılması yönündedir (Bakkalloğlu, 2000).

2.2 Alternatif Malzeme Seçimi

Araç ağırlığı % 71 çelik (kaporta ve paneller) iskelet sistemleri, % 15 dökme demir(motor bloğu, dişili kutuları, aktarma organları), % 4 lastik (tekerlek, hortum) geri kalan polimer alüminyum ve kompozit malzemelerden oluşur.

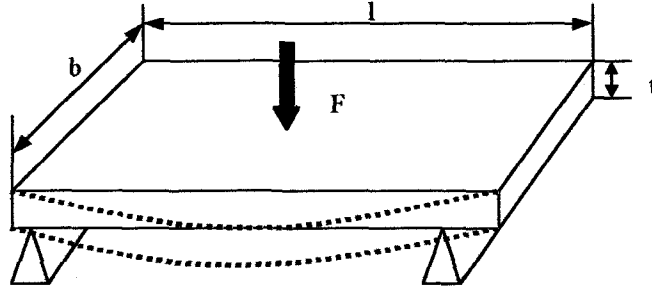
Günümüzde mekanik özellikler yönünden çeliklerle aynı olarak yoğunluğu düşük olan malzemeler tercih edilmektedir. Örnek olarak motor bloğu için kullanılan dökme demirin yoğunluğu $7,7 \text{ g/cm}^3$, alüminyumun $2,7 \text{ g/cm}^3$ veya magnezyumun $1,8 \text{ g/cm}^3$ tür. Bu yeni malzemelerin kullanılması ile 3-4 kat ağırlık tasarrufu sağlanmıştır. Ağırlık azaltılmasında en büyük potansiyel kaporta ve panel parçalarında olur ve bu araç toplam ağırlığının % 60'ını teşkil eder. Çizelge2.2 de kaporta ve panel malzemelerinin özellikleri verilmiştir (Ashby, 1982).

Çizelge 2.2 Kaporta ve panel malzemeleri (Topuz, 2000)

Malzeme	Yoğunluk $\rho \text{ (gr/cm}^3\text{)}$	E (Mpa)	Re (Mpa)	$\left(\frac{\rho}{E^{1/3}} \right)$	$\left(\frac{\rho}{Re^{1/2}} \right)$
Yumuşak Çelik	7,85	$2,1 \cdot 10^5$	220	1,32	0,53
Yüksek Dayançlı Çelik	7,84	$2,1 \cdot 10^5$	500	1,32	0,35
Alüminyum Alaşımı	2,7	$0,7 \cdot 10^5$	193	0,66	0,19
Cam Takviyeli Plastik	1,8	$0,15 \cdot 10^5$	75	0,73	0,21

Malzeme seçimi yapılırken kullanılacak malzemelerin uygulanacak yükler altında plastik akmaya maruz kalıp kalmama durumuna bağlı olarak en az ağırlığa sahip malzeme sehim (defleksiyon) ve plastik akma kriteri kullanılarak belirlenir.

2.2.1 Elastik Defleksiyon (sehim) Kriteri



Şekil 2.4 Gövde panelinde oluşan sehim değeri (Ashby, 1982)

Şekil 2.4'te F kuvvetinin altında kalan gövde panelinde ki sehim aşağıda ki formülle ifade edilir.

$$\delta = \frac{cl^3 F}{Ebt^3} \quad (2.1)$$

ρ = yoğunluk

t =Levha kalınlığı

l =Panel uzunluğu

b =Panel genişliği

E =Elastiklik modülü

C =Sabit ($1/4$), Panelin tespitine bağlıdır. İki yada dört kenardan yapılan tespitte göre farklı değer almaktadır.

$$m = \rho b l t \quad (2.2)$$

Formülü ile ifade edilmekte olup b ve l dizayn ile belirlenmektedir. Rijitliği kontrol eden yegane değişken kalınlıktır. 2.1 ve 2.2 eşitliklerinden.

$$t = \left(\frac{cl^3 F}{\delta E b} \right)^{1/3} \quad (2.3)$$

Elde edilir. Bu ifade 2.2 eşitlikte yerine konulduğu zaman panelin kütlesi (m) aşağıdaki Şekilde ifade edilir.

$$m = \left[c(F/\delta) l^6 b^2 \right]^{1/3} (\rho/E^{1/3}) \quad (2.4)$$

Elde edilir, böylece verilen bir rijitliği (F/δ) ve panel boyutları (l, b, c) için en hafif panel en küçük ($\rho/E^{1/3}$) değerine sahip olmalıdır.

2.2.2 Plastik Akma Kriteri

Plastik akma kriteri içinde yukarıdakine benzer bir analiz yapılabilir. Şekil 2.4' de ki panel belirli bir F kuvveti altında akmaktadır. F kuvvetinin hesaplanması şu Şekildedir.

$$F = \left(\frac{c b t^2}{l} \right) Re \quad (2.5)$$

Burada ki Re malzemenin akma mukavemeti ve C:sabit (2/3)'tür. Bu formülde t aşağıda ki gibi hesaplanır.

$$t = \left(\frac{F l}{c b R_e} \right)^{1/2} \quad (2.6)$$

Bu değer 2.2 no lu eşitlikte yerine konulduğu zaman malzemenin kütlesi bulunabilir.

$$m = \left(\frac{F l^3 b}{c} \right)^{1/2} \left(\frac{\rho}{Re^{1/2}} \right) \quad (2.7)$$

Gövde panellerinin çoğunluğu için yüksek mukavemetli çelik herhangi bir avantaj sağlamaz. Bu yüzden yüksek mukavemetli çelik tamponlarda ön ve arka çamurluklarda ve motor bağlantılarında ve şasilerde kullanılır. Bu durumda Alüminyum alaşımlarının gövde panellerinde 2 kat tampon ve çamurluklarda 3 kat daha ağırlık tasarrufu sağlamaktadır. Araçlarda kullanılan malzemelerde ki özellikleri özetlersek (Ashby, 1982).

- Taşıtlarda ağırlık azaltma

- Kolay biçimlenebilme
- Maliyet.
- Korozyon direnci
- Kaynak edilebilme kabiliyeti.

Özelliklerini tümü otomotiv sektöründe kullanılan malzemelerden beklenen özelliklerdir.

2.2.3 Sekonder Özellikler

Sehim ve plastik akma birincil önemli özelliklerdir. Sehim için diğer özellikler çevre şartları ile tokluk yorulma ve sürünme gibi mekanik özelliklerdir. Çizelge 2.3 de çevre şartları Çizelge 2.4 'te de çeşitli malzemelerin mekanik özellikleri verilmiştir.

Çizelge 2.3 Malzeme seçiminde çevre şartları (Ashby, 1982)

Yükleme	Statik	Elastik veya plastik defleksiyon
	Darbe	Elastik veya plastik defleksiyon
	Darbe	Kırılma
	Yorulma	Yorulma
	Uzun süreli statik	Sürünme
Fiziksel Çevre	$-40^{\circ}\text{C} < T < 120^{\circ}\text{C}$	% 55 < Nisbi Nem < % 100
Kimyasal Çevre	Su	Fren Yağı
	Petrol	Tuz
	Yağ	Antifriz

Çizelge 2.4 Çeşitli malzemelerin mekanik özellikleri (Ashby, 1982)

Malzeme	Tokluk Gc/ (kJm^{-2})	Kabul Edilebilir Çatlak Boyu (mm)	Yorulma	Sürünme
Yumuşak Çelik	100	140	İyi	İyi
YDDA Çeliği	100	26	İyi	İyi
Al Alaşımı	20	40	İyi	İyi
GFRP	37	30	İyi	60°C Üzerinde sürünür

Yorulma ve kırılma tokluğu açısından dört malzemede uygundur. Sürünme açısından maksimum servis sıcaklığı 120° C dir. (Motor yanında ki paneller) Bu sıcaklıklarda çelik ve alüminyum malzemelerde problem olmaz iken GFRP kullanımı uygun değildir. Araç tasarımında yorulma ve sürünmeden de önemli olan ortamın etkisidir. Korozyona karşı çelik dayanıksızdır ve korozyondan korunma için önemli bir maliyet ister. Boya veya kaplama yapılmalıdır. Alüminyum korozyona karşı daha dayanıklıdır. Alüminyum korozyona karşı daha dayanıklıdır (Topuz, 2000).

Çizelge 2.5 Araç üretiminde kullanılan malzemelerin üretim parametreleri

Malzeme	Mevcut Teknoloji Kullanımı	Maliyet	Tasarım Fleksibilitesi	Korozyon Direnci	Şekillendirebilirlik	Ağırlık Tasarrufu
Yumuşak Çelik	Kullanılabilir	Düşük	İyi	Düşük	Çok iyi	-----
Yüksek Dayanımlı Çelik	Kullanılabilir	Al ve GFRP den düşük	İyi	Kaplama ile iyi	İyi	% 20-30
Alüminyum Alaşımı	Kullanılabilir	Yüksek	Zayıf	İyi	Zayıf	% 40
GFRP (Cam Takviyeli Plastik)	Kullanılmaz (Yeni teknoloji gerekir)	Alüminyumda n düşük	Çok İyi	Çok iyi	Zayıf	% 30

Araç üretiminde kullanılan değişik türde ki malzemelerin üretim yöntemleri ile ilgili bazı özellikleri Çizelge 2.5 de ki gibidir. Araç gövde ve paneli çok sayıda parçanın birleştirilmesinden

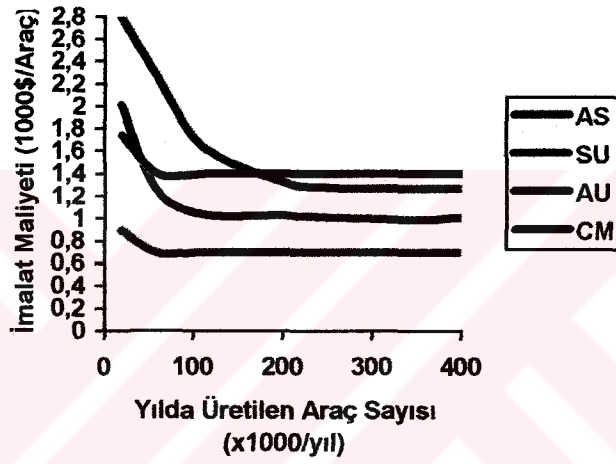
meydana gelir. Bu parçaların sayısı üretim şekli ve montajı yapıldığı malzemenin özelliklerine göre değişkendir. Çizelge 2.6 da dört gövde ve panel malzemesi kullanılması farklar verilmiştir.

Çizelge 2.6 Gövde ve panel malzemelerinin karşılaştırması (Topuz, 2000)

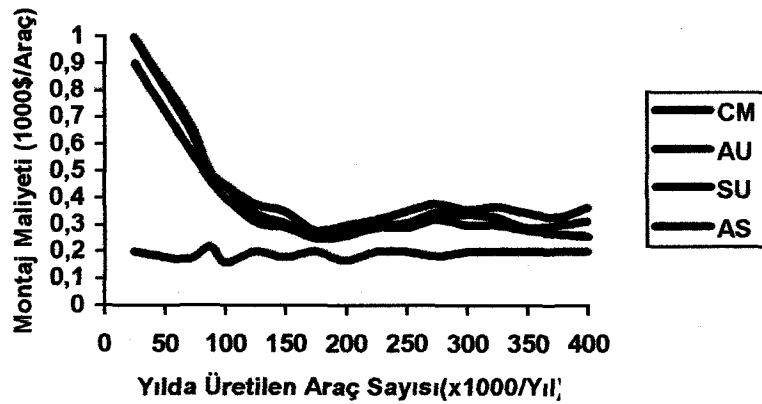
Parametre	Çelik Yapı	Alüminyum Yapı	Alüminyum Uzay kafes	Kompozit Monoblok
Gövde Parçaları				
Parçaları	250	250	110	7
Ağırlık	225 kg	135 kg	135 kg	169 kg
Çelik İçeriği	% 100	% 60	% 60	%75
Üretim Metodu	Presleme	Presleme	Ekstrüzyon-döküm-presleme	RTM
Montaj	Nokta kaynağı	Nokta kaynağı	MIG Kaynağı-yapıştırma	Yapıştırma
Panel				
Parçalar	11	11	11	11
Ağırlık	79 kg	39 kg	42 kg	66 kg
Çelik miktarı	% 100	% 50	% 53	% 83
Üretim Metodu	Presleme	Presleme	Enjeksiyon kalıplama presleme	Basınçlı Kalıplama
Montaj	Nokta kaynağı	Nokta kaynağı	Yapıştırma	Yapıştırma
Örnekler	Ford Taunus-Honda Accord	Acure Honda NSX	Audi-Ford -Remolds	Lotus Elan

2.2.4 Alternatif Malzemelerin İmalat Yöntemlerinin Karşılaştırılması

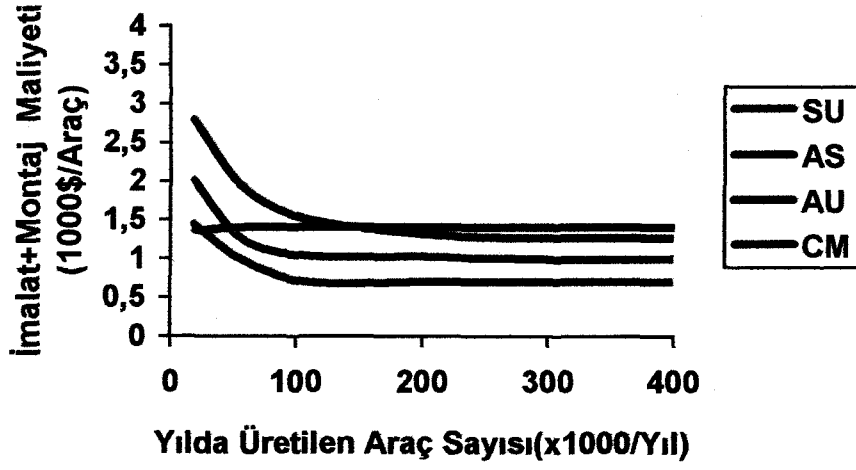
Otomotiv endüstrisinde kullanılan kompozit monoblok kaporta(Cm), alüminyum kaporta(Au) , çelik kaporta(Su) ve alüminyum uzay kafes kaporta(As) maliyeti üretilen araç sayısına göre farklılık göstermektedir. Yıllık üretim miktarına göre imalat maliyeti Şekil 2.5'te, montaj maliyeti Şekil 2.6'da imalat ve montaj Şekil 2.7'de, imalat, montaj ve onarım maliyet ilişkisi Şekil 2.8'de verilmiştir.



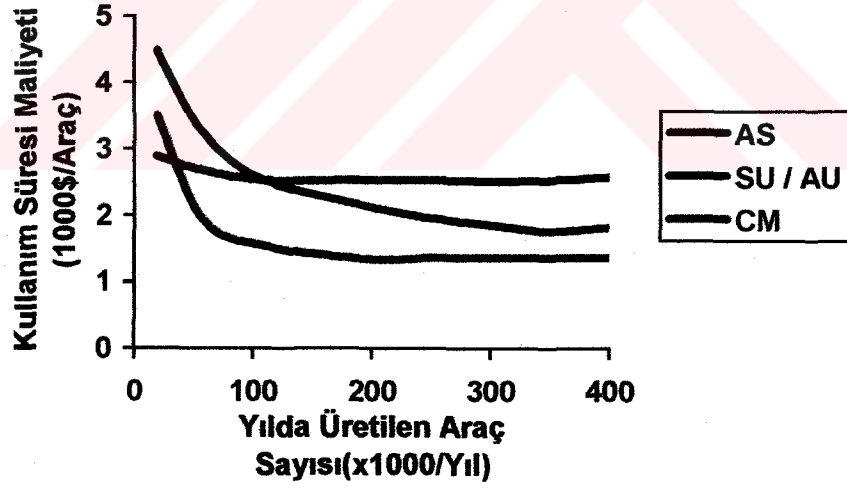
Şekil 2.5 Yılda üretilen araç sayısı ve imalat maliyeti ilişkisi



Şekil 2.6 Yılda üretilen araç sayısı ile montaj maliyet ilişkisi (Topuz, 2000)

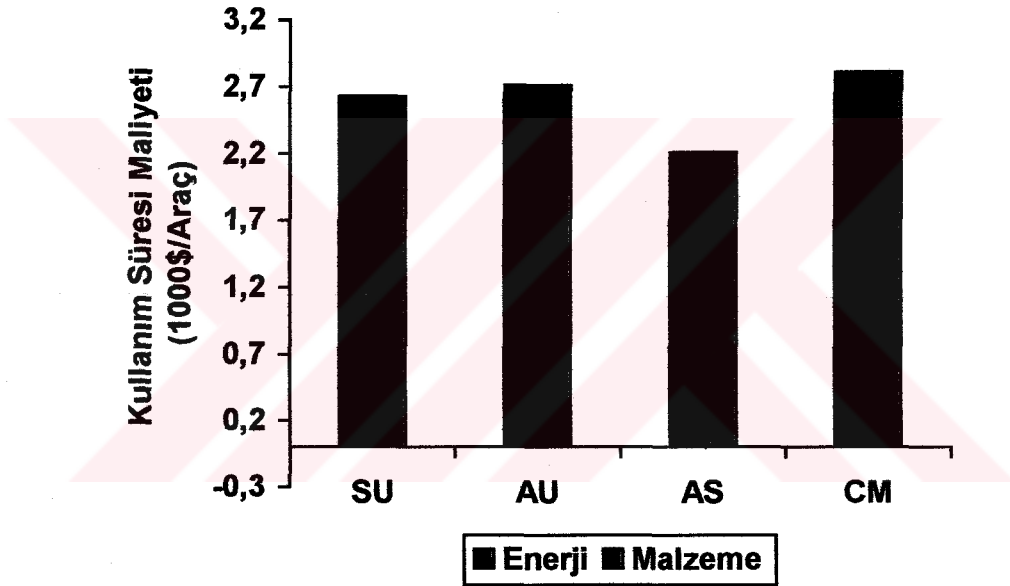


Şekil 2.7 Yılda üretilen araç sayısı ile (İmalat+montaj) maliyet ilişkisi



Şekil 2.8 Yılda üretilen araç sayısı ile kullanım süresi maliyeti (Topuz, 2000)

Toplam araç maliyeti karşılaştırıldığında düşük üretim seviyelerinde kompozit, monoblok, orta üretim seviyelerinde alüminyum uzay kafes, yüksek üretim seviyesinde çelik kaportanın en ucuz olduğu görülmektedir. Alüminyum yapı her üretim seviyesinde en pahalı durumdadır. Toplam maliyete yakıt tüketimi ve bakım onarım giderleri eklendiğinde alüminyum uzay kafes en ucuz değerdedir. Alüminyum ve çelik klasik yapı orta düzeyde kompozit monoblok ise 100.000 adete kadar ucuz ancak daha sonra artış göstermektedir. Şekil 2.9 da dört tip araç konstrüksiyonda 200.000 araç/yıl için maliyet grafik olarak görülmektedir (Topuz, 2000).



Şekil 2.9 Yıllık 200.000 araç üretimi için ömür bazlı maliyet değeri (Topuz, 2000)

Motor ve güç değiştirme sistemlerinde öncelikle sürtünme aşınma kaybı ve ağırlık düşürmek sureti ile sağlanan yakıt ekonomisi buna ek olarak geliştirilmiş performans ve düşük NVH (ses, titreşim ve şiddet) ile müşteri memnuniyeti amaçlanmıştır. Motor güç değiştirme sistemlerinde metal matrisli kompozitler üretim maliyetleri ile metalle yarışabilir konumda devreye girmiştir. MMK'lar spesifik rijitik, dayanım, aşınma direnci ve düşük termal iletkenlik sağlar. % 5-70 arasında SiC , Al_2O_3 takviyesi yapılabilir. Motor ve fren parçalarında ağırlık azaltılması. Atalet kuvvetinin azaltılması ses, yakıt ve emisyon azaltılması ile güç artışı sağlar (Davies, 1998).

Motor bloğu, piston, silindir gömleği, fren diski ve kampana biyel kolu, şaft, dişli kutuları gibi kullanım alanları mevcuttur. Seramiklerin otomobillerde kullanım amacı yakıt ekonomisi ve çevre uyumluluğuna dayanır. Metallere göre düşük ağırlık yüksek ısı ve aşınma direncine sahiptir. Bu özellikler sayesinde güç kaybı olmaksızın yakıt ekonomisi sağlar. Düşük yoğunluk sayesinde rijitliği artırır. Sürtünme oluşumunu ve ses düzeyini en aza indirir.

Araçlarda kullanılan dökme demirlerden segmanlar aşınma direncine aşınma direnci küresel grafitli dökme demirden alaşımsız ve Nb alaşımlı santrifüj döküm yöntemi ile üretilmektedir. Kam milleri çil dökümden yapılmaktadır ve yüzeyi hızlı soğutarak karbür içeren beyaz dökme demir yapısı oluşmaktadır. Son dönemlerde supap üreticileri çil dökümden de üretilerek sessiz çalışma olanağı sunulmuştur (Topuz, 2000).

Motor kapağı gibi önemli ağırlık teşkil eden araç parçaları Mg-Al dökümü yapılabilmektedir. Emme manifoldun da ağırlık kazancı ve daha iyi hava akışı sağlanması amacıyla plastikten yapılması tercih edilmektedir. Güç değiştirme bileşenlerinden piston ve bağlama rotları üzerinde çalışılmaktadır. Piston döküm alüminyumdan yapıldığından dolayı hafiftir ancak yeni motorlarda daha hafif piston kullanma eğilimi mevcuttur. Bağlama rotları dövme çelikten yapılmaktadır. Ancak ağırlık azaltılması amacıyla toz metalurjisi parçalardan veya titanyum-alüminyum metal matrisli kompozitten yapılması maliyetin azaltılmasına bağlı olarak kullanma imkanı bulacaktır.

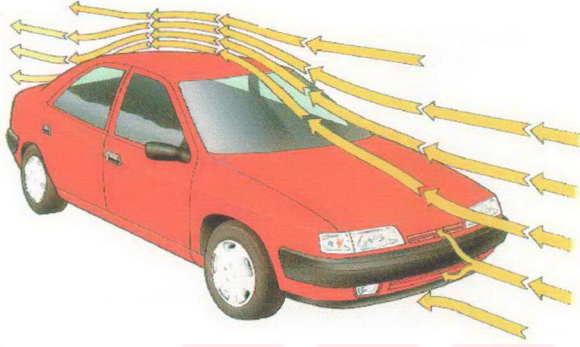
Emme ve eksoz valflerini içeren valfler dizisi yay ve tutucular valf iteceği ve dökme demir yerine düşük ağırlık ve yay yükünü ve sürtünmeyi azaltmak sureti ile yakıt ekonomisi sağlamakla beraber performansı yükseltmek ve NHV'yi düşürmek için titanyum %40 ağırlık tasarrufu sağlayarak supap ve supap yay üretimi çalışmaları yapılmaktadır. Metal/plastik kam millerinde bazı araçlarda kullanıldığı görülmektedir (Davies, 1998).

Otomotiv sektöründe cam takviyeli plastik malzeme (GFRP) seri üretim imkanı, düşük yatırım olanağı, düşük kalıp maliyeti, tam kapasite kullanımı, kolay ve ucuz model değiştirme olanağı sayesinde Araç üretiminde kullanılmaya başlanmıştır. Otomobillerde kullanılan kompozitlerin dağılımı iç kısımlar, tabla, direksiyon, kapı kolları, oturma grupları vb. yerlerdir. Gövde ve kapılar ön ve arka panel tamponlar, iskelet ve şasi, yakıt deposu, tavan, krank mili ve hareket iletme

milleri yay (helezon yay, yaprak yay) arka dingil, suspansiyon parçaları, içten yanmalı motor parçaları, çeşitli bağlantı parçaları, araba altı ve kaput altı şeklinde verilebilir. Araç üzerinde kullanılan alternatif malzemelerin karşılaştırılması Çizelge 2.7 de verilmiştir (Bakkalloğlu, 2000).

Çizelge 2.7 Araç üzerinde ki alternatif malzemelerin karşılaştırılması (Bakkalloğlu, 2000)

MALZEME	AVANTAJ	DEZAVANTAJ
YÜKSEK DAYANÇLI ÇELİKLER	- Varolan tüm teknolojinin kullanılması - Düşük maliyet - Tampon çamurluk v.b. gibi seçkin belirli uygulamalarda kullanılır	Plastik Şekil değişimine karşı dizaynda sadece belirli ölçülerde ağırlık tasarrufu
ALÜMİNYUM VE ALAŞIMLARI	- Hem gövde panellerinde, hem de motor kalıplarında geniş miktarda ağırlık tasarrufu sağlar. - Varolan teknolojinin kullanılması. %40 Ağırlık tasarrufu	- Daha yüksek birim maliyet. - Derin çekme özellikleri iyi değil. - Daha az dizayn değişikliği
CAM FİBER TAKVİYELİ PLASTİKLER	- Gövde panellerinde ağırlık tasarrufu - Korozyon direnci mükemmel - Dizayn esnekliği ve bir çok parçanın birlikte montajı+biçimsel değişikliği ve keskin detaylarda büyük avantaj %30 Ağırlık tasarrufu	- Daha yüksek birim maliyet - Teknoloji üretiminde büyük değişiklik gerekmektedir.



Şekil 2.10 Ön cam eğimi, taşıt yüksekliğine bağlı rüzgar hareketi (Gifford, 2002)



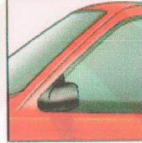
Çamurluklar tekerleği iyice çevreler.



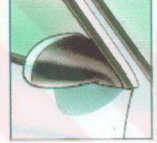
Kapı kolları gömmedir.



Farlar gövdeyle birlikte şekillendirilmiştir.



Ön cam geriye doğru eğimlidir.



Dış dikiz aynaları havanın geçişini kolaylaştırmak için yuvarlatılmıştır.

Şekil 2.11 Aerodinamik yapıya göre araç dizaynı (Gifford, 2002)

3. OTOMOBİLİ OLUŞTURAN ANA GRUPLAR

3.1 Motor (Güç Kaynağı)

Motor, otomobili hareket ettiren güç kaynağıdır. Otomobillerin çoğunda içten yanmalı motorlar kullanılır. Bu motorlarda hava yakıt karışımı silindir adı verilen yanma odalarında yakılarak güç üretilir. Silindirlerde yakıtın yanması sonucu yüksek basınç meydana gelir ve bu basınç bir milin dönmelerini sağlar. Dönme hareketi güç aktarma organları vasıtası ile otomobil tekerlerine iletir , böylece tekerler döner ve otomobil hareket eder. Çeşitli özelliklerine göre motorlar:

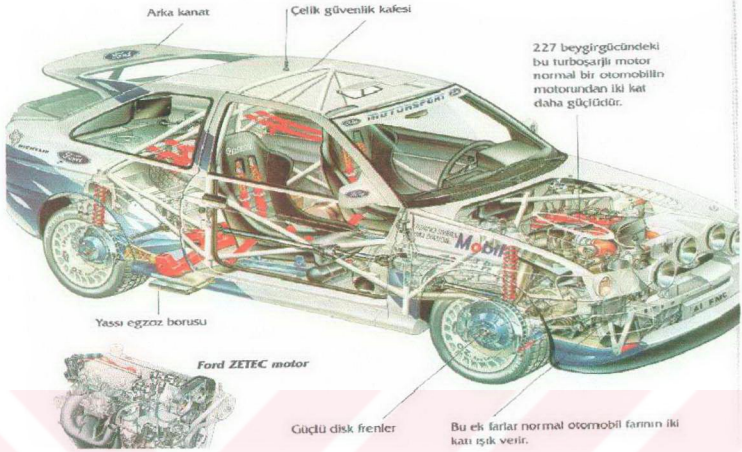
- Silindir sayısına ve sıralanmasına
- Sübap sistemlerine
- Soğutma sistemlerine
- Zamanlarına
- Yaktıkları yakıtı

Göre sınıflandırılırlar. Bu çalışmada sınıflarına göre motor özellikleri ayrıntılı olarak ele alınmayacak ancak genel olarak motorun çalışması ve motoru oluşturan parçalar anlatılacaktır.

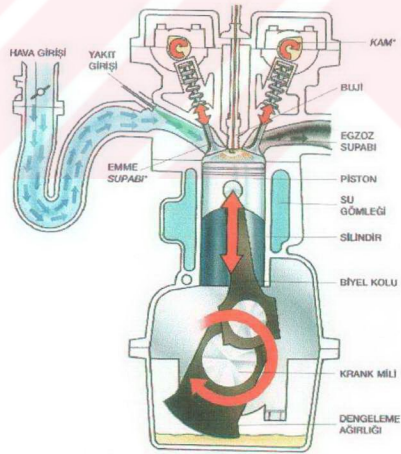
Otomobil çoğunda dört, altı ve sekiz silindirli motorlar kullanılır. Ford tarafından üretilen dört silindirli zetec motoru ve araç üzerinde ki görünümü Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Motorun güç üretmesi zaman olarak adlandırılan aşamalardan oluşur. Otomobil motorlarının bir çoğu dört zamanlıdır. Bu motorlarda pistonun iki defa inip çıkması ile bir çevrim tamamlanır. Motorda oluşan gücün birimi beygir gücü (hp) ile ölçülür. Genelde motorlar 50 ila 100 hp arasında seçilirken, spor ve yarış arabalarında 300 hp'ye kadar motorlar kullanılabilir. Şekil 3.2'de içten yanmalı bir motorun çalışma prensibini Şekil 3.4'te dört zamanlı bir motorun bir tam çevriminin oluşumu gösterilmektedir. İçten yanmalı bir motorda, motorun dış parçaları, motorun iç parçaları ve yardımcı parçalar olmak üzere üç grupta toplanmaktadır (Crouse, 1980; Gifford, 2002).

3.1.1 Motoru Oluşturan Dış Parçaların Tanıtılması

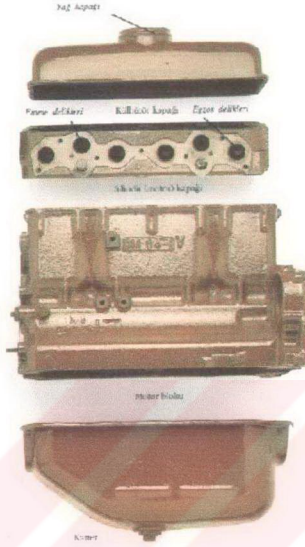
Silindir kapakları, karter, emme manifoldu, eksos manifoldu, karbüratör kapağı ve bunların bağlantı elemanlarından oluşur. Şekil 3.3 'de motoru oluşturan dış parçalar verilmiştir.



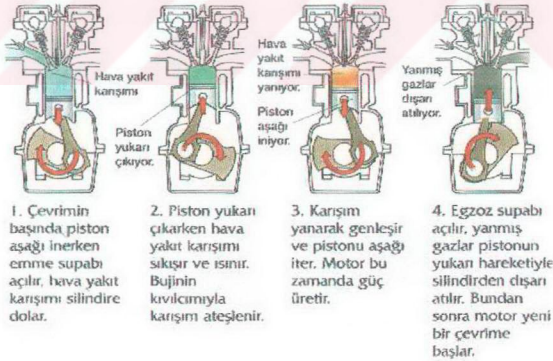
Şekil 3.1 Ford zetec motoru ve kullanıldığı araç (Gifford, 2002)



Şekil 3.2 İçten yanmalı motorun çalışma prensibi (Gifford, 2002)



Şekil 3.3 Motoru oluşturan parçaların görünümü (Richard, 1996)



Şekil 3.4 Motorun çalışması esnasında ki hareket çevrimi (Gifford, 2002)

3.1.1.1 Silindir Bloğu

Silindir bloğu sıvı ile soğutulan motorlarda, motorun esas gövdesini teşkil eder. Hava ile soğutulan motorlarda ise silindirler genellikle ayrı ayrı yapırlar. Diğer parçalar motoru tamamlamak için silindir bloğunun içine ve üzerine takılır. Silindir bloğu pistonların hareketi esnasında onlara yataklık edecek düz ve silindirik delikleri de taşır. Silindirler silindir kapağı ile birlikte yanma odasını meydana getirir.

3.1.1.2 Silindirler

Silindir blokları üzerine açılmış bir ucu kapalı silindirik boşluklardır. Kapalı tarafa yanma odası denir. Silindirlerin hacimleri motordan motora değişiklik gösterir. Silindirler ya bir sırada yada karşılıklı V biçiminde olur. 4 ve 6 silindirli motorların çoğu bir sıralı, 8 silindirli motorlar ise V biçiminde olurlar. Silindirlerin kapalı tarafında eksoz, yakıt supapları ve buji bulunur. Avrupa'da ve Japonya'da 4 silindirli motorlar yaygındır ve 2500 cc ve daha az olan araçlarda kullanılır.

3.1.1.3 Silindir Kapakları

Silindir kapakları silindirlerin üzerini örter ve yanma odasını meydan getirirler. Silindir kapakları dökme demir esaslı; kapağın basınca dayanıklılığını sertliğini ve ısı iletme yeteneğini artıracak alaşım elementleri ile alaşımlandırılır.

Motor teknolojisinin gelişmesi sonucu silindir kapaklarında alüminyum alaşımları kullanılmaya başlanmıştır. Bu malzeme hafiflik, ısı iletim katsayısının yüksekliğinin fazla olması nedeniyle tercih edilmektedir (Crouse, 1980; Saran, 1995).

3.1.1.4 Karbüratör Kapağı

Üstten supaplı motorlarda karbüratör sistemini kapatarak, onları dış tesirlerden koruyan karbüratör kapağı bulunur. Preslenmiş sac, çelik, alüminyum veya dökme demirden yapılır.

3.1.2.1 Sübap ve Sübap Mili

Her silindir içinde geniş kafalı metal çubuk bulunur ve bu supap olarak adlandırılır. Emme supapları ve eksoz supapları diye ikiye ayrılırlar. Emme supapları gelen yakıt hava karışımlarını silindire ulaştırırken, eksoz supapları yanmış gazları silindirden dışarı atmasına yardımcı olur. Supap mili, supabın açılıp kapanmasına kılavuzluk etmek. Supabın açılıp kapanmasını sağlayacak yayı üzerinde tespit etmektedir.

3.1.2.2 Piston

Silindir içinde hareket eden silindir biçiminde ki parçalardır. Pistonlar silindir içinde yukarı aşağıya hareket ederek hava yakıt karışımını sıkıştırır, yanmış gazların basıncını biyel kolu vasıtası ile krank mili biyel muylusuna iletir. Eksoz yanmış gazları iterek dışarı atar. Emme zamanında ise silindir içinde basınç düşüklüğü meydana getirerek hava yakıt karışımının silindirlerde emilmesini sağlar.

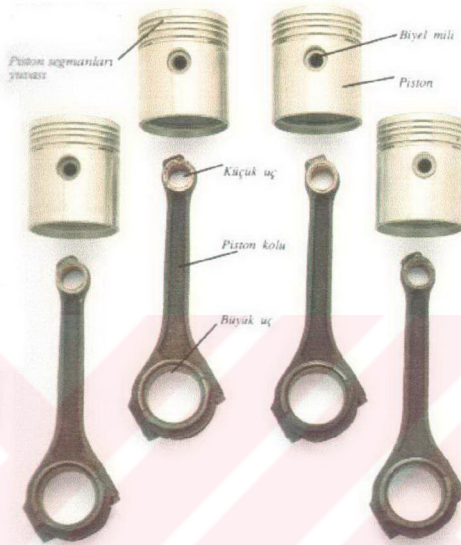
3.1.2.3 Sekmanlar

Pistonların çevresindeki kanallara bilezik şeklinde takılmış olan dışa açılan esnek yapısı nedeniyle pistonlar ile silindirler arasında ki kanalları dolduran ve silindire emilmiş olan yakıt hava karışımını sıkıştırırken sızdırmazlık sağlayan yağlama sekmanları vasıtası silindir civarının yağlanmasını sağlayan parçalardır. Genelde piston üzerinde 3 sekman bulunur üstteki sızdırmazlığı sağlarken alttakiler yağlamayı sağlamaktadır (Crouse, 1980; Angiğün, 1993).

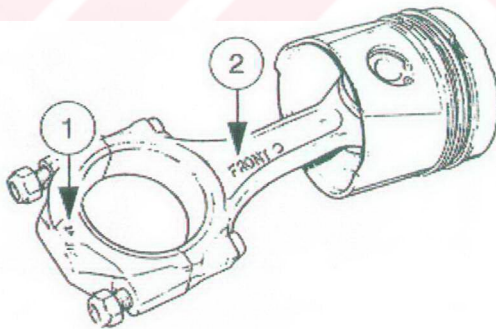
3.1.2.4 Biyel Kolu

Biyel bir ucundan krank mili üzerinde ki biyel muylusuna diğer ucundan piston pimi ile pistonla bağlanarak pistonun doğrusal hareketini krank milinde dairesel harekete çevirmesine yardım eder. Biyel kolu pistonun doğrusal ve dalgalı hareketi ile krank milinin periyodik ve sürekli hareketi

arasında kalacağından çok mukavim olmalıdır. Şekil 3.6'a'da piston, sekman ve biyel kolu ve Şekil 3.6' b de bu parçaların montajı görülmektedir.



Şekil 3.6a Piston, biyel kolu ve sekman görünümü (Richard, 1996)



Şekil 3.6b Piston ve biyel kolunun montaj görünümü (Ford, 1996)

3.1.2.5 Krank Mili

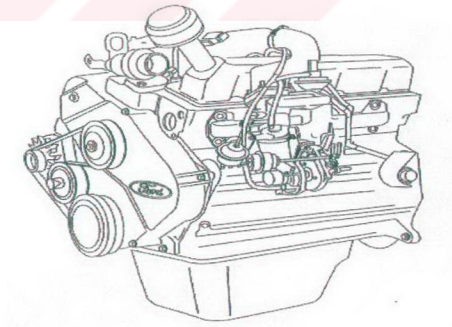
Pistonların aşağıya yukarıya doğru hareketinde yanmış gaz basıncı ve biyel kolu vasıtası ile krank miline geçer ve krank mili döner. Böylece de pistonların doğrusal hareketi biyel yardımı ile döner ve sürekli harekete çevrilir. Bu dönüş hareketi kavrama ve aktarma organları aracılığı ile tekerlere aktarılır.

3.1.2.6 Volan

Krank milinin hareketini düzenleyen hem kavrama hem de bir dengeleme parçasıdır (Saran, 1995).

3.1.2.7 Eksantrik mil (kam mili)

Krank miline paralel bir mildir ve hareketini dişli aracılığı ile krank milinden alır. Emme ve eksoz supaplarının açılma, açılıp kapanma ve kapalı kalma zamanlarını kontrol eder. Eksantrik mili üzerinde bulunan kam dönme hareketini doğrusal harekete çevirerek yakıt pompası ile yağ pompası ve distirübütöre hareket verir Şekil 3.7 'de 100 hp 'lık 4x4 İdari hizmet aracına monte edilen Ford dizel motorunun genel görünüşü, Şekil 3.8 'de Ford zetek motor kesiti verilmiştir.



Şekil 3.7 100 hp'lık Ford Dizel motoru (Ford, 1998)

3.1.3 Motorun Yardımcı Parçalarının Tanıtılması

Motorun yardımcı parçaları yakıt, yağ, elektrik ve soğutma sistemleridir.

3.1.3.1 Yağlama Sistemi

Motorda kullanılan yağlama sistemleri, yeteri kadar yağı hareketli motor parçaları arasında dolaştırarak, aşağıdaki önemli görevleri yerine getirir.

- Sürtünmeye engel olarak oluşacak aşınmayı azaltır.
- Motor parçalarını yağlamak için motorlarda devridaim ederken bir kısım ısıyı da alarak kartere dönmesi ve karterde ki yağında hava ile soğutulması suretiyle motor sıcaklığının yükselmesine engel olur.
- Yataklar ve diğer motor parçaları arasında ki vuruntuyu önlemek, motor seslerini azaltmak ve motor ömrünü uzatmak.
- Yabancı maddeleri ortamdan uzaklaştırmak ve motor parçalarını temizlemek.

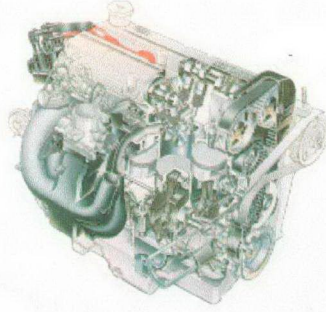
3.1.3.2 Soğutma Sistemi

Hava yakıt karışımının silindirlerde yanması büyük bir ısı meydana getirir. Yanma sonucu birkaç bin santigrada varan sıcaklığın bir bölümü yağlama ile bir bölümü eksos ile uzaklaştırılırken bir bölümü silindire giren hava yakıt karışımının içinde ki benzinin buharlaşmasını sağlar. Soğutma sistemi de geri kalan ısıyı dış havaya iletir. Soğutma sisteminde dolaşan su ısı taşınmasına yardımcı olur. Bir su pompası tarafından pompalanan su yanma odasının etrafında bulunan su ceketlerinde dolaşarak ısıyı alır ve radyatöre taşır. Radyatöre gelen su vantilatör havalandırılması ile soğutulularak tekrar motora gönderilir (Crouse, 1980; Anlaş, 2000).

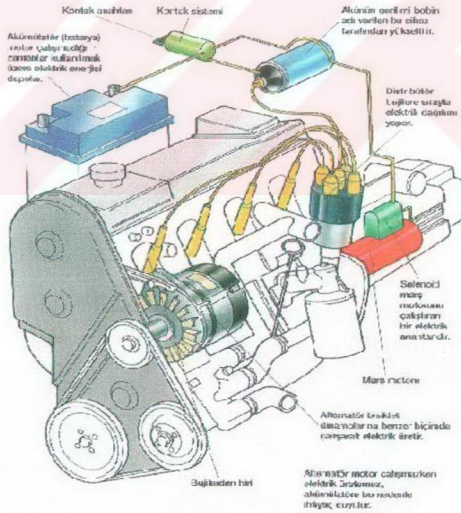
3.1.1.3 Elektrik Sistemi

Elektrik sisteminde marş motoru, dinamo, regülatör, distiribitör, ateşleme bobini, buji gibi cihaz ve parçalar ile bunların birbirine bağlanması için devre kabloları ve anahtarlar bulunur. Şekil 3.9 da

tipik bir otomobil elektrik sistemi gösterilmiştir. Lambalar, radyo teyp, kalorifer ve diğer alıcılar elektrik sisteminin bir parçasıdır. Ancak motorun çalışması ile doğrudan bir ilgileri yoktur.



Şekil 3.8 Ford zetek motorun kesit görünüşü



Şekil 3.9 Motorun elektrik sistemi (Gifford, 2002)

3.1.3.4 Yakıt Sistemi

Yakıt sistemi motora gerekli olan hava ve yakıt karışımını hazırlar. Sistemde yakıt deposu, yakıt pompası, yakıt filtresi veya süzgeci karbüratör, emme manifoldu ve sistemi birbirine bağlayan yakıt boruları bulunur.

3.2 Şasi

Şasi otomobilin iskeletini teşkil eden iki paralel kol ve bu kolları birbirine bağlayan bağlantı kuşaklarından oluşan rijit bir çerçevedir. Bu çerçeve son derece dayanıklı tek bir parça olup darbelere, burulmalara, titreşimlere ve yoldan dolayı oluşan çeşitli kuvvetlere karşı mukavim olarak yapılır.

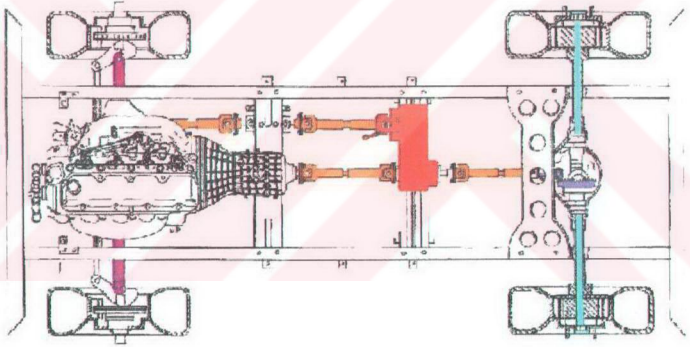
Otomobili oluşturan aksamardan bir bölümü doğrudan şase üzerine tespit edilir. Bu aksamlar motor, tekerlekler, güç aktarma organları, fren sistemi, direksiyon sistemi, süspansiyon sistemidir. Otomobili oluşturan diğer bir bölüm malzemelerde şase üzerine monte edilir. Bu bölümler kaporta ve panelleri oluşturan parçalar ve kasadır. Motorun çalışması sırasında oluşan ses ve titreşimleri ile yol şartlarından oluşan sarsıntıların kabin içine geçmesini engellemek amacıyla şase üzerine takılan parçaların bağlantı yerlerine lastik takoz ve pullar konulur. Şekil 3.10 da şasi ve şasi üzerine tespit edilen parçaların konumları gösterilmiştir (Angiğün, 1993).



Şekil 3.10 Şasi ve şasi üzerine tespit edilen parçaların görünümü

3.3 Aktarma Organları (Transmisyon)

Aktarma organları motorun üretmiş olduğu gücü tekerleklerle iletilmesini sağlar. Aktarma organlarında güç iletimi; debriyaj sistemi, vites kutusu (şanzıman), kardan mili, diferansiyel ve aks olarak tanımlanan çok sayıda komplike sistemin ortak çalışması sonucunda gerçekleşir. Arazi araçların da ilave bir transfer kutusu bulunurken, diferansiyel ön ve arkada olmak üzere iki adettir. Şekil 3.11 de 4x4 aracın aktarma organları yer almaktadır.



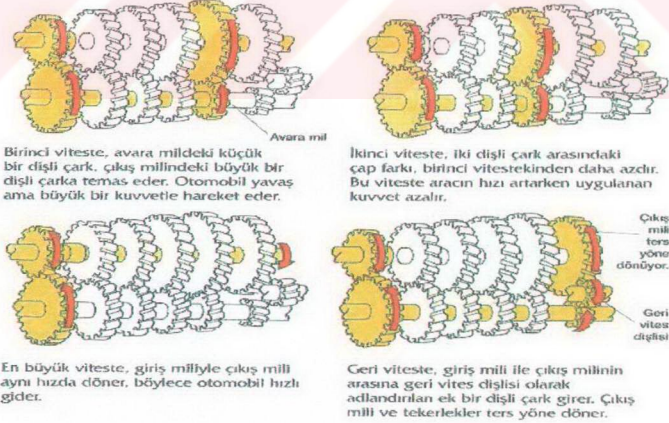
Şekil 3.11 4x4 Araca ait aktarma organları (Ayaroğlu, 2002)

3.3.1 Debriyaj Sistemi(kavrama)

Motorla vites kutusu arasında ki güç aktarımını keserek gerektiğinde aracı yürütmeden motoru çalıştırmaya yarayan bir sistemdir. Şoför mahallinde bulunan debriyaj pedali ile sistem kumanda edilmektedir. Pedala basıldığı zaman balata ile donatılmış disk ve volan birbirinden ayrılarak vites değiştirme gerçekleştirilir (Bozkır, 1992; Gifford, 2002).

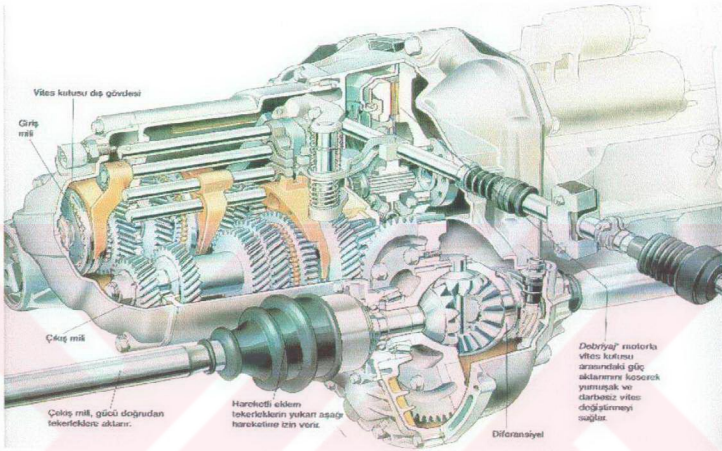
3.3.2 Vites Kutusu (Şanzıman)

Aracın hızını ayarlamaya yarayan dişli çarkların bulunduğu vites kutularında, dişlilerin birbirleri ile değişik Şekilde çalışmaları sonucu dört, beş hatta altı değişik hız elde edilir. Değişik yol koşullarında değişik kuvvet ve hızlar kullanıldığından bir araçta farklı viteslerin bulunması gerekir. Küçük viteslerde kuvvet, büyük viteslerde daha fazla hız elde edilir. Vites kutusunda motordan giriş mili aracılığı ile güç alınır. Araca milde ki dişli çarklar aracılığı ile güç çıkış miline oradan da tekerlere aktarılır. Vites kolu ile kumanda edilen ara pinyon dişli çarklar takımı seçilen küçültme oranına göre giriş mili ve çıkış millerini birbirine bağlar. Geri vites özel bir pinyon dişli sayesinde çalıştırılabilir. Şekil 3.12 de sırası ile bir, iki, en büyük vites ve geri vites takılı olduğu durumlarda vites kutusunda ki dişli çarklar ve millerin birbirine göre konumları verilmiştir



Şekil 3.12 Vites konumlarında dişli çarklar (Gifford, 2002)

Vites kutusundan çıkan güç ön tekerlere veya arka tekerlere bazı araçlarda ise hem ön hem de arka tekerlere aktarılır. Dört tekerleğe güç aktaran araçlara dört çeker (4x4) olarak isimlendirilir. Şekil 3.13 de önden çekişli bir otomobilin aktarma organları kesiti olarak gösterilmektedir (Anlaş, 2000).



Şekil 3.13 Önden çekişli bir otomobilin aktarma organları kesiti (Gifford, 2002)

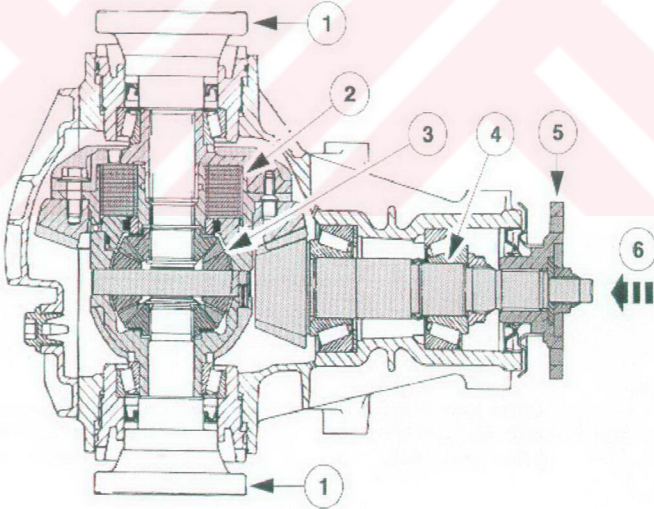
3.3.3 Kardan Mili

Kardan mili gücü vites kutusundan arka köprüde ki difransiyale iletir. Kardan mili bir ucu vites kutusuna diğer ucu da difransiyale mafsallar yardımı ile bağlanmıştır. Otomobil süspansiyon sisteminde ki yaylar esnedikçe kardan mili de aşağıya yukarıya hareket edebilir. Bu hareket iki şekilde görülebilir. Difransiyelin aşağıya yukarıya hareket etmesi sonucu difransiyal ile vites kutusu arasında ki mesafe değişir yada difransiyalin aşağıya yukarıya inip kalkması sonucu milin hareket iletme açısı değişir (Anlaş, 2000).

3.3.4 Diferansiyel

Otomobillerde motorda üretilen gücün kardan milinde dönme hareketi ile tekerlere aktarılabilmesi amacıyla aks olarak adlandırılan ve tekerlerin arasında bulunan ve iki parçalı güç taşıma parçalarına hareket vermek üzere diferansiyel konulur. Diferansiyel otomobilin bir virajı dönmesi sırasında tekerlere ihtiyaca göre değişik miktarda dönme imkanı sağlayan ve bir çok dişli grubunu ortak çalıştıran bir sistem dizisidir (Gifford, 2002).

Diferansiyelin otomobilde çalışması şu şekilde olur. Diferansiyel düz bir yolda giderken ayna dişli diferansiyel kutusu, istavroz dişlisi ve iki aks dişlisi aralarında ayrı bir dönüş hareketi olmadan hepsi beraber bir bütün halinde dönerler. Otomobil bir virajı dönerken istavroz dişli, mili üzerinde döner bu hareket dış tekerleğin iç tekerleğe göre hızlı dönmesini sağlar. Şekil 3.14 'de diferansiyalin kesit görünüşü verilmiştir. İki tekerlektен hareket eden araçlarda arka diferansiyel bulunur. Ancak arazi araçlarında önde ki tekerlere de çekiş verilmesi ikinci bir diferansiyel ile sağlanır.



Şekil 3.14 Arka diferansiyel kesiti (Ford, 1996)

Şekilde 1 no lu kısım Arka aks mili flanşı, 2 nolu kısım viskomotik kilitleme ünitesi, 3 nolu kısım diferansiyel, 4 nolu kısım arka diferansiyel giriş mili, 5 nolu kısım tahrik flanşı, 6 no lu kısım transfer kutusundan gelen tork olarak adlandırılır (Anlaş, 2000).

3.3.5 Aks

Akslar diferansiyelden aldıkları hareketi tekerlere iletme görevini sağlarlar. Bu iletimin gerçekleşmesi işlem sırası şu Şekildedir. Kesiti görülen diferansiyel de dönme gücü kardan milinden konik dişliye, oradan ayna dişliye, ayna dişliden diferansiyel kutusuna, kutudan aks dişlilerine ve bu aks dişlisinden de aks milleri vasıtası ile tekerleklerle iletilmesi şeklindedir. İki tekerlektten hareket alan araçlarda iki arka aks bulunurken dört çeker araçlarda iki ön aks ve iki arka aks olmak üzere 4 adet aks bulunur.

3.3.6 Transfer Kutusu

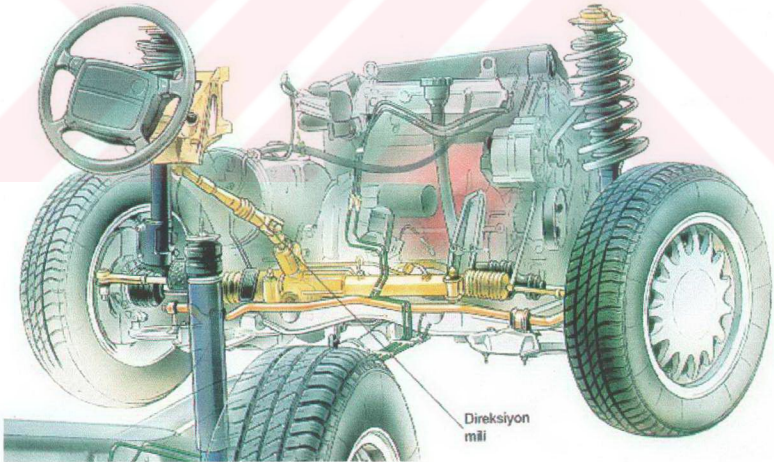
Dört çeker arazi araçlarında zorlu arazi koşullarında aracın çekişini arttırmak amacıyla transfer kutusu ilave edilir. Transfer kutusunun görevi motorda üretilen ve transmisyonda vites oranları ile düzenlenen gücün diferansiyele aktarılmadan önce arazi koşullarına göre momenti çoğaltarak aktarmaktır. Transfer kutusu iki hızlı olarak tasarlanmış ise arazi koşullarında transfere gelen 2 birim güç transferde 1 birime düşürülerek aracın çekişi arttırılacaktır. Yol koşullarında ise transfere gelen 1 birim güç 1 birim olarak aktarılır. Ancak dört tekerleğe güç aktarıldığından aracın çekişi yükselecektir (Anlaş, 2000).

3.4 Süspansiyon Sistemi

Otomobillerde yolun düzgünsüzlüğü nedeni ile tekerleklerin çukur ve tümseklerden geçerken yukarı, aşağı salınım hareketi sonucu oluşan titreşimlerin otomobil gövdesine ulaşmasını engellemek amacıyla süspansiyon sistemi kullanılır (Bozkır, 1992).

Otomobillerde bütün tekerlerde süspansiyon sistemi vasıtası ile araç gövdesine göre hareket edecek şekilde düzenlenir, bunun sonucu olarak araç ve yolcular arzu edilmeyen sarsıntılardan korunacaklardır. Süspansiyon sistemi ayrıca tekerlerin yolla temasını sağlayarak taşıtın doğrultu kontrolünü kolaylaştırır.

Bir otomobil dinamik denge bakımından incelenirse askı halinde olan motor kasa vb. gibi kısımlar ile askı halinde olmayan tekerlek ve ana kasanın birleşmesini süspansiyon sistemi sağlar. Otomobillerde süspansiyon sistemlerinde helisel yaylar, şerit (yaprak) yaylar ve amortisörler bulunur. Yaprak yaylar üst üste konulmuş dar ve uzun çelik levhalardan oluşur ve yayların bir birlerine sürtünmesi ile şekil değiştirmeye karşı dirençleri artır. Helisel yayların enine bir baskı esnasında eksen yönünde burularak ters yönde tepki oluşturmak suretiyle daha büyük güç sönümlerine imkan verir. Yaprak ve helisel yayların yanında süspansiyonu güçlendirmek amacı ile amortisörler kullanılır. Genellikle hidrolik amortisörler kullanılırken hidrolik ve gazlı amortisörlerde kullanılmaktadır. Şekil 3.15 de süspansiyon sisteminin araç üzerinde ki konumu görülmektedir (Bozkır, 1992; Gifford, 2002).



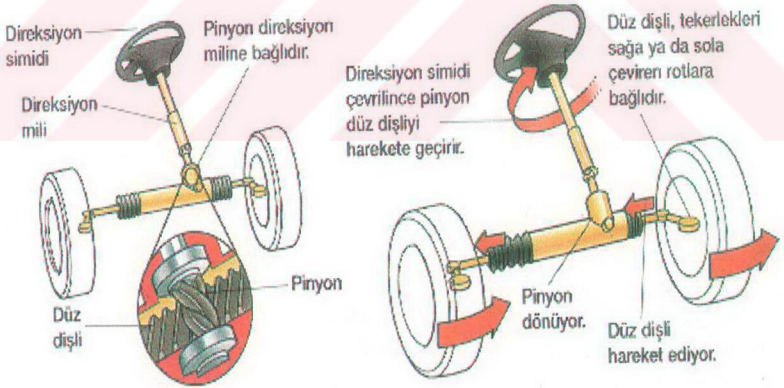
Şekil 3.15 Direksiyon ve süspansiyon sisteminin görünümü (Gifford, 2002)

3.5 Direksiyon Sistemi

Direksiyon sistemi sürücünün direksiyon simidine uyguladığı hareketi yolu sıkıca kavrayan tekerlere iletir. Otomobillerde direksiyonun amacı aracı istenilen yönde hareket ettirmek ve gidişi kontrol altında tutmaktır. Sistem direksiyon simidi, mili, direksiyon kutusu ve çubuklarından oluşmaktadır.

Geçmiş yıllarda otomobillerde vidalı sektörlü direksiyon kullanılırken günümüzde düz dişli pinyon sistemi kullanılmaktadır. Direksiyon milinin ucunda ki küçük dişli çark (pinyon) ileri geri hareket edebilen düz dişliyi (kramiyer) hareket ettirerek hareketi sağlar Şekil 3.16 görüldüğü düzende.

Önden çekişli arabalarda ve düz olmayan engebeli arazi şartlarında ön düzene ağır yük gelir. Direksiyon simidinin çok küçültülerek iletilirse kırma manevrası çok uzun zaman almaktadır. Bu sistemde direksiyon simidi döndüğünde direksiyon çubuğuna kumanda eden bir pistonu hidrolik vermek sureti ile basınç oluşturulur (Saran, 1995).



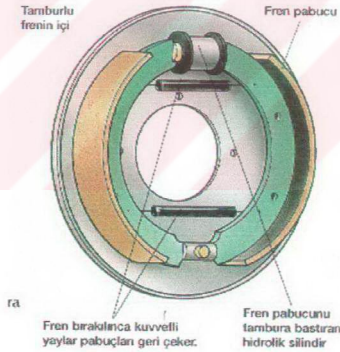
Şekil 3.16 Kramiyer direksiyon sistemi (Gifford, 2002)

3.6 Fren Sistemi

Fren sistemi hareket halinde ki bir aracın yavaşlatılması, durdurulması hızının kontrol edilmesi ve duran aracın yerinde tespit edilmesi amacıyla kullanılır. Frenler yol ile lastik arasında maksimum sürtünme sağlayacak şekilde uygulanmalıdır. Tamburlu ve diskli olmak üzere iki ana tip fren sistemi kullanılırken gelişmiş otomobillerde antiblokaj (ABS) fren sistemi tercih edilmektedir.

3.6.1 Tamburlu Frenler

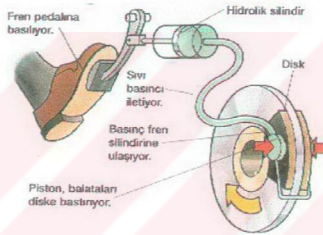
Tamburlu frenler tekerleğe bağlı bir tamburun iç kısmında bulunan eğimli fren pabuçlarının üzerine fren balataları oturtulmuş, tamburla fren arasında boşluk bırakılmıştır. Sürücü fren pedalına basınca pabuçların hidrolik tarafından dışarı itilir ve tambura sürterek tekerleği yavaşlatır. Fren bırakılınca kuvvetli yaylar pabuçları geri çeker ve tekerlek tekrar harekete geçer. Şekil 3.17 'de tamburlu frenlerin çalışması gösterilmiştir (Gifford, 2002).



Şekil 3.17 Tamburlu frenin çalışma prensibi (Gifford, 2002)

3.6.2.Diskli Frenler

Tekerlek boyutlarında ki küçülme ve yüksek hızlara daha iyi uygulama imkanı olan diskli frenlerin otomobillerde kullanımı yaygınlaşmaktadır. Frenleri harekete geçiren hidrolik kumanda devresi her yandan eşit frenleme uygulaması imkanı verir. Fren pedalına basıldığında, Pompanın pistonu itilir ve piston hacmi küçülmeyen bir akışkan basıncı ile tekerlek frenlerine bağlı bir silindire basar, akışkanın etkisi ile silindir pistonu yer değiştirerek balataların sıkışmasını ve tekerleklerin yavaşlamasını sağlar Şekil 3.18 de diskli fren sisteminin çalışması gösterilmiştir.



Şekil 3.18 Diskli fren çalışma prensibi (Gifford, 2002)

3.6.3 ABS Fren Sistemi

Frenleme çok sert bir biçimde yapıldığında tekerler kilitlenir ve otomobil kaymaya başlar. Bu durumda sürücü direksiyon hakimiyetini kaybeder ve kaza ihtimali yükselir. ABS'li fren sistemleri olan araç tekerleklerinde bir bilgisayara bağlı algılayıcılar bulunmaktadır, Bu sistem tekerlek kilitlendiğinde freni otomatik olarak saniyede 10 veya 12 defa uygulayıp bırakır. Böylece tekerleklerin dönüşü tam olarak durmayacağı için frenleme süresince sürücü direksiyon hakimiyetini kaybetmez (Gifford, 2002).

3.7 Kasa-Kaporta (Karoseri)

Karoseri motor ve yardımcı aksamaları koruyan şase çerçevesi üzerine biçimlendirilerek sağlam Şekilde tespit edilmiş iskelet ve sac parçalarından meydana gelen bir yapıdır. Otomobil üzerinde bulunan karoseri yolcuların güvenliğini sağlayacak Şekilde yüksek mukavemet, atmosfer korozyonuna karşı dayanıklı ve toplam araç ağırlığı düşünecek ölçüde hafif olmalıdır. Şekil 3.19 da karoseriyi oluşturan parçalar ve bu parçaların 4x4 İdari hizmet aracının üzerinde ki görünümü verilmiştir (Saran, 1995).



Şekil 3.19 Karoseri parçaları ve araç üzerinde ki görünümü

4. OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE KULLANILAN MALZEMELER

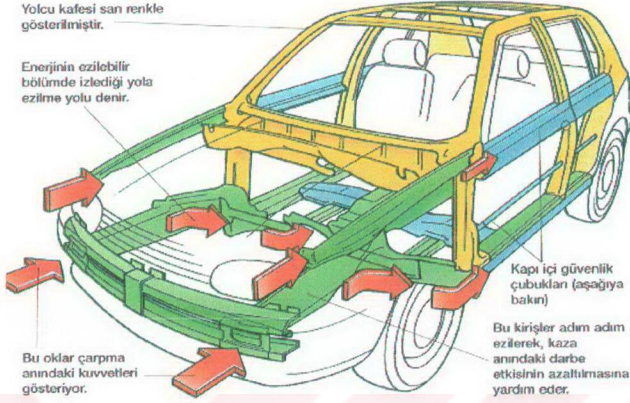
4.1 Çelikler

Otomotiv sanayii, doğuşundan beri çelikler ile iç içe ve birbirinden ayrılmaz iki nesne olarak düşünülmüştür. Otomotiv sanayiinde ilk günlerinden beri, kullanım yüksek dayanç ve yüksek süneklik özelliklerine göre seçilmektedir. Yüksek dayanç yük taşıyan parçalarda, yüksek süneklik ise biçim alacak kaporta parçaları için gereklidir (Tekin, 1985).

Otomotiv endüstrisinde kullanılan çelikler genel anlamda dört grupta toplanırlar. Bunlar: YDDA (HSLA Steel), Çift fazlı çelikler (Dual fazlı çelikler), IF (Interstitial steel) çelikleri ve BH (Bake Hardening) çelikleridir. Bu çelikler uygun imalat yöntemleri kullanılarak çeşitli otomobil parçalarını üretimine uygun malzemelerdir. Otomobil ağırlığının en büyük bölümünü oluşturan çelikler otomobil ağırlığını azaltmak sureti ile yakıt tasarrufu sağlamasının yanında, aktif ve pasif önlemler ile güvenliğin artırılması, süspansiyon ve kabin içi iyileştirmeler ile konforun yükseltilmesi, motor ve transmisyonda ki gelişmeler ile performansın artırılması, kullanılan yakıtın azaltılması ve alternatif yakıt kullanımı ile çevreye daha az emisyon veren araçların dizayn edilmesi ve üretilmesinde kullanılan en önemli malzeme grubunu teşkil etmektedir. Şekil 4.1 de otomobil üzerinde artırılmış araç gövde güvenliği ve çarpma anında ki kuvvetler gösterilmiştir.

1960'lı yılların başında ortalama araç ağırlığı 1430 kg ve kullanılan malzemelerin %60'ını çelik teşkil etmektedir. 60 ila 70 yılları arasında araç boyutunda görülen büyüme araç ağırlığına da yansımış ve 1970 'li yıllarda ortalama 1707 kg çıkmıştır. Bu ağırlık artışına rağmen araçta kullanılan çelik oranı %60'a gerilemektedir. Bu gerileme çelik sektöründe çelik sektöründe gelişmenin sonucu olarak ortaya çıkan ve %5 oranında araçta kullanılan yüksek dayanımlı, düşük alaşımlı HSLA çeliklerinden kaynaklanmaktadır (Davies, 1998).

1974 yılında yaşanan enerji krizi yakıt tüketiminin azaltılması yönünde ciddi baskılar oluşturmuştur. Bu baskılar sonucu birleşmiş ortalama yakıt ekonomisi CAFE standartlarının yükseltilmesini sağlamıştır. CAFE standartları 1975 yılında 27,5(11,82km/lt) mpg (mil per galon) iken 2000 yılında 14,62 km/lt olarak öngörülmektedir.



Şekil 4.1 Arttırılmış araç gövde güvenliği (Gifford, 2002)

CAFE deki bu artış araç ağırlığını düşürmek veya motor performansını iyileştirmek sureti ile sağlanabilir. Oysa motor performansı iyileştirilmesi CAFE değerleri üzerinde çok büyük öneme sahip değildir. Araç ağırlığının azaltılması da dayanımı yüksek ağırlığı düşük olan yeni malzemelerin kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu malzemelerin en önemlisi olan HSLA ve çift fazlı çeliklerdir. 1989 yılında %15 olan HSLA malzemelerin araç kullanım oranı 1995 yılında %50'ye 2000 li yıllarda %100'e ulaşması beklenmektedir(Cran, 1998).

Otomotiv sanayiinde kullanılan çeliklerin en önemli uygulama alanı kaporta ve panel imalatıdır. Kaporta ve paneli oluşturan parçalar kompleks geometriye sahip Şekillendirilmesi güç olan çelik sac malzemelerdir (Akıncı, 1997).

Otomobil kaportasında kullanılan malzemelerin en önemli özelliği Şekillendirilebilir ve çekilebilir olmalıdır. Bu özellikler uygun mikroyapıya sahip metalin haddelenme ve tavlama proseslerinde optimum kontrol sağlanması ile düzgün ve tufalden arındırılmış bir yüzeye sahip ortalama araç ağırlığını düşürecek Şekilde ince et kalınlığı olan son derece sünek sacların kullanılması gerekmektedir.

Çelik sac uygun miktarlarda Mn, Si, P ve benzeri elementleri içeren demir karbon alaşımlarıdır. Sac malzemeden beklenen mekanik özellikler çeliklerin üretiminde vakumda gaz giderme kalıntı denetimi gibi yöntemler ile alaşım elementleri ilavesi ile termomekanik prosesler uygulanması ve bu parametrelerin sıkı kontrolü sayesinde istenen mikroyapının elde edilmesi ile sağlanır. Özellikle gövde sacları için kullanılan ve otomotiv sektöründe en büyük kullanım oranına sahip çelikler düşük karbonlu çelik saclardır. Bu çelikler belli bir dayanım düzeyinde erişilmesi istenen en önemli özellik Şekillendirilebilirlik özelliğidir.

Presleme işlemine tabi tutulan parçada şeklin karmaşıklığı ve geometrisi malzemenin istenen formu alabilmesini sağlayan Şekillenebilirliği özellikle derin çekme işlemleri sırasında kusur ortaya çıkmaması için malzemenin plastik deformasyon oranını veren anizotropi katsayısı "r" değerinin yüksek olması istenir. Yüksek r değeri malzemenin Şekillendirilmesi esnasında bölgesel incelemelere karşı direnci göstermektedir (Akdeniz vd., 1985).

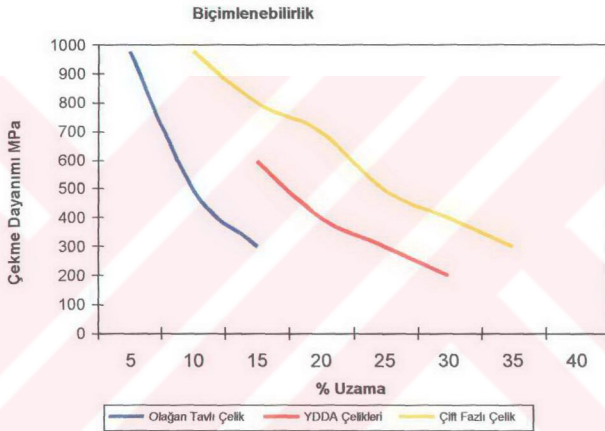
Parçaların geometrisi derin çekmeden ziyade gerilebildiği gerektirdiği durumlar da malzemenin deformasyon sertleşme üssü "n" değerinin yüksek olması arzu edilir. İyi germe özelliğine sahip malzeme yüksek süneklikte olmalı deformasyonu düzgün ve dengeli olarak levha üzerine yayabilmelidir. Şekillendirme sonrası parçanın aldığı formu koruması sacda geri yaylanma özelliğinin minimum olmasını gerektirir.

Form verilmiş parçada iyi Şekil alabilme özelliklerinden biri olan Şekil koruma özelliği çelikte akma noktasının düşük ve elastiklik modülünün yüksek olmasına bağlıdır. Şekillendirmeyi etkileyen gerinin hızı duyarlılığı "m" sacların Şekillendirilmesinde üniform bir gerinim dağılımı sağlayarak biçim alma özelliğini yükseltir (Özbaş, 1998; Özelitez, 2002).

Kaporta için kullanılan YDDA çelikleri yüksek çarpma dayanımı ve Şekillendirilebilirlik özelliklerini sağlayabilmek için çok düşük (%0,05-0,08 C) karbonlu çeliklerden üretilir. Gerekli dayanım değeri Ti, Nb ve V ilavesi ile çökeltme sertleşmesi ve ayrıca kontrollü haddeleme ile ferrit tane küçülmesi yaratarak sağlanır (Tekin, 1985).

Otomotiv sanayiinde kullanılan çift fazlı (dual fazlı) çeliklere olan gereksinim özellikle şasi gibi yük taşıyan parçalarda istenen yüksek mekanik özellikler gereksiminden dolayıdır. Çift fazlı çelikler yüksek dayanım düzeyleri ile birlikte yüksek süneklik özelliği bu çeliklere dönüşüm

sıcaklıkları arasında ısıtılma işlemi uygulaması ile oluşturan iç yapılarda sağlanmaktadır. Çok düşük karbon içeren çelik örneğin % 0,15 C östenit bölgesi yerine çift fazlı ($\alpha + \gamma$) bölgesine ısıtılıp yeterli süre bu sıcaklıkta bekletildikten sonra soğutulacak olursa iç yapılarında ki östenit, martensit, beynit yada ferrit+sementit karışımına dönüşebilir. Bu işlem sonunda sünekliği veren ferrit yanın da yüksek dayanımı veren fazların mevcudiyeti bu çeliklere üstün özellikler kazandırır. Şekil 4.2 otomotiv sanayiinde kullanılan modern çeliklerin mekanik özelliklerinin karşılaştırılması verilmiştir.



Şekil 4.2 Otomotivde kullanılan modern çelikler (Tekin, 1985)

Kompleks geometriye sahip Şekillendirilmesi güç otomobil gövde parçaları derin çekme kalite sacların sahip olduğu akma dayanımı değerlerinin altında değerler ve daha yüksek "r" değerlerine sahip çeliklerin son derece düşük ara yer elementi içeren r değeri 2,0 ve akma değeri 13-15 kg/mm² olan yumuşak IF çeliklerinin üretimini sağlamıştır (Akıncı, 1997).

BH çeliklerinin kullanılması ise son derece düzgün gövde parçalarını kolaylıkla üretilmesi amacıyla yapılan çalışmaların sonucu sağlanabilmektedir. BH çelikleri pişirme işlemi metal yüzeye sürüldükten sonra uygun bir sıcaklıkta tutularak kurumaları için uygun bir ısıtma işlemidir. Bu

4.1.1 YDDA Çelikleri (HSLA veya Mikro alaşımlı Çelikler)

YDDA çelikleri özellikleri açısından yüksek mukavemetli düşük alaşımlı çelikler, 70'li yıllardan sonra hızlanan mikro alaşımla çalışmaları sonucunda geliştirilmiştir. Yapılan çalışmalar ile bu çeliklerde kaynaklanabilirliğin gelişmesi mukavemet ve tokluk özelliklerinin aynı zamanda artması, ağırlığın azaltılması, maliyetin düşürülmesi gibi temel parametreler iyileştirilmiştir.

Genelde mikro alaşımlama çok düşük karbon içeren çeliklerden hemen hemen ötektoid kompozisyonlu çeliklere kadar yapılır. Yaygın olarak kullanılan Nb, Ti ve V gibi elementler yalnız veya ikili ve üçlü kombinasyonlar halinde mikro yapı içerisinde oluşturdukları karbonitrür çökeltileri ile tane boyutunu incelterek tokluğu ve dayanımı beraberce artırır. İlave olarak gerçekleşen çökelti sertleşmesi mekanizması ile mukavemet bir kez daha artar (Asil çelik).

Yüksek mukavemetli az alaşımlı çelikler yüksek akma mukavemeti, yüksek darbe direnci, düşük darbe geçiş sıcaklığı, iyi kaynak kabiliyeti ve yüksek tokluk özelliklerine sahiptir. Çelikler bu saydığımız özellikleri kazandırmak amacıyla katılan alaşım elementleri Mn, Si, Ni, Cr, Mo, Cu, N, P, Nb, Ti, V vb. gibidir. Söz konusu özelliklerin kazandırılması için uygun bileşimin yanında etkin bir ısıtma işlemi de gerekmektedir.

Yassı ürünlerde ki gelişme standart yumuşak çeliklerden önce C-Mn tipi HSLA çeliklerine doğru olmuş sonra günümüzde kullanılan C-Mn(V/Ti/Nb) tipi HSLA çeliklerine gelinmiştir. Bu tip çeliklerde temel kompozisyon %0,05-0,15 C, %0,3 Si ve %1,5 Mn dan oluşur (asil çelik) Bu çeliklerde temel amaç çok az miktarda alaşım elementi ilavesi ile termomekanik işlemlerle sünekliği değiştirmeden mukavemet değerlerini arttırmaktır. Haddeme öncesi ve haddeme sırasında oluşan Ti ve Nb elementlerinin karbür ve nitrürlerinin kontrolü bir haddeme ile yapıda ince bir şekilde dağılması ile östenit tane büyümesinin engellenmesi ve buna bağlı olarak son ferrit tane boyutunun küçültülmesi sonucunda çelikte mukavemet yükselmektedir. Proses esnasında ısıtma fırınlarında ki ısıtma, tutma süresi haddeme bitiş ve bobin sarma sıcaklıkları ve uygulanan ezme miktarları kontrol altında tutulması gereken önemli hususlardır (Kıratlılar, 1998).

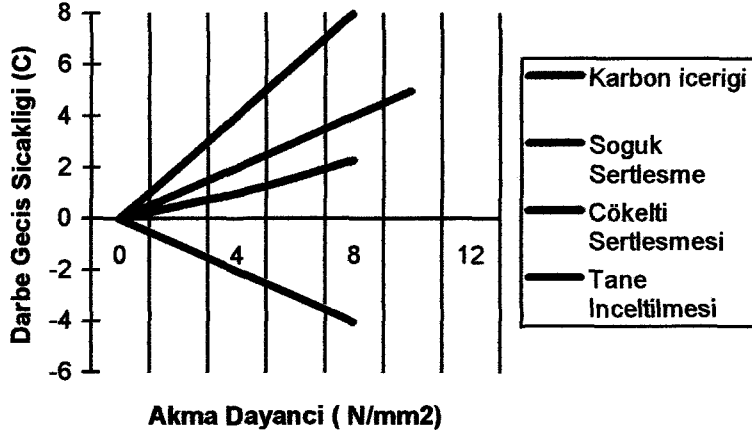
Mukavemet artışında elde edilen gelişmeye karşılık sıcak haddelenmiş bu tür sacların Şekillendirme özelliği nispeten azaldığından yapısal parçalar dışında zor Şekillendirilen parçalarda kullanılmamaktadır. Buna ek olarak yapılan çalışmalar neticesinde fosforun mukavemeti arttırdığı %0,8'e kadar fosfor içeren fosfor katımlı çeliklerin otomobil endüstrisinde, 20-26kg/mm² 'lik akma dayancı gereksinimi duyan parçalar için kullanılmaktadır. YDDA çelikleri kendi arasında 3 grupta toplanırlar bunlar:

- Klasik
- Temperlenmiş
- Çift fazlı çelikler

Çift fazlı YDDA çeliklerinin dizaynı çok zordur. Çift fazlı çeliklerin ince sacları haddelenip daha sonra sertleştirilerek üretilirler, bunlar en pahalı YDDA çelikleridir. En ucuzu ise temperlenmiş az alaşımlı çeliklerdir. YDDA çeliklerinin üretiminde ki ana basamaklar. Döküm, östenitleme, sıcak haddeleme ve soğutmadır. Bu tip işlem basamaklarında YDDA çeliklerinin katı çözeltiye alma, tane boyutu küçültme, çökeltme sertleştirme, soğuk işlem ve martensitik sertleştirme yöntemleri ile mukavemeti arttırmak mümkündür. YDDA çeliklerini aynı zamanda mikro alaşımlı çelikler olarak da adlandırabiliriz (Özelitez, 2002).

Mikro alaşımlı çelikler aynı anda değişik sertleşme mekanizmalarının ve uygun termomekanik işlemlerin uygulanması ile mukavemet, tokluk, düşük sıcaklıkta gevrek kırılma emniyeti ve kaynaklanabilirlik gibi çok iyi özelliklere sahiptir. Mikro alaşımlama prosesinde östenit tane boyutunun küçültülmesi, nihai mikro yapı oluşturacak faz boyutuna küçültülmesi ve matriks sertliğinin ince çökelti dağılımı ile artırılması gibi metalurjik işlemler gerçekleşmektedir.

Şekil 4.3 de YDDA çeliklerinde uygulanan sertleştirme mekanizmalarının mekanik özelliklere etkisi verilmiştir. Üretim biçimlerine göre yassı ve dövme mamuller olarak iki gruba ayrılırlar. Dövme parçaları genelde otomotiv sanayiinde kullanılır (Asil çelik).



Şekil 4.3 HSLA Çeliklerde sertleştirmenin özelliklere etkisi (Asil çelik)

4.1.2 Çift (Dual) Fazlı Çelikler

Çift fazlı çeliklerin yüksek mukavemet değerleri ve yüksek süneklik özelliği dönüşüm sıcaklıkları arasında uygulanan ısıtma işlem uygulamaları ile elde edilen iç yapılar sayesinde ulaşabilmektedir. Çift fazlı çeliklerde sünek bir ferrit matris içinde küçük parçacıklar halinde dağılmış martenzit, beynit ve ferrit + sementit fazları yer almaktadır.

Çift fazlı çeliklerin sahip olduğu yüksek mukavemet mevcut olan bu fazların sonucudur ve kesin bir akma noktası vermez. Ayrıca düzenli ve yüksek uzama göstermektedir. Pekleşme hızı da yüksek dayanım değerlerine ulaşır. Eş dağılımlı bir uzama sonucu akma görülmez.

Bu çeliklerin en önemli özellikleri zıt özellikleri bir arada bulundurmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca yüksek Şekillendirme özelliğine sahip olması ve ekonomik olarak bol miktarda üretililecek bir malzeme olması da avantajları arasındadır.

Şekillendirilmesi genellikle presleme yöntemiyle yapılır. Malzemenin deformasyon esnasında geri esneme özelliği azdır. Çünkü derin çekme esnasında malzemenin her tarafında homojen olmayan gerilmelere maruz kalmaktadır. Otomotiv sanayiinde kullanılan parçalarda karmaşık ve çeşitli

Şekillendirmeye ihtiyaç duyulmaktadır. Çift fazlı çelikler kaynaklanabilme açısından iyi durumdadır (Çimenoglu ve Kayalı, 1985).

Üretim yöntemleri açısından genellikle düşük karbonlu ve az alaşımlı olarak üretilirler. Yaklaşık % 0,05-0,15 olan karbon içeriğinde meydana gelebilecek küçük bir değişim özellikler üzerinde büyük farklılığa sebep olur. Karbonun yanı sıra, istenilen değişiklikleri sağlamak amacıyla çeşitli alaşım elementleri belirli sınırlar dahilinde ilave edilir. En çok kullanılan alaşım elementleri C, Si, Mn, P, Cr, Mo, V ve Nb dur. Bu durum aşağıda ki tabloda ifade edilmiştir (Kıratlılar, 1998).

Mikro yapı olarak, çift fazlı çeliklerde adından anlaşılacağı üzere iki ana faz yer almaktadır, % 20'ye kadar varabilen martensit, küçük parçacıklar halinde ferrit matriksi içinde dağılmıştır. Ayrıca üretim koşullarına bağlı olarak yapıda %2-4 civarında dönüşmemiş östenitte bulunur. Yapıda sert faz ile sünek fazın malzeme üzerinde ki etkisi bir kompozit malzemeyi andırır. Genel olarak iki yöntemle üretilirler bunlar:

- Sıcak haddelenmiş şerit ve sacların haddelenmesi ile
- Soğuk haddelenmiş sacların devamlı tavlama ve uygun bir hızla soğutulması ile.

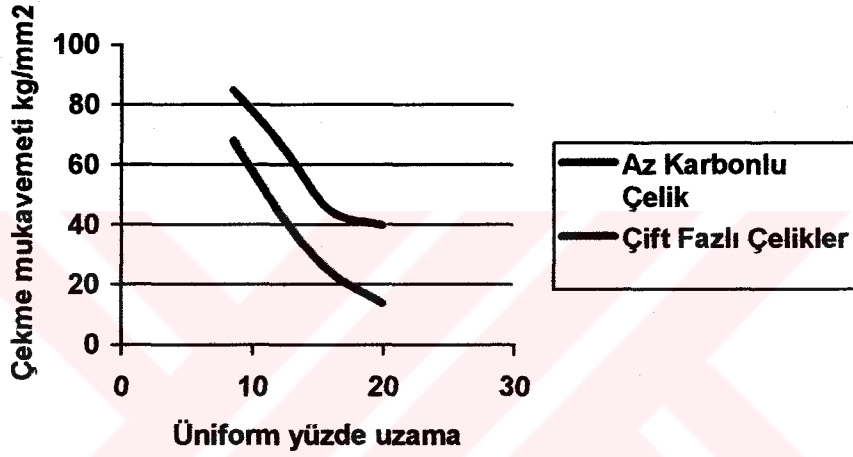
Günümüzde çift fazlı çelikler genellikle tavlama ve haddeleme ile üretilmektedir. Sürekli tavlama yönteminde sıcak ve soğuk haddelenmiş saclar sürekli tavlama fırınlarında ferrit+östenit faz bölgesinde ki bir sıcaklıkta kısa bir süre tavlama ve çeliğin bileşimine uygun bir hızda soğutulur.

Çift fazlı çeliklerin ısı işlemlerinde A1-A3 arasına ısıtılan az karbonlu ve YDDA çelikleri yüksek karbon içerikli östenit fazıyla, düşük karbon içerikli ferrit fazına ayrışacaktır. Mikro yapıda oluşan bu ferrit ve östenit fazının martensite dönüşecek şekilde soğuması ile çift fazlı çelik oluşacaktır. Kritik sıcaklıklar arasında ki tavlama sıcaklığı arttıkça her iki fazda ki toplam karbon konsantrasyonu azalacak ve östenit fazının hacim oranı artacaktır.

Çift fazlı çeliklerin mikro yapısında bulunan martensit miktarı, tavlama sıcaklığı ve soğuma hızı arttıkça artar. Martensit miktarı artması ile çift fazlı çeliğin mukavemeti artarken sünekliği azalır. Bundan dolayı da çift fazlı çeliklerin mikroyapısında %20'den fazla martensit oluşumu istenmez. Ferritin küçük taneli olması ve içinde karbürlerin bulunması da sünekliği artırır (Kıratlılar, 1998).

4.1.3 Çift Fazlı Çelikler ile YDDA Çeliklerinin Karşılaştırması

Çift fazlı çeliklerin mekanik özellikleri, YDDA ve düşük karbonlu çeliklerden oldukça farklıdır. Çift fazlı çelikler daha yüksek mukavemet, daha büyük deformasyon sertleşmesi ve daha düşük akma mukavemetine sahiptirler. Bu nedenle Şekil alma kabiliyeti daha iyidir. Akma mukavemeti düzeyleri karşılaştırıldığında, YDDA çeliklere nazaran iki kat daha fazla bir yüzde uzama gösterirler. Yani daha yüksek süneklik özelliğe sahiptir.

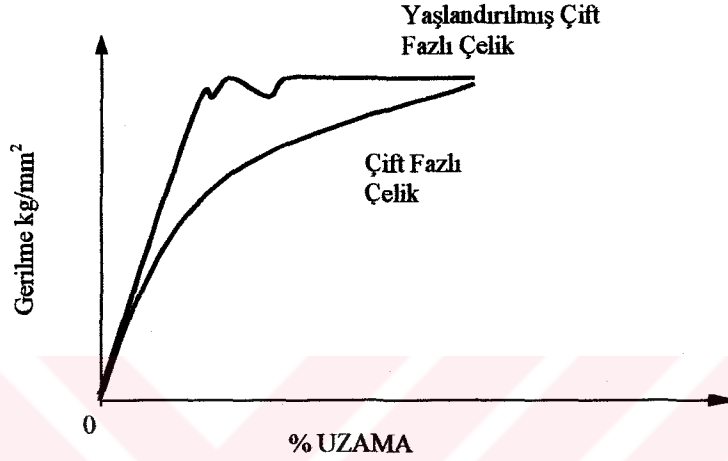


Şekil 4.4 Çift fazlı çelikler ile az karbonlu çelik (Kıratlılar, 1998)

Çift fazlı çeliğin çekme mukavemeti SAE 980X ile yüzde uzama değeri ise SAE 950X ile hemen hemen aynıdır, buna ek olarak elastik deformasyondan plastik deformasyona geçiş sürekli olmakta, akma uzaması görülmemektedir. Bu nedenle çift fazlı çeliklerden üretilen parçaların yüzeyleri düzgündür. Çift fazlı çeliklerin yorulma özellikleri ise aynı mukavemetteki YDDA çelikleri ile yaklaşık olarak aynıdır (Tekin, 1985).

Otomotiv endüstrisinde kullanılan saclardan beklenen özelliklerin başında gelen unsurlardan biride darbelere karşı dirençtir. Darbe direnci, biçimlendirilen parçaların deformasyon sonrasında ki direncine bağlıdır. Çift fazlı çeliklerin darbe direnci soğuk Şekillendirme ile oluşan deformasyon sertleşmesi ile artacağı gibi, boya kurutma sırasında fırınlama sertleşmesi nedeniyle artabilir. Biçimlenen saclar boyandıktan sonra 170 °C'da yaklaşık 30 dakika kurutma

işlemine tabi tutulur. Bu işlem sonucunda akma mukavemetinin artması gerçekte bir deformasyon sertleşmesi olup, fırınlama sertleşmesi olarak adlandırılır. Şekil 4.5 de görüleceği üzere çift fazlı çeliklerde, akma uzamasının tekrar ortaya çıkmasına neden olan fırınlama sertleşmesi, bu çeliklerden yapılmış otomobil kaportalarının darbelere karşı direncini arttırmaktadır.



Şekil 4.5 Çift fazlı çeliğin gerilme-yüzde uzama diyagramı (Kıratlılar, 1998)

4.1.4 IF Çelikleri

Kompleks geometriye sahip Şekillendirilmesi zor oto gövde parçaları derin çekme kalite çeliklerin sahip olduğu akma dayanç değerlerinin altında ki değerlere ve daha yüksek r değerlerine sahip çeliklerin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen en düşük miktarda ara yer elementi içeren r değeri 2,0 ve akma dayancı 13-15 Kg/mm² olan yumuşak IF (Interstitial-Free) çelikler üretilmiştir (Akıncı, 1997).

IF çeliklerinde çözeltide mevcut C ve N miktarları vakumla gaz giderme ve Ti ve /veya Ti+Nb ilaveleri ile 20ppm mertebelerine düşürülmüştür. Ti ve Nb ilaveleri sonucunda mevcut ara yer atomları TiC, TiN, veya NbCN stabil bileşikler şeklinde çözeltiden ayrılmıştır. C ve N ara yer atomlarının ferrit çözeltiden ayrılması çeliğe yaşlanma özelliği göstermeyen üstün bir preste Şekillendirilebilirlik kazandırmaktadır. Çizelge 4.1'de IF çeliğine ait mekanik özellikler görülmektedir.

IF çelikleri istenildiğinde P, Si ve Mn gibi çözelti sertleşmesi oluşturan elementlere daha yüksek dayanç değerlerine çıkarılabilir. IF çelikleri istenildiğinde görülen ara yer elementlerinin çözeltiden çekilmesinin yarattığı tane sınırlarının zayıflaması problemi ikinci defa Şekillendirme sonucunda tane sınırı kırılğanlığı olarak kendini göstermektedir (Cıvan,1996).

Bu problem IF çeliklerinde birkaç ppm "B" ilave edilmesi sonucunda oradan kalkmaktadır. Tane sınırlarının gevrekliğini araştırmak için Çizelge 4.1 de verilen kimyasal bileşimde ki çeliklerle yapılan çalışmalar sonucunda elde edilmiştir. Buna göre fazla miktarda P içeren YDDA çeliklerinde B ilavesi sünek geçiş sıcaklığı yaklaşık -30, -40 °C 'ye düşürmektedir (Crooks,1996).

4.1.5 BH Çelikleri

Piştirme ile sertleşebilen çelikler, son yıllarda otomobil sacı üretiminde çelik imalatçıların imalat sektörü ile birlikte geliştirmek için çaba sarf ettikleri güncel bir konudur. Piştirme işlemi, boyaların metal yüzeye sürüldükten sonra uygun bir sıcaklıkta tutularak kurumaları için uygulanan bir ısıtma işlemidir. Bu işlem sonrasında uygun özelliklerde üretilen çelik sac preslemede form alabilmesi için gerekli Şekillenebilirlik özelliğini korurken fırınlama sırasında ilave bir maliyet gerektirmeksizin çekme dayancını artırır. Bilindiği gibi çözünmüş C miktarı artışı düşük karbonlu çeliklerde süreksiz akma olayına yol açmaktadır. Bu dezavantajlara rağmen BH sertleşmesini gerçekleştirmek için tavlama yaşılandırma işleminde uygun sıcaklık ve süre belirlenerek yapıda bir miktar çözünmüş karbon bırakılır. Burada dikkate alınacak en önemli parametre tavlama periyodunda ki su verme hızı ve sıcaklığıdır. Çelik saca yüksek sıcaklıktan (600°C) hızlı soğutma uygulanırsa çökeltme için yeterli difüzyon süresini bulamayan çözünmüş karbonlar yapıda çok miktarda bulunacaktır. Daha sonra süneklik ve piştirme sertleşmesi değerlerine göre tespit edilen temperleme sıcaklığı ve süresinde uygulanan yaşılandırma işlemi ile istenilen mikro yapı elde edilmektedir (Crooks, 1996).

Temperleme sonrası, örneğin çift fazlı çeliklerde %5 hacim oranında ki martensit fazı ferrit matrisinde homojen olarak dağılmış süneklik için gerekli karbürler oluşturulmuş ve bir miktar çözünmüş karbon yapıda bırakılmış olmalıdır. Malzemede oluşma ihtimali olan süreksiz akma problemi daha sonra tatbik edilen temper haddeme ile giderilmektedir. Verilecek %2 oranında ki ön deformasyon BH sertleşmesi için yeterli olmaktadır. Daha fazla deformasyon verilmesi halinde

meydana gelen pişirme sertleşmesi etkisi haddeme yönünde diğer yönlere nazaran daha yüksek olmaktadır. Dolayısı ile malzemenin izotropik özellikleri azalmaktadır.

Pişırmenden sonra ki nihai akma dayanımının Şekillendirme sırasında ki soğuk deformasyon sertleşmesi kombinasyonu ile arttığı unutulmamalıdır. 3-5 kg/mm² 'lik kafi derecede pişirme sertleşmesi için gerekli sıcaklık ayrıca deformasyon miktarına bağlıdır. Pişirme ile sertleşen çelikler deformasyon yaşlanması mekanizması ile ek dayanç kazandıklarından oda sıcaklıklarında süreksiz akma olayını sergilemektedir. Bununla beraber temperlenmiş koşullarda 5kg/mm² 'ye kadar pişirme sertleşmesi sergileyen çeliklerin oda sıcaklığında kabul edilebilir oranda süreksiz akma özelliği gösterdikleri tespit edilmiştir. Oysa 7-10 kg/mm² gibi BH değeri gösteren çelikler süreksiz akma olayından kaynaklanan Şekillendirmedeki azalama yüzünden daha yüksek Şekillendirebilirlik gerektiren parçalar için uygun değildir (Akıncı, 1996; Crooks, 1996).

Uygun proses şartları ile imal edilmiş ve pişirme ile sertleştirilmiş çelikler özellikle oto dış panelleri için yapılan uygulamalarda büyük avantaj sağlanmaktadır. BH çelikleri Şekil alma kabiliyeti, darbe direnci ve çökme direnci gibi avantajları kalınlığın azalmasından dolayı zayıflayan çekme direnci ve tokluğu pişirme sertleşmesi ile iyileştirilmektedir.

Çizelge 4.1 IF çeliğine ait kimyasal ve mekanik özellikler (Erdemir, 1999)

Kimyasal Bileşim (%)					Kalınlık (mm)	Erdemir Kalite No	Mekanik Özellikler			
C	Mn	S	P	Ti			Akma (N/mm ²)	Çekme (N/mm ²)	Uz. (%)	R ₉₀
0,006	0,25	0,010	0,015	0,10	0,7	E-7114	230	270-350	38	1,6
0,004	0,25	0,010	0,015	0,06	0,7	E-7315	200	270-330	40	1,9

Çelik sacdan üretilmiş bazı otomobil dış kaporta sacları yüksek Şekillenebilir, azalan çelik kalınlığında yüksek darbe dayanımı, yüksek korozyon direnci ve boyamadan sonra yüksek görüntü netliği gibi talepleri karşılamak için Kawasaki çelikleri lazerle organik kaplanmış EDDQ (Ekstra derin çekme kalite) fırında sertleştirilmiş çelikler geliştirilmiştir. EDDQ çelikler sıcak haddeme ve devamlı yumuşatma esnasında Nb karbür tarafından mikroyapı kontrol edilerek üretilen çelik

levhalardır. Düşük ısı derecelerinde özel organik kaplama sonrası pişirme mekanik özellikleri iyileştirir.

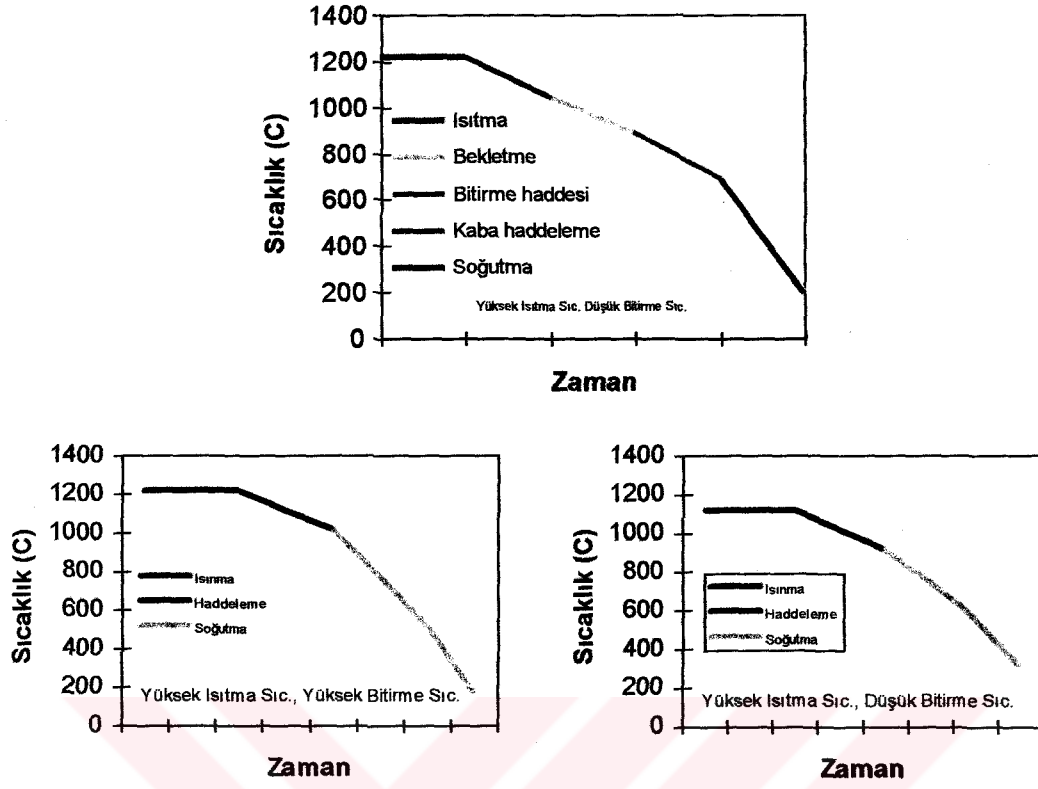
Fırında sertleştirilmiş çelik levhalar Şekillendirmeden önce düşük akma dayanımına sahiptir. Boyama işleminden önce düşük akam dayanımına sahiptir. Boyama işleminden sonra kurutma esnasında çentik dayanımı iyileşir ve görüntü netliği sağlar. Şekil 4.6'da termomekanik haddeleme prosesi verilmiştir.

Piştirilerek sertleşen çelik saclar 170°C de 30 dakikalık boya kurutma işlemi sırasında form verilmiş panellerin akma mukavemeti 40 Mpa arttırır. Piştirerek yaşlanabilme ve oda sıcaklığında yaşlanma arasında ki durum 10-20ppm çözünmüş karbon miktarının kontrolü ile sağlanabilir, buna ilave olarak tavlama sırasında yapı kontrolü ile yüksek r değeri elde edilir (Yamata vd., 1998).

Vakumda gaz giderme metalurjisinin doğuşu ile daha çok Şekillenebilir ultra düşük karbonlu çelikler üretimi mümkün hale gelmiştir. Yüksek Şekillenebilirliğe preslemede parçaların birleşimi için gerekli olan kaynaklanmasını elimine ederek ağırlık azaltılmasına olanak sunar. Çizelge 4.2'de 1955 ve 2000 yılları arasındaki ABD otomotiv sektörü çelik tüketimi verilmiştir.

Piştirerek sertleşebilen karbon içeren alüminyum ile söndürülmüş yüksek P ve düşük Mn'lı çelikten kutu tavi prosesi sayesinde elde edilmiştir. Korozyon dayanımının artması için uygulanan sıcak daldırma galvanizlime ile üretilen çelik sac dış panellerin üretiminde kullanılmaktadır.

Araçlarda kullanılan çelik levha miktarı geliştirilen türlerin kullanılması ile %15 oranında düşürülebileceği görülen bir gerçektir. Kuzey Amerika da ortalama araçları yaklaşık 454 kg'lık çelik levha içerirler bu yeni çeliklerin kullanılması ile 70 kg'lık araç ağırlık azalacağı anlamına gelecektir ki bu yakıt tüketiminin azaltılması ve CAFE oranının yükseltilmesi için oldukça tatminkar bir değerdir (Davies, 1998).



Şekil 4.6 Termomekanik haddeme prosesi (Topuz, 2000)

Çizelge 4.2 1990 ve 2000 arası ABD otomotiv sektörü çelik tüketimi (Davies, 1998)

Yıl	Araç Ağırlığı (kg)	Araçtaki Çelik Miktarı (kg)	Çelik Yüzdesi (%)	Yüksek Dayanımlı Çelik Oranı (%)
1990	1344	764	57	15
1995	1190	679	57	50
2000	1004	472	47	100

4.2 Alüminyum

Enerji kaynaklarının daha ekonomik kullanımı ve ekolojik dengenin korunması tüm endüstriyel yakıt tüketicileri için yakıt tasarrufu gerektirirken, yakıt tasarrufu için ilk kural daha hafif konstrüksiyon üretmektir. Hafif konstrüksiyon içinde en kolay ve ekonomik çözüm daha hafif malzeme kullanmaktır.

Endüstride kullanılan malzemelerin nihai ürüne kadar olan üretim sürecinde çevresel problemleri peşinden getirmektedir. Bu çevresel problemler aynı zamanda tartışmalara neden olmaktadır. Bu nedenler hafif metal üretimi için daha fazla enerji gerektiğidir. Alüminyum üretimi için gerekli olan enerji öncelikle yeni geliştirilen yöntemlerle yarıya indirilmiştir. Dolayısıyla alüminyum üretmek için gerekli enerji alternatif malzemelere göre daha avantajlıdır. Alüminyum, magnezyum, titanyum gibi hafif metaller otomotiv endüstrisinde yakıt tasarrufu için önemli potansiyel kullanım alanına sahiptirler. Otomotiv üreticileri bir yandan ekolojik dengenin korunmasını düşünürken diğer yandan bu amaçla ürettikleri malzemelerin ekonomik olması gerekmektedir. İyileştirme esasında motorlu araçlarda direkt püskürtmeli dizel motorlar ve hafif taşıt üretimi önemli bir çözümdür. Otomotiv endüstrisinde güvenlikten ödün vermeden, konfordan vazgeçmeden, büyük ve az yakıt tüketen otomobiller için hafif fakat mukavemeti yüksek malzemelerin geliştirilmesi, otomobil üreticilerinin başlıca problemi olmuştur (Zeytin vd.,2000).

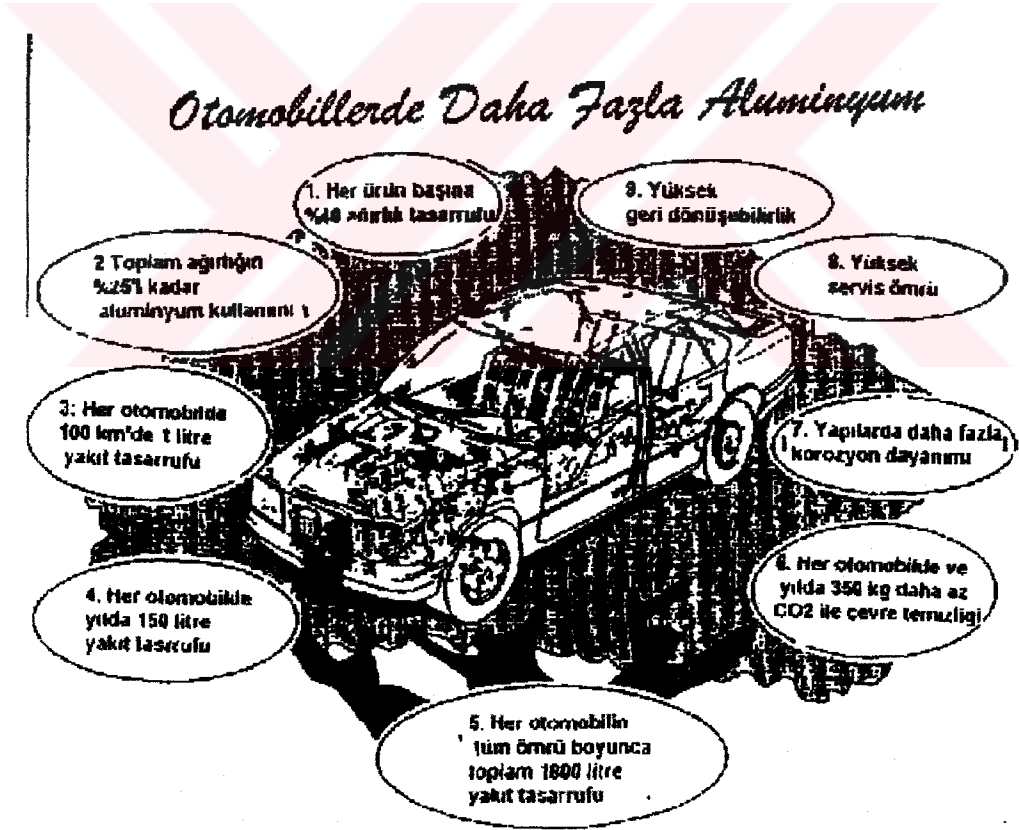
Hafif metaller sınıfından olan alüminyum, yumuşak ve demirden üç kat daha hafif bir metaldir. Diğer metallerin katılması ile birlikte yoğunluğu önemli ölçüde değişmemekte fakat mukavemeti önemli ölçüde artmaktadır. Bu özelliklerinden dolayı mukavemetin ağırlığa olan oranı çok yüksektir. Bu önemli özelliğinin yanında yüksek elektrik iletkenliğine sahip olması, kolay işlenebilirlik, korozyona dayanım gibi özellikleri nedeniyle kullanım alanı çok geniştir.

Alüminyum bir otomobilde hareket sistemi, motor ve viteslerde kullanılır. Bunun dışında yassı ürün olarak kasa ve soğutma sisteminde kullanılır. Bir otomobilde kullanılan parçaların tamamı geri kazanılabilir. Geri kazanma payı % 90'ın üzerindedir. Geri kazanım ve enerji kaynaklarının korunması için çok önemli teknolojik bir gelişmedir. Avrupa Alüminyum Birliği (EAA) alüminyum üreticileri için en büyük kullanım sektörünün taşımacılık olduğunu bilmektedir. Burada özellikle otomobiller, hava taşıtları ve gemi sektörünün en önemli kullanım alanıdır.

Bunun yanında ambalaj ve taşımacılık sektörünü büyük bir gelişme hızı ile takip etmektedir (Özelitez, 2002).

Son yıllarda otomobil endüstrisinde yapılan araştırmalar yakıt tüketiminin azaltılması konusunda yoğunlaşmıştır. Bu konuda 2005 yılına kadar ulaşılması hedeflenen değerler Şekil 4.7 de Bu hedefe ulaşmak için iki önemli hedef üzerinde yoğun olarak çalışılmaktadır.

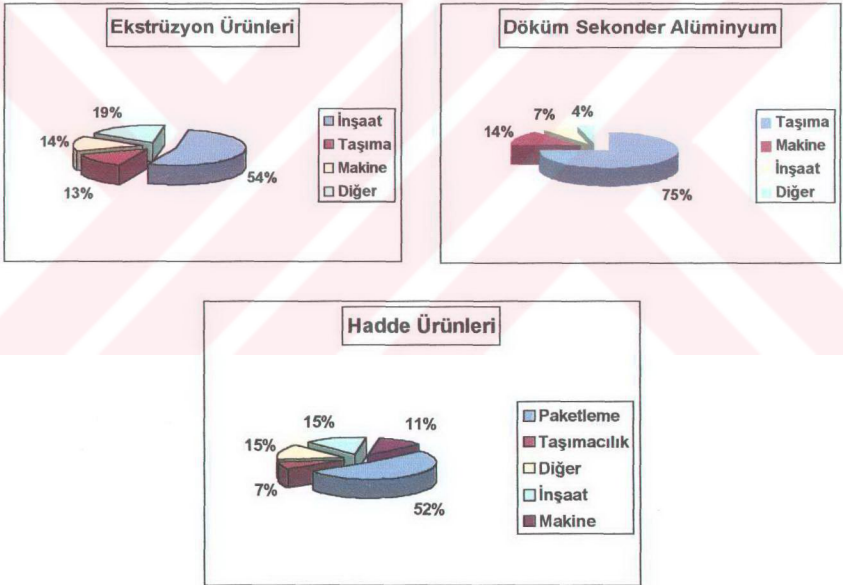
- Çalışma mekanizmasının iyileştirilmesi (4-ventil tekniği, dizel motorlarda direkt enjeksiyon, motor ve çalıştırma mekanizmalarının optimizasyonu.)
- Konvansiyonel motorlar yerine, özel konstrüksiyonların kullanılması ile araba boş ağırlıklarının azaltılması. Bu koşullarda malzeme fiziksel ve mekanik özelliklerin uygun olması gereklidir.



Şekil 4.7 Otomobillerde daha fazla alüminyum kullanımı (Zeytin vd., 2000)

Otomotiv endüstrisinde alüminyum kullanım potansiyeli oldukça yüksektir. Bu potansiyelin bir binek araç konstrüksiyonun yaklaşık olarak %25'i kadar olduğu bilinmektedir. Bu gün bir otomobilin ağırlığının ancak %6 kadarı alüminyumdur. Bu miktar geçmişe göre çok hızlı bir şekilde artmaktadır.

Kuzey Amerika'ya bakıldığında otomobil başına kullanılan alüminyum 1970 yıllarında yaklaşık 50 kg dan 1999 başında 125 kg civarına çıkmıştır. Ancak son on yılda ki artış çok hızlıdır. 1993'de 90kg kullanım alanı varken, 1998'de toplam alüminyum kullanımı 124 kg olmuştur. Bu miktarın 2000 yılından sonra 145 kg çıktığı bilinmektedir. Şekil 4.8'de araçta kullanılacak alüminyumun 2005 yılına kadar ulaşılması hedeflenen değerler gösterilmiştir. Bu hedefe ulaşmak için yoğun çaba sarf edilmektedir (Gülsöz vd., 1993; Kuriham, 1994).



Şekil 4.8 2005 yılına kadar kullanımı hedeflenen alüminyum (Zeytin, 2000)

Alüminyum ve alaşımları otomobillerde genellikle döküm alaşımı olarak, hareket sistemi, motor ve vites gibi parçaların üretiminde kullanırken, döküm alaşımı dışında levha, profil, gibi değişik

üretim teknikleri ile üretilmiş parçalar ve soğutma sistemi gibi aksamalarda kullanılmaktadır. Çizelge 3.3'te alüminyum parçaların döküm ve ağırlığı, Çizelge 3.4'te ise 10 yıl içindeki değişimi gösterilmiştir. Otomobillerde alüminyum döküm kullanım alanı motor , vites, ve aks sistemleridir. 1998 yılında bir otomobilde döküm alüminyum kullanımı 70 kg olmuştur. Bunun 32 kg kadarı motor aksamında, 31 kg kadarı hareket ve jant aksamında kullanılmaktadır. 2008 yılına bir otomobilde 120 kg alüminyum kullanılması ve bu miktarın 45 kg kadarı motor ve vites, 32 kg kadarı ise jant ve hareket sisteminde olması hedeflenmektedir.

Çizelge 4.3 Bir otomobilde kullanılan alüminyum döküm parçalar ve ağırlıkları (Zeytin vd., 2000)

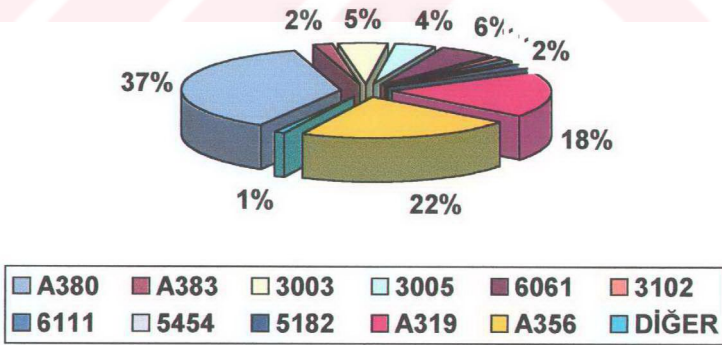
Döküm Parçasının Adı	Ortalama Ağırlığı(kg)	Döküm Parçasının Adı	Ortalama Ağırlığı(kg)
MOTOR		ÇALIŞTIRMA SİSTEMİ	
Silindir Başlığı	10	Vites Kutusu	3-6
Pistonlar	0,5	Debriyaj Kutusu	4,5
Emme Manifoldu	2	Kardan Kutusu	0,4
Motor Bloğu	12	Direksiyon Çubuğu	0,4
Su pompası kutusu	0,5	DİĞER PARÇALAR	
Enjeksiyon	0,6	Debriyaj Pedalı	0,5
Ateşleme Parçaları	0,4	Pedal Bağlantıları	0,5
Jeneratör Kutusu	0,2	Askı Tertibatı	5,0
Starter	0,5	Fren Pedalı	0,5
Yağ Filtresi	0,6	Fren Kavrama Kutusu	0,4
Alternatif Akım Jen.	1,1	Direksiyon Simidi	0,4
Dengeleme Kolu Kapağı	1,5	Motor Bloğu	5,0
Yağ Pompası	1,0	İnce Döşeme Parçaları	14,5
Dizel yakıt Pompası	0,22	Arka aks kutusu	6,0
Karbüratör	1,0	Krank kolu	0,5
Termostat Başlığı	0,12	ABS Sistemi	5,0
Motor Mesneti	0,7	Enjeksiyon	2,0
HAREKET			
Direksiyon Kutusu	0,7		

Çizelge 4.4 Araçlarda döküm alüminyum parçalardaki değişim (Gülsöz, 1993)

Parçalar	Şimdiki Durum (kg)	10 Yıl içinde(kg)
Motor /Vites	32	45
Hareket/Jantlar	31	35
Kasa	5	30
İç döşeme	5	10
Toplam	70	120

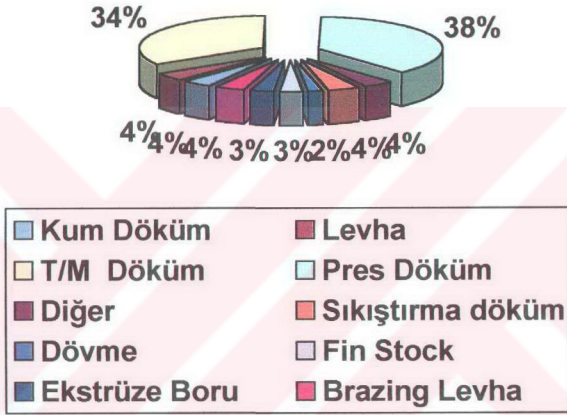
Alüminyumun otomotiv endüstrisinde kullanımı eski yıllara dayanmaktadır. İl defa lüks otomobillerin dış yüzeyinde kullanılan ahşap çerçevelerin yerine alüminyum paneller kullanılmıştır. 1897 yılında ilk motorlu taşıtların geliştirilmesi ile ilk motor bloğu hafif malzemeden yapılmıştır. 1924'te Almanya'da ilk alüminyum kasa teşhir edilmiştir. BMW 1938'de 3,28 model arabalarında alüminyum kasa kullanılmıştır. Otomotiv endüstrisinde çeşitli zamanlarda ki dalgalanmalara karşı alüminyum kullanım trendi yükseliş göstermektedir Şekil 4.10'da otomobillerde en çok kullanılan alüminyum alaşımları gösterilmiştir.

Otomobillerde En Çok Kullanılan Alüminyum Alaşımları



Şekil 4.9 Araçlarda kullanılan alüminyumun kullanım oranları (Zeytin vd., 2000)

Alüminyum döküm alaşımlarının döküm prosesleri çok geniş bir kompozisyon aralığında üretilebilir. Bu alaşımlar bileşim ve üretim prosesine bağlı olarak farklı mühendislik özellikler gösterir. Alüminyum alaşımları kum, kokil, hassas döküm, pres döküm gibi yöntemler dışında squeeze casting, semi-solid gibi yöntemlerle de üretilmektedir. Şekil 4.10'da otomobillerde kullanılan alüminyum üretim tekniğine bağlı dağılımı gösterilmiştir.



Şekil 4.10 Otomotivde alüminyum alaşımlarının üretim teknikleri (Kuriham, 1994)

Döküm alüminyum alaşımlarının kullanımı tüm kullanılan alüminyumun %80'i kadardır. Döküm alaşımları içinde en popüler olanları ise A380, A319, A350 alaşımlarıdır. Bunların dışında 6061 en çok kullanılan alüminyum alaşımıdır. Almanya' da ki VAW Alüminyum AG FORD için tamamen alüminyumdan motor bloğu üretmektedir. Yine aynı işletmede motor bloğu ve silindir başlığı olarak 40.000 parça/yıl üretim yapılmaktadır (Kuriham,1994).

AUDI bugün kasa üretiminde alüminyumu çok şanslı görmektedir. AUDI' nin A8 modelinin kasası space-frame teknolojisi ile üretilmiştir. Yapılan hesaplara göre primer alüminyum üretmek için gerekli enerji bir otomobilin 55.000-79.000 km'de sağlanacak toplam yakıt tasarrufu ile amorti

edilecektir. Geri dönüşümü sağlanan alüminyum ile amortisman daha hızlı olacaktır. Çizelge 4.5'te otomobilde kullanılan parçalar ve bunların üretildiği alüminyum alaşımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.5 Araçlarda kullanılan parçalar ve üretildiği alüminyum alaşımları (Özelitez, 2002)

Alaşım Uygulaması	Uygulama Alanı
1XXX Serisi (Yüksek Saflıkta)	
1100	Plakalar, aplikler
1200	Boru ve kanatlar
2XXX Serisi (Bakır Alaşımları)	
2008-2010	İç ve dış gövde panelleri
2036	Koltuk iskeleti
3XXX Serisi (Mangan alaşımları)	
3002	Plakalar, aplikler
3004	Radyatör boruları ve ısıtıcı ekipman
3005	İç paneller
5XXX Serisi (Mg alaşımları)	
5052	Plaka, aplik
5182	Tampon, gövde panelleri
5447	İç gövde panelleri
5754	Aksesuar
6XXX Serisi (Mg-Si alaşımları)	
6010	Çamurluk, ısı kanalları
6061	Tampon takviyeleri
6063	Koltuk kazıkları
6463	Fren yatakları
7XXX Serisi (Zn alaşımları)	
7004	Gövde panelleri
7021	Gövde panelleri
7072	Fren yuvaları ve fren pistonları
7116	Hava deflektör parçaları
7129	Radyatör aksamı

4.2.1 Alüminyum Parçaların Otomobil Üzerindeki Uygulamaları

4.2.1.1 Motor Bloğu

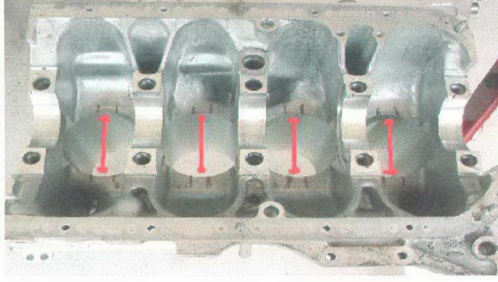
İlk alüminyum motor bloğu 1960'lı yılların sonunda ABD'de ötektik üstü Al- Si alaşımlarından basınçlı döküm yöntemi ile üretilmiştir. General Motors ve Reynolds su soğutmalı 4 silindirli seri motorlarda 390 (GD- AlSi17Cu4Mg) alaşımını Vega 2300 için basınçlı döküm yöntemi ile üretmiştir.

Özellikle Fransa'da ve benzinli motorlar için çok uzun zamandan beri alüminyum kullanılmaktadır. Motorda alüminyum kullanımı özellikle düşük ağırlık sağlamaları nedeniyle çok önemlidir. Alüminyum motor blokları dökme demire göre 1/3 daha hafiftir.

Dizel motorlarda alüminyum kullanımı daha azdır. Çünkü bu motorlar benzinli motorlara göre daha yüksek mukavemet gerektirirler. Ayrıca dizel motorlarda gürültü çok önemli bir problemdir. Motor blokları genelde basınçlı döküm yöntemi ile üretilirler. Motor aksamında bulunan diğer metalik parçalar mekanik sıkıştırma yöntemi ile yerleştirilir (Schultz, 1999).

BMW firması 1995 yılından bu yana 6 silindirli motorların motorların yeni versiyonunu üretmektedir. Dört ventil tekniği bu 6 silindirli bir yeni jenerasyonudur. Alüminyum motorlarda silindir başlığı dışında silindir krank karteri de hafif metal alaşımlarında üretilmektedir.

BMW'nin 6 silindirli motorlar 158 kg civarındadır. Bu motorların ağırlığı diğer malzemelerden yapılmış olanlara göre 31 kg daha hafiftir. Yalnızca silindir krank karterine 20 kg ağırlık tasarrufu yapılmaktadır. Bu güne kadar Alman otomobil üreticileri bu tip motorlarda dökme demiri tercih ederken, Porsche 911 modelinde silindir krank karterinde ötektik üstü döküm alaşımları denemişlerdir. Şekil 4.11'de alüminyum motor bloğunun kesiti görülmektedir.



Şekil 4.11 Alüminyum motor bloğu kesiti (Richard, 1996)

4.2.1.2 Silindir Başlığı ve Emme Manifoldu.

Otomobillerde silindir başlığı ve emme manifoldu iki temel sebepten dolayı alüminyumdan yapılmaktadır. Düşük ağırlık ve ısı iletimi. Bu iki parça için genellikle düşük basınçlı döküm ve kokil döküm yöntemleri kullanılır. Bu parçalarda ki temel problem yanma odalarında artan sıcaklık ve basınç nedeniyle oluşan mekanik yüklem ve ısıl gerilmeler nedeniyle oluşan kırılmalarıdır. Bu problemin aşılması için alaşım geliştirme ve döküm parçaların bölgesel olarak kuvvetlendirilmesi amacıyla araştırmalar yapılmaktadır.

Al-Si döküm alaşımları bu özellikleri sağlayacak Şekilde yüksek sıcaklıklarda mukavemet, süneklik ve sürtünme dayanımını arttıracak Şekilde geliştirilmektedir. Primer silindir başlığı alaşımı olan AlSi7Mg ve AlSi9Mg alaşımlarına % 0,5 ve %1 Cu ilave ederek iki yeni tip geliştirilmiştir Bu iki yeni tip AlSi10Mg ve AlSi9Cu3 alaşımlarıdır.

Bakır içeren her iki alaşım diğer geleneksel alaşımlarla karşılaştırıldığında belirgin olarak yüksek çekme dayanımı ve 150-200 °C arasında yüksek sürünme dayanımı göstermektedir. Çok önemli fiziksel özellikler olan genleşme sabiti ve ısı iletkenliği geleneksel alaşımlara bakır ilavesinden hiç etkilenmemektedir.

Yüksek sıcaklık ve yüksek gerilmelere karşı dayanım için alaşım optimizasyonu genellikle aşağıda ki faktörler dikkate alınarak geliştirilir.

- Yüksek çekme mukavemeti ve oda sıcaklığında 250 °C 'ye kadar sürünme dayanımı.
- Yüksek ısı iletkenliği
- Düşük porozite
- Düşük sıcak çatlak eğilimli döküm özellikleri..

4.2.1.3 Piston

1920'de Daimler ilk motosikleti, motorlu deniz aracını ve otomobili hafif metal pistonları ile seri olarak alüminyumdan üretmişlerdir. Hafif metal pistonları diğer dökme demir pistonlara göre çok avantajlıdır. Mahle motor parçası olarak alüminyumun üstün avantajlarını keşfetmiştir. Daha sonraları da 1933 yılında Mercedes-Benz dizel motorlarda alüminyum piston kullanmaya başlamıştır.

Alüminyumdan üretilmiş bir pistonun şu özellikleri sağlaması gerekmektedir.

- Yüksek mukavemet fakat düşük ağırlık.
- Yüksek sertlik fakat düşük gevreklik.
- Düşük ısısal genleşme fakat yüksek ısı iletkenliği.
- Kompleks Şekli parça üretimi fakat uygun fiyat .

Krank mili ve pistonlar otomobilde birbirine çok zıt parçalardır. Otomobillerde pistonların %100'ü alüminyum alaşımlarından üretilirken, krank mili % 0'dır. Her iki parça için düşük ağırlık yanında hareketli parçalarda ısı iletiminin yüksekliği önemli bir avantajdır. Pistonlar ağır koşullara cevap verebilecek kokil döküm yöntemi ile üretilirler. Özellikle piston tabanları yüksek gerilmelere karşı sert anodize kaplanmışır (Cole, 1991; Zeytin vd., 2000).

Bu tip döküm parçalarda basınçlı döküm tekniklerinin yeterli olmadığı koşullarda "squeeze casting" yöntemi kullanılır. Bu yöntemle diğer tüm döküm yöntemlerine göre çok daha yüksek yoğunluk ve metalurjik temizlik sağlar. Bu gibi yöntemlerle diğer tüm döküm yöntemlerin yanında pistonlar seramik lifler ile güçlendirilerek daha yüksek özellikler kazandırılarak kullanılır. Bazı Japon otomobillerinde dövme alüminyum krank mili yanında bazı prototiplerde squeeze-casting yöntemi kullanılmıştır. Şekil 4.12 'de alüminyum piston başları gösterilmiştir.



Şekil 4.12 Alüminyumdan imal edilen piston (Richard, 1996)

4.2.1.4 Motor Mesneti

Bu tür dayanak görevi üstlenen parçalarda çelik veya dökme demir yerine alüminyum kullanırken düşük ağırlık kadar güvenlik çok önemli parametrelerdir. Bu tip parçalar kokil veya basınçlı döküm yöntemi ile üretilirler. Bunların yüksek titreşimli motor ortamına dayanımlı olmaları gerekmektedir.

4.2.1.5 Çerçeve Parçaları, İskelet Bağlantıları, Frenler

Bu parçalar alüminyum için en önemli kullanım alanıdır. Bu parçaların güvenlik talepleri kullanılan alüminyum alaşımlarının metalurjisi ve döküm yöntemleri açısından çok iyi bilinmektedir.

Bu gruplar altında özellikle motor çerçeveleri, ana fren diskleri, silindirler ve güvenli fren sistemi ABS sayılabilir. Bu ana gruplarda alüminyum kullanımının farklı sebepleri vardır. Bu parçalar düşük basınçlı döküm, kokil veya hızlandırılmış döküm teknikleri ile üretilirler. Ana fren silindirleri ve fren silindirleri genellikle döküm prosesi ile üretilirler. Japon Mazda otomobillerinde bu parçalar yeni modellerinde squeeze-casting yöntemi ile üretilmektedir. Buna ek olarak 5

parçadan oluşan ABS fren sistemi alüminyum döküm için büyük bir pazardır. Bu parçalardan ikisi basınçlı döküm yöntemi ile ikisi kokil ve bir tanesi de dövme prosesi ile üretilmektedir.

4.2.1.6 Akslar

Alman otomobillerinde 1970'li yıllardan beri jant taşıyıcı akslarda alüminyum kullanmıştır. Porsche 911 serisi modelinde hafif üretim fikri ile birlikte alüminyum alaşımlarından suni olarak yaşlandırılmış GK- AlSi7Mg alaşımının önemi artmıştır. Arka jant taşıyıcı akslarda da üç unsur çok önemlidir, bunlar: hafif, stabil ve üstün hareket kabiliyetidir. Böyle bir arka aks 35 kg alüminyumdan üretilmiştir. Diğerlerine göre ancak % 49 ağırlığa sahiptir.

1995 yılından beri BMW'nin ürettiği arka akslar yüksek iç basınç ile Şekillendirilmiş borulardan üretilmektedir. Parçalar hidro Şekillendirme sırasında tamamen plastik hale gelirler, böylece çok yüksek ölçü toleranslarına ulaşmak mümkün olmaktadır. BMW bu akslarda doğal yaşlandırma uygulanmış ve AlMg3,5Mn alaşımını kullanmıştır. Bu üretim tekniği ile bir çekme borunun özelliklerine çok daha ucuz maliyete ulaşmıştır. Dikişli kaynak yapılan alüminyum boruların en önemli avantajı çok yüksek Şekil alma kabiliyetidir. Bu yüzden çok zor hacimler eğme ve hidro Şekillendirme operasyonları ile ortaya çıkabilir. Diğer bir avantajı ise kesit kalınlıklarında çok dar toleranslarda çalışma imkanıdır. Hidro Şekillendirme ile üretimin avantajları çok açıktır. Yaşlanabilir alaşımlardan ekstrüzyon ile üretilmiş borular deformasyon sırasında çok az uzarlar. Ve tane büyümesi ile uyum göstermezler. Doğal yaşlandırılmış alaşımlarda ise gerekli mikroyapı özellikleri için çekme prosesinden sonra ısıtım işlemi gereklidir. Her iki durumda da ekstrüzyon borularında iki kademeli bu işlem yüksek üretim hızlarında ekonomik değildir. Ancak hidro Şekillendirme yönteminde 50'den 120 m/dak 'ya kadar ulaşan üretim hızları yüksek kalite ve fiyat avantajı ile dikkat çekicidir (Kuriham, 1994, Özelitez, 2002).

4.2.1.7 Kutular

Bu grup otomobil parçaları debriyaj kutusu, vites kutusu, direksiyon kutusu gibi hafif parçalara yanında dengeleme kapağı arka aks kutusu, yağ karteri, yağ ve su pompası kutuları gibi düşük parça sayısı için alüminyumdan üretilmiş parçalar genellikle basınçlı döküm ile üretilir. Basınçlı döküm, kütleli üretim koşulları için ekonomik bir üretim yöntemidir. Bu yöntem ile çok yüksek bir üretim hızına ulaşılabilir. İnce kesitli parçalar üretilebilir ve çok düşük son işleme ile döküm sonrasında iyi bir yüzey kalitesi ve ölçü hassasiyeti elde edilir (Cole, 1991).

4.2.1.8 Enjeksiyon Sistemi

1995 yılından beri otomobil endüstrisinde enjeksiyon sisteminde Zn-Al alaşımı olan bir çok parça alüminyum alaşımı ile değiştirilmiştir. Kelebek valf kapağı ve dizel yakıt pompası kokil döküm yöntemi ile alüminyumdan üretilmektedir. Son iki grup henüz çok gençtir ve hızlı bir gelişme göstermektedir.

4.2.1.9 Jantlar

Alüminyum endüstrisinin hikayesi içinde Avrupa jant pazarının 60×10^6 dan 2000 yılından sonra 68×10^6 adete çıkacağı tahmin edilmektedir. Jantların yaklaşık %30 kadarı alüminyumdan döküm, dövme ve levhaların şekillendirilmesi ile üretilmektedir. Bu pazarda büyük pay döküm jantlar üzerine yoğunlaşmakta ancak diğer iki yöntem ağırlık tasarrufu nedeniyle büyük bir şansa sahiptir. Ülkemizde CMS, Kormetal alüminyum alaşımlı jant sektöründe Avrupa ile rekabet halinde olan kuruluşlarımızdır. Şekilde 3.13 alüminyum alaşımlı olarak üretilen jantlar görülmektedir.



Şekil 4.13 Alüminyum alaşımlı jantlar

4.2.2 Alüminyum Kasa

Artan güvenlik ve konfor ihtiyacı otomobillerin sürekli ağırlaşmasına neden olduğu bilinmektedir. Ancak artan her bir kg ağırlık için önemli ölçüde ilave yakıt ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Otomobil üretiminde günümüzde en önemli amaç ağırlık artışına neden olan parçaların değiştirilmesidir. Burada en öne çıkan malzeme çelik yerine alüminyum ikamesidir. Çelik yerine alüminyum kullanımı ile kasa yapımında ağırlıktan 150 kg kadar tasarruf sağlanabilir. 100 kg ağırlık azaltılması 0,6-0,7lt/100km yakıt tasarrufu sağlamaktadır.

Kasa sacı olarak alüminyum işlenmesinde bazı özelliklere dikkat etmek gerekir. Rijidite (azalan elastiklik modülü) ve esneklik için gerekli düşük elastiklik modülü çok önemli bir faktördür. Bu durumda büyük bir derin çekme yapılmadan sadece çekme tekniği ile basit Şekiller üretilebilir. Değerlendirme kriteri ise aşağıda ki gibidir (Ohari, 1995; Zeytin vd., 2000).

Deformasyon davranışı

- Akma değeri
- Ölçüsel davranış
- Şekillendirilebilirlik

Triboloji

- Malzeme yüzey teknikleri
- Yapı, kaplama
- Kullanılan aletlerin yüzey kalitesi
- Dövme

İşlem problemleri

4.2.3 Alüminyum Kasaların Yüksek Mukavemetli Çeliklerle Karşılaştırılması

Kullanım ve işleme özelliklerini geliştirmek için her iki malzemede yeni alaşım araştırma ve geliştirme çalışmaları yapılmaktadır.

4.2.3.1 Deformasyon Davranışı

Genelde laklamadan sonra ortaya çıkan akış çizgileri sac yüzeyi için istenmeyen hatalardır. Bu hatalar deformasyon sırasında bölgesel deformasyon yüzünden oluşur. Bu sebeple farklı kalınlık bölgelerinde ortaya çıkarlar. Akış çizgileri Ave B olmak üzere iki tiptir. A tipi akış çizgisi yüksek magnezyum içeren alaşımlara da artan lüders uzaması nedeni ile düşük deformasyon değerlerinde meydana gelir. Deformasyon devam ettikçe sürekli olmayan sertleşme yüzünden B tipi akış çizgileri oluşur. Bu tip daha çok AlMg ve AlMgCu alaşımlarında meydana gelir(Özelitez, 2002).

A tipi akış çizgileri uygun üretim parametreleri seçimi ile giderilebilir. Ancak çok yüksek yüzey kalitesi istenen durumlarda akış çizgisi oluşmayan AlMgSi alaşımı kullanmak gerekir.

4.2.3.2 Esneme Davranışı

Esneme miktarı artan akma mukavemeti veya düşük elastiklik modülü ile büyür. Alüminyumun çeliğe karşı olan en büyük avantajı alüminyumun düşük elastiklik modülü nedeniyle yüksek esneme özelliğidir. Ancak diğer yandan yüksek akma sınırına St 12-13 ve 14 gibi malzemelere göre mukavemetli çeliklerin esnemesi yüksektir. Kasa sacı üretiminde kullanılan alüminyum alaşımlarının akma sınır değeri derin çekilebilir çeliklerle aynıdır.

4.2.3.3 Şekillendirilebilirlik

Yüksek mukavemetli çeliklerin önemli bir dezavantajı yüksek çekme mukavemetine karşılık düşük kopma uzaması ve dolayısıyla düşük Şekil alma kabiliyetidir. Artan akma dayanımı ile daralan çalışma alanı yani deforme edilebilirlik sınırı belirlenir. Aynı zamanda ağırlık tasarrufu için sac kalınlığının azaltılması zorunludur. Ancak azalan sac kalınlığı deforme edilme özelliğini aşağıya doğru çeker bu arada sac kalınlığının azalması ile deformasyon sırasında çatlak hassasiyeti artar. Soğuk deformasyon özelliklerini en iyi karakterize eden n değeri malzemelerin sertleşme kabiliyetini ifade eder. Alüminyum için n değeri 0,25-0,35 iken yüksek mukavemetli çelikler için bu değer 0,15-0,22 civarındadır(Özelitez, 2002).

4.2.3.4 Triboloji

Hem alüminyum hem de yüksek mukavemetli çeliklerin tribolojik özelliklerinin optimizasyonu çok önemlidir. Şekillendirme prosesinde gerekli olan kuvvet F_z şunlara bağlıdır.

$$F_z = F_{id} + F_{bies} + R_r \quad (4.1)$$

F_{id} :İdeal Şekillendirme kuvveti

F_{bies} :Eğme yükü

R_r :Sürtünme kuvveti(Parça ile makineler arasında), geometri ve malzemeye bağlı olarak ideal Şekillendirme ve eğme kuvvetlerini ana parça ve buna karşı cisim arasında ve çevresinde ki diğer etki eden faktörler birlikte sürünme kuvvetini etkiler.

Şekillendirme esnasında ulaşılan maksimum çekme kuvvetleri F_{max} derin çekme prosesinin önemli karakteristik büyüklüğüdür. Çekme kuvvetleri malzemeye bağlı olarak belli bir maksimumu değeri aşmamalıdır. Çekme yükleri malzemede iç gerilmelere neden olur, bu daha sonra parçanın çatlamasına yol açar. Sürtünme mutlaka minimumda tutulmalıdır. Tribolojik etki altında ortaya çıkan sürtünme etkileri şu parametrelere bağlıdır.

- Sac yüzeyinin ince yapısı
- Dövme malzemesi ve ekipman
- Kullanılan aletlerin kaplanması

4.2.4 Space-Frame (Uzay Kafes)Tekniği

Günümüzde kasa üretiminde en büyük gelişme space-frame tekniği olarak adlandırılan bir teknikle kasa üretimidir. Bu teknikle düz ve eğri kısımlar ekstrüzyon tekniği ile üretilirken, köşe ve bağlantı parçaları kompleks alüminyum basınçlı döküm tekniği ile üretilmektedir. Bu tekniğin önemli iki avantajından biri, düşük parça sayısı nedeniyle düşük ağırlık ve diğeri fleksibl oluşudur.

AUDİ lüks otomobillerinde alüminyum kullanmasının önemli sebepleri vardır ve bunu şu şekilde açıklamışlardır.

- Teknik detaylar ve yapılan çalışmalar sonuçlarında AUDİ A8 modelinin daha az yakıt tükettiği ortaya çıkmıştır.
- Düşük ağırlık çarpma anında güvenliği azaltmamaktadır. Aksine daha yüksek güvenlik sağlanmaktadır.
- Çok hızlı tamiri mümkün olabilmektedir.
- A8 gelecekte hafif araba üretimi için önemli bir etken olacaktır.

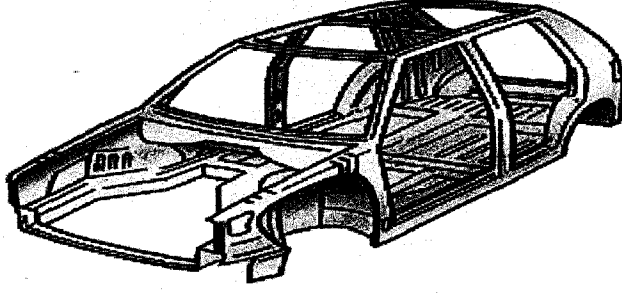
Kişisel taşıma araçlarında uzay kafes tekniği ile üretilen araçların kasalarında şu özelliklerin sağlanması gerekmektedir (Overbagh,1995).

- Mümkün olduğunca düşük ağırlık.
- Stabil bir sürücü kabini, küçük kazalar minimum maliyet ve zararlarla atlatılabilmelidir.

- Yüksek statik sarsılma dayanımı, bu özellik hafif yapıya karşılık optimum sürüş güvenliği ile kombine edilmelidir.
- Bir bütün olarak kasanın kendi frekansı yeterli olmalıdır. Motor ve diğer aksamla kasanın etkileşmemesi gereklidir.
- Yüksek korozyon dayanımı olmalıdır. Agresif çevre koşullarında mümkün olduğunca uzun süreler tamire ihtiyaç olmamalıdır.

Çok kolay işlenebilir, korozyona dayanıklı, kaynak edilebilir, yüksek mukavemet ve uygun deformasyon özelliklerine sahip alaşımlardan üretilen malzemelerin aynı zamanda yüksek verimde geri dönüşebilir olmaları gereklidir. Burada esas olan mümkün olduğunca az malzeme ile en yüksek mukavemete ulaşmaktır. Bu amaçla kasanın dış yüzeyi ve iç kısımları farklı yöntemlerle üretilir. Şekilde 4.14'te uzay kafes yöntemi ile imal edilmiş VW Golf marka otomobilin monoblok gövdesi görülmektedir.

Kasa üretiminde profil, sac ve döküm parçalar için AlMgSi gibi yaşlanabilir alaşımlar kullanılır. Sun ni yaşlanabilen alaşımlara kullanırken profil ve sac malzemelerin akma sınırı çelik malzemelerle karşılaştırılabilir bir değerdir (Murths,1995; Zeytin vd.,2000).



Şekil 4.14 VW Golf marka aracın uzay kafes gövdesi (Gifford, 2002)

Alüminyum kasa kullanırken yüksek yorulma ömrü yanında her şeyden önce ağır kazalar da güvenlik çok önemlidir. Güvenlik hesaplanabilen deformasyon direnci olarak tarif edilir. Bu direnç plastik deformasyon başlamadan maksimum yüklemeye kadar ölçülebilen bir büyüklüktür. Bu unsurlar yüksek çekme dayanımı ve deformasyon eğilimi yanında seçilen uygun kaynak tekniği ile sağlanır.

Kazalarda oluşan zararın minimum olması ve ortaya çıkan hasarların tamir edilebilir olması gerekmektedir. Kazalarda kasaya gelen darbeler içe doğru hasarlara neden olmaktadır. 1980'li yıllarda yapılan çalışmalar alüminyum kasalar da güvenliğin konstrüksiyon şekli ile değil, konstrüksiyonlar da kullanılan alüminyum alaşımlarının plastik deformasyon sırasında enerji absorblama özellikleri ile ilgili olduğunu ortaya koymaktadır.

Ağır kazalarda bölgesel deformasyonların hemen kesildiği ve gözle herhangi bir geometri değişimi fark edilmediğini ortaya koymuştur. Şekil 4.15 a ve b de AUDİ ve BMW firmalarının uzay kafes yöntemi ile ürettiği alüminyum kasalı iki model aracı mevcuttur (Özelitez, 2002).



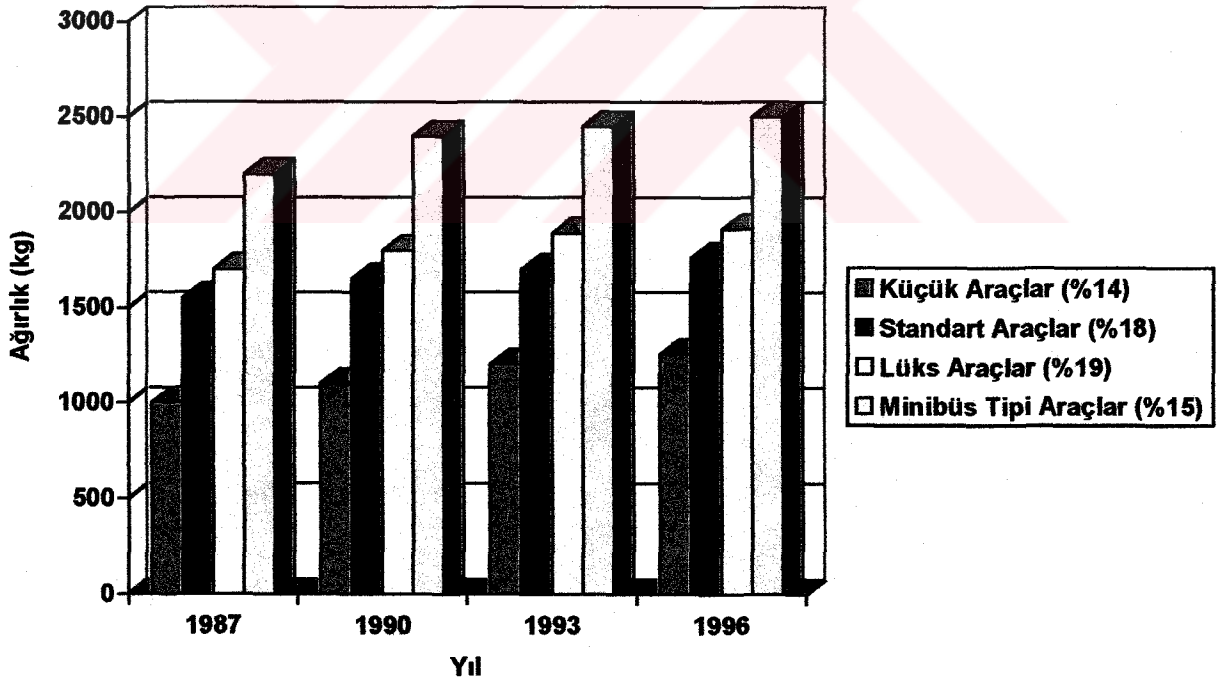
Şekil 4.15a AUDİ firmasının uzay kafes tekniği ile ürettiği A8 modeli



Şekil 4.15b BMW firmasının ürettiği alüminyum kasa 3.28ic modeli

4.3 Magnezyum

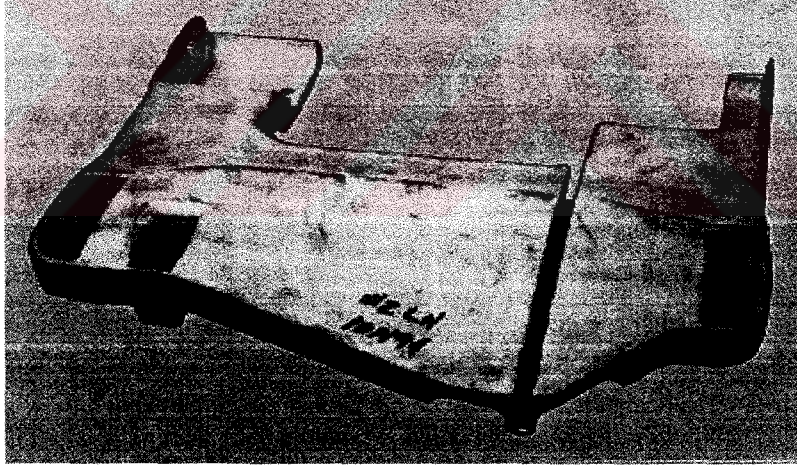
Çeliğe alternatif malzemeler arasında mg alaşımlarının önemli bir avantajı vardır. Yoğunluğu 1.8 gr/cm^3 olan magnezyum çeliğe göre %75 alüminyuma göre % 33'e kadar daha hafiftir. Ayrıca mühendislik plastiklerine göre daha katı ve çok daha fazla geri dönüşümü vardır. Dökülebilir metallere göre ağırlığı en hafif olan magnezyumun dökülebilir, işlenebilir, yüksek korozyon dayanımı olması da üstünlükleri arasında sayılabilir. 1983-1998 yılları arasında araç ağırlığında % 15-20'lik bir ağırlık artışı vardır bu durum % 6-10 arasında yakıt tüketiminin artması anlamına gelmektedir. Ve artışın nedenlerine bakıldığında araç üzerine eklenen emniyet ve güvenlik parçaları süspansiyon sisteminde ki gelişmeler yeni biçimlerin eklenmesi ve yeni standartlarla dış gürültü, eksos, emisyon değerlerinin iyileştirilmesi amacıyla araca eklenen yeni donanımlardan kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Şekil 4.16 da son 15 yılda araç ağırlığının artışını gösteren diyagram verilmiştir (Grebetz ve Albright, 1996; Zeytin,1999).



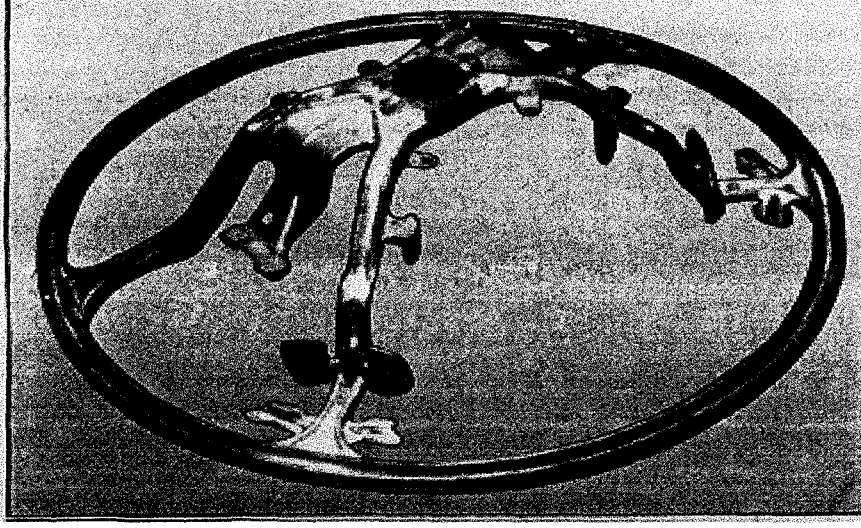
Şekil 4.16 Yıllara göre araç ağırlığında ki artış değerleri (Grebetz ve Albright, 1996)

Araç ağırlığında ki bu artışın sonucu yakıt tüketiminin artması istenmeyen bir gelişmedir ve araç ağırlığını düşürmek için hafif malzeme kullanma gereksinimi magnezyum gibi hafif metaller üzerinde yoğunlaştırmayı ve araç üzerinde kullanmayı gerektirmiştir. Yapılan çalışmalarda hafif malzemenin bir birim kütle düşüşü için ne kadar büyüklükte ki bir fiyat artışının kabul edilebilir olduğunda hafif metallerin maliyetlerinin kabul edilebilir seviyelere düşürülmesi sonucu kullanılmasının mümkün alacağı gereğini göstermiştir.

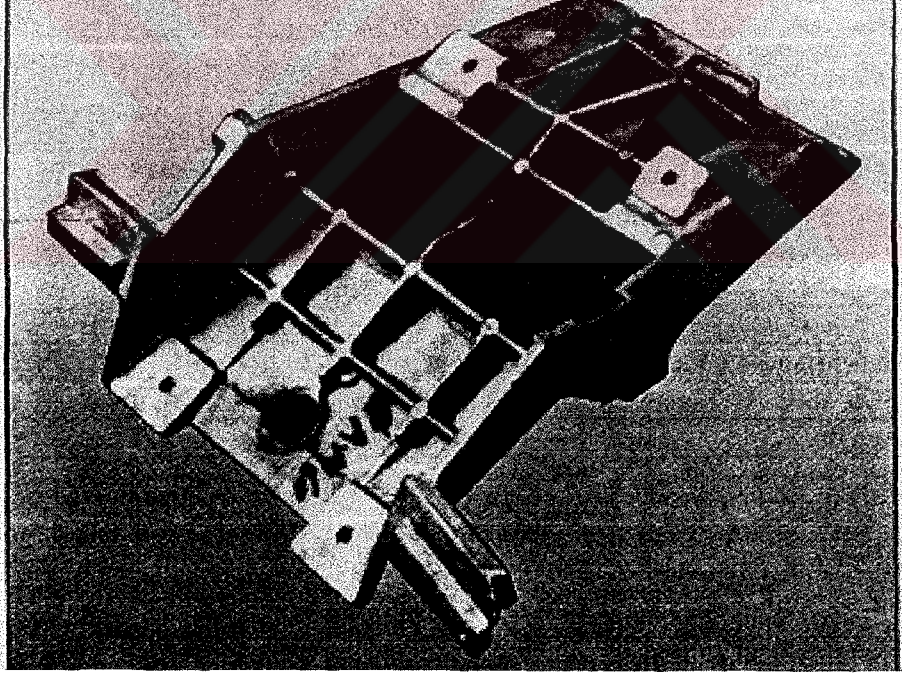
Otomotiv üreticilerinden Fiat Auto kendi taşıtlarında Mg bileşenleri denemek için yaptığı çalışmada ön panel tuşlarını Fiat bravo ve marea modellerinde kullanmıştır. Alfa Romeo 156 modelinde ise ön panel tuşları, direksiyon iskeleti, gibi parçaları Mg alaşımlarından imal etmiştir. Bu ağırlık düşüşü yanında ki boyutsal doğrusallık, gürültü düşüşü, daha iyi performans sağlamaktadır. Şekil 4.17 a, b, c'de Magnezyum alaşımından direksiyon simidi iskeleti, bağlama braketi ve koltuk zemini görülmektedir (Grebetz ve Albright, 1996).



Şekil 4.17 (a) Magnezyum alaşımında yapılmış koltuk parçası



Şekil 4.17(b) Magnezyum alaşımdan imal edilmiş direksiyon simidi iskeleti



Şekil 4.17(c) Magnezyum direksiyon bağlama parçası (Greibetz ve Albright, 1996)

Magnezyum potansiyele limit kendi fiziksel, kimyasal karakteristiği ile çekme dayanımı, özgül ağırlığı, Şekil değiştirme, geri dönüşümlü hurda parça için yapılan mevcut teknoloji ve yarı mamul ürün karakteristiği ile montaj kabiliyetine bağlıdır. Malzeme karakteristiklerinden yoğunluk, young modülü, akma mukavemeti, kopma uzaması, korozyon dayanımı, kaynaklanabilirlik, sürtünmeye karşı dayanım parçaların kullanımını belirleyen önemli parametrelerdir.

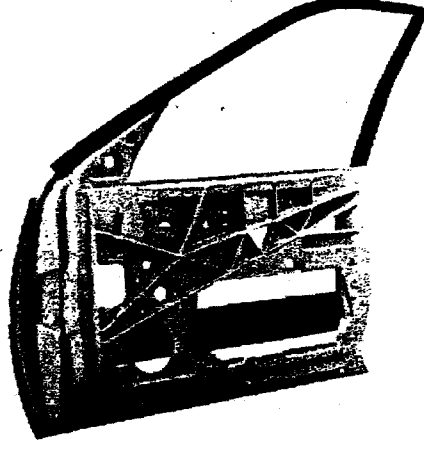
Düşük maliyet yüksek performans kriterlerinin Magnezyum alaşımları için kullanılabilir olması yukarıda belirtilen özellikler yanında şu özelliklerinde sağlanması gerekli kılmalıdır. Bunlar:

- Kapalı kalıp üretim için kalıp maliyetlerinin azaltılması.
- Magnezyum alaşımları ile üretilebilecek döküm alaşımlarda dökülebilirliğin iyileştirilmesi.
- İşçilik maliyetlerinin düşürülmesi (Albright, 1998).

Mercedes firması SL modellerinin koltuklarında Magnezyum alaşımı kullanmaktadır. Özellikle basınçlı döküm tekniği ile ince cidarlı Mg yapılar elde etmeye çalışmaktadır. Şu an 3mm cidar kalınlığında parça üretilmektedir. Mg kullanımının gösterge panosu, kapı kilitleri, vb. kullanımının yaygınlaştırılması düşünülmektedir. Mg depo kapağı, çeliğe göre % 60 daha hafif ve aynı dayanıma sahiptir.

Magnezyum dökümden sonra bitirme istenmediği gibi kolayca boyanabilmektedir. Mercedes firması Magnezyumun otomobillerde % 15-25 değerinde ağırlık düşüşü olacağını değerlendirmektedir. C sınıfı modellerde 200kg hafiflik sağlandığı 0,6-1,2 lt / 100km yakıt tasarrufu sağlayabileceği belirtilmektedir.

Otomobil toplam ağırlığını azaltmak için kapı iskeletlerinin hafifletilesi çalışmaları sürdürülmektedir. Kokil magnezyum döküm ve alüminyum profillerin kombinasyonu şeklinde gelişen kapı iskeletleri Şekil 4.18 'de verilmiştir.



Şekil 4.18 Magnezyum kapı iskeleti (Ahlatcı, 1996)

Bu malzeme şu an kullanılan çelik kapı dizaynının sağladığı yan darbelere karşı koruma, sağlamlık, imalat kolaylığı gibi özellikler yanında % 40 daha hafiftir. Ayrıca maliyetin 15\$/kapı (1993) daha ucuza imal edilebilmektedir.

Kapı iskeleti, dış panel, iç panel üst iskelet, menteşe takviyeleri, kilit takviyeleri, bel takviyeleri, cam çerçevesi mesnetlerinden oluşur. Dış panel cam çerçevesi dışında ki tüm parçalar magnezyum kokil döküm olarak elde edilir. Dış panel ve cam çerçevesi olarak elde edilir. Dış panel ve cam çerçevesi için alüminyum profil kullanılır. İç panellerde Magnezyum kokil döküm kullanılması dizayn esnekliği ve rijitlik sağlar (Ahlatcı, 1996).

Kullanılacak magnezyum alaşımının seçimi için en önemli parametre döküm kabiliyetidir ayrıca sağlamlık (rijitlik) ve işleme kabiliyetlde önemlidir. Magnezyum kokil döküm için kullanılan alaşım M20dir. Bu malzemelerin mekanik özellikleri:

- Çekme mukavemeti 185Mpa
- Gerilme mukavemeti 90Mpa
- Özgöl ağırlık $1,76\text{g/cm}^3$
- % Uzama > % 12
- Elastiklik modülü 45Gpa

Çizelge 4.6 Magnezyum otomotiv sektöründe uygulamaları (Özelitez, 2002)

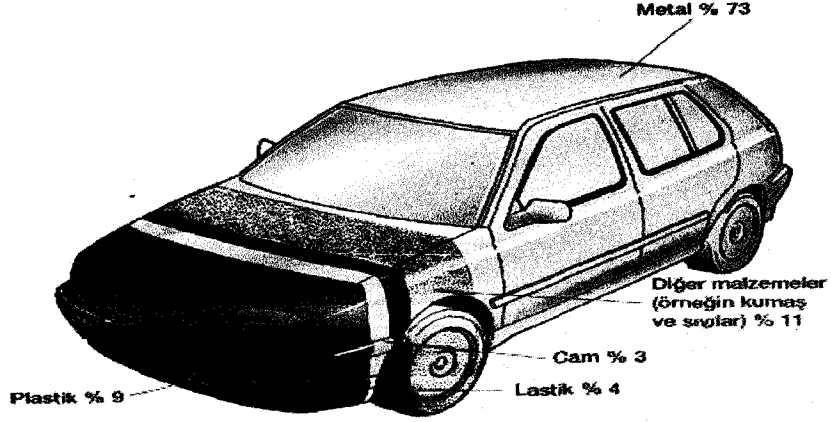
Mg Parça	Kullanma Nedeni
Rotor diski	A-B
Piston Sekman Çentiği	A-B
Vites	A-B
Vites dişlisi	A-B
Diferansiyal dişli yatağı	A-B
Bağlantı Çubuğu	A-C
Vites çatalı	A-B
Karbüratör	A-C

A:Kaplama B:Ağırlık C:Rijitlik

4.4 Plastik Malzemeler

1970 li yıllardan sonra oluşan yakıt ekonomisi ve çevresel baskılar sonucu otomotiv endüstrisinde yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve üretilen araçlarda kullanılması aslında araç ağırlığının azaltılmasını (dolayısıyla yakıt tüketiminin azaltılmasını), çevre koşullarından etkilenmeyen, çevreyle uyumlu yeni malzemelerin tanıtılmasını ve otomotiv endüstrisinde kullanılmasını hedeflemektedir.

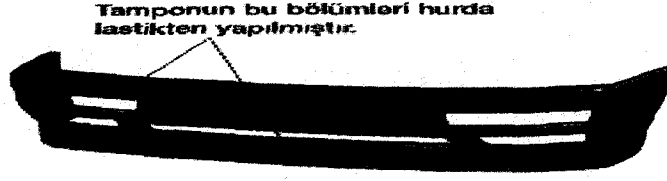
Bir aracı oluşturan malzemeler sınıflandırıldığında %73 metal, % 9 plastik, % 4 lastik, %3 cam ve % 11 diğer malzemeler olduğu görülmektedir. Şekil 4.19'da araç üzerinde kullanılan malzemelerin dağılımı görülmektedir (Davies, 1998; Gifford, 2002).



Şekil 4.19 Araç üzerinde kullanılan malzemeler (Gifford, 2002)

Otomotiv endüstrisinde plastik malzemelerin kullanımı üç temel unsurdan kaynaklanmaktadır. Bunların en başta geleni yukarıda açıklanan ağırlık azaltılması olmakla birlikte en az onun kadar önemli olan diğer bir unsurda araç parçalarının dökümü, stili ve aerodinamiğinde kazanılan esnekliktir. Plastik parçaların kolay Şekillenmesi ve karmaşık geometriye sahip çok sayıda araç parçalarının tek parçalı plastikten yapılabilmesi (örneğin tampon vb.) araç dizayn mühendislerini plastik malzemeleri kullanmaya yöneltmektedir. Plastik malzeme kullanımının üçüncü nedeni de çevreye karşı (özellikle korozyon) dayanımının yüksek olmasıdır. Araç üreticileri yeni modelleri tanıttıkça kullanılan plastik miktarında giderek artma olduğu gözlenmektedir. Bu artış “Kalite, prodüktivite ve ekonomi” nin kolaylıkla sağlanabilmesinden kaynaklanmaktadır. Plastiklerin belirlenen bu özellikleri yanında yüksek sıcaklık ve darbe dayanımı, esneklik ve sertlik, daha iyi boyanabilirlik, dizayn ve proses parametrelerine daha az bağıllık gibi parametreler üzerinde çalışılan özelliklerdir (Bakkalloğlu, 2000).

1994 yılından sonra araç üzerinde ana panel uygulamalarının % 13 ünde çeliğin yerini plastik esaslı malzemeler almıştır. Özellikle tavan, kaporta, kapı iç döşemeleri, gövde panelleri ve tamponlar plastiklerin kullanıldığı araç parçalarıdır. Şekil 4.20’de plastik malzemedan imal edilmiş tek parçalı tampon görülmektedir (Özelitez, 2002).



Şekil 4.20 Tek parçalı plastik tampon (Gifford, 2002)

Plastik gövde panelleri birinci sınıf yüzey finisajı ile başarıyla üretilebilmektedir. Buna rağmen plastik kullanımını sınırlayan faktör plastik panellerin çelik bir çerçeveye yapıştırılması esnasında termal genişlemede büyük farklılıklar göstermesidir.

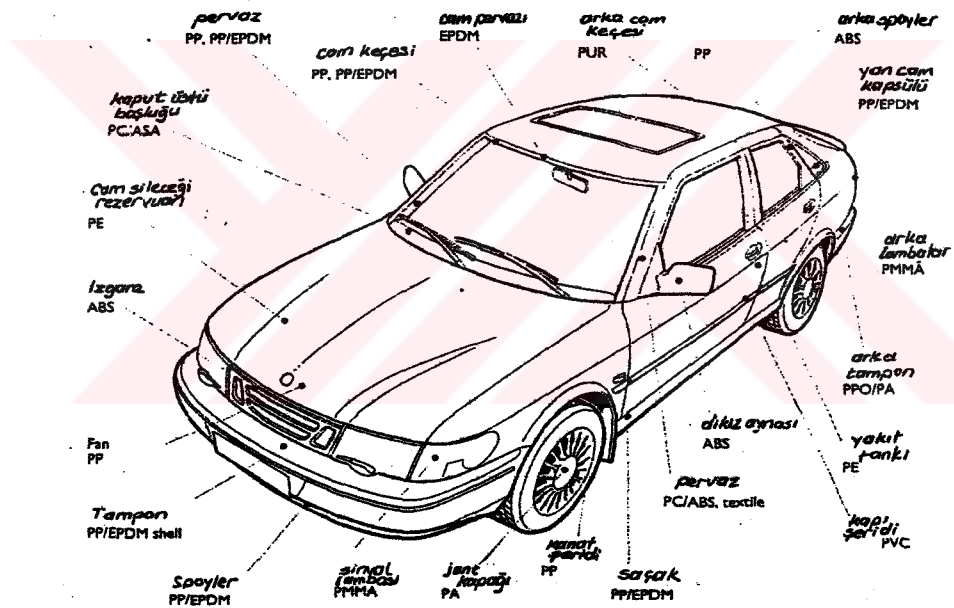
Plastik araç parçalarının çoğu SMC ve RIM prosesleri ile üretilebilmektedir. SMC yönteminde parçalanmış cam takviyeli ve kalsiyum karbonat benzeri dolgularla modifiye edilmiş termoset veya termoplastik kompozitler olarak kullanılır. Yekpare bir kaportayı oluşturmak için parçalar yapıştırma ile birleştirilebilmektedir. Üretilen parçalar yüksek rijitlik özelliği sergiler, % 28 cam takviyesi ile SMC'nin dönüştürme faktörü 11 Gpa civarındadır. Bu rijitlik kaporta gibi yan panellerin taşınma sırasında bükülmesine sebep olan burulma dayanımı ve araç üzerindeki rüzgar yükü altında korunmasını sağlamaya yeterlidir.

RIM prosesinde ise polydicylontadine malzeme çok rijit, yapısal olarak mükemmel bir parça oluşturmak amacıyla önceden hazırlanan cam mat etrafına dökülmesi suretiyle üretilir.

Araç üzerindeki plastik parça uygulamasına örnek; dört – beş parçalı çelik malzemeden imal edilen, plastik kullanılarak tek parça üretilebilen plastik tamponlar verilebilir. Otomobil üreticileri plastik tamponlarda kolayca değişiklik yaparak araç dizaynını kolayca ve ekonomik olarak değiştirebilmektedir. (gifford) Bir çok silindir kapağı ve emme manifoldu günümüz taşıtlarında dökme alüminyumdan yapılmaktadır. Bu malzeme hafif olmasına rağmen gelecekte plastik emme manifoldu kullanımını fazlaca görebiliriz. Plastik, parçanın hafiflemesi yanında çok sayıda maddenin birleştirilmesine izin vermesi ile de tasarım rahatlığı ve geliştirilmiş motor performansı sağlar. Bu daha pürüzsüz iç yolluk duvarlarının daha iyi hava akışı sağlamaları ile mümkün olur. Emme manifoldunu plastik olarak kullanan firmalar, 1995 Cadillac Nortstar modeli V8 motorunun emme manifoldu magnezyum yerine naylon dan yapılmış, % 37lik ağırlık tasarrufu

sağlamıştır. 3,6 kg ağırlığında tek parça olarak enjeksiyon döküm yöntemiyle imal edilmiştir. Ford motor firmasının ürettiği ZETEK motor emme manifoldu da plastik malzemedен imal edilmiştir. (Davies, 1998)

Plastik esaslı macrolom adlı plastik madde Bayern firması tarafından geliştirilmiş, otomobil far camı üreten Hella firması da bu maddeyi otomobil farı üretiminde kullanmıştır. Bu malzeme 1 kg ağırlık tasarrufu yanında daha kolay Şekil alma, kolay üretim ve ucuz maliyeti ayrıca kazalarda daha fazla güvenlik gibi arzu edilen üstünlükleri mevcuttur. Mercedes E serisi, Opel Omega ve BMW 5 serisi otomobillerde bu tür far kullanılmaktadır. Şekil 4.21 de otomobilde kullanılan plastik parçalar ve türleri verilmiştir (Ahlatcı, 1996).



ABS	: acrylonitrile butadiene-styrene plastic	PE	: ethylene plastic
ASA	: acrylonitrile styrene-acrylate plastic	PMMA	: acrylic plastic
EPDM	: ethylene-propylene rubber	POM	: acetal plastic
PA	: polyamide plastic	PPO	: propylene plastic
PC	: polycarbonate plastic	PP	: propylene plastic
PUR	: urethane plastic	PVC	: polyvinyl chloride

Şekil 4.21 Plastikten imal edilen parçaların araç üzerinde kullanımı (Ahlatcı, 1996)

4.5 Toz Metalurjisi(T/M)

Toz metalurjisi alanında ki gelişmeler yavaş yavaş otomotiv sanayiine de girmiştir. Enerji tüketiminin azaltılabilmesi amacıyla yapılan çalışmalarda yakıt ve yanma şartlarının iyileştirilmesi yanında kullanılan parçaların da daha hafif olmaya zorlamaktadır. T/M ile üretilen parçaların Şekillendirilebilmesi, talaşlı Şekillendirmeye gerek kullanılan hammadde miktarı ve gerekse imalat süresi olarak mukayese edildiğinde daha avantajlı olduğu görülmektedir.

Otomotiv sektöründe toz metalurjisi nin ekonomik olabilmesi için kalıp maliyetinin yüksek olması nedeniyle üretim sayıları 100000 adet mertebelerinde olması gerekmektedir. Firma ve modele göre araç başına kullanılan sinter parça miktarı çok değişken almasına rağmen 1990 yılında Amerikan arabalarında 25 kg toz metalurjisi ürünü kullanılmıştır. Yüksek yoğunluklu sinterlenmiş demir tozlarından üretilmiş parçaların başında 1976 yılından beri GM (General Motors) araçlarında kullanılan yağ pompa dişlileri ve debriyaj baskı plakaları bulunmaktadır. Genellikle Gri Dökme Demir yerine sıcak preslenmiş toz metalurjisi parçaları yeğlenmektedir. Bu parçaların arasında en önemlileri dişli kutuları ve rotor bağlama çatalıdır (Tekin, 1985; Akıncı, 1997).

Araç üreticileri arasında T/M parçalarının kullanımı değiştiğinden otomobil üzerinde bu tür parçaların ağırlık ve sayısı değişken olmakla birlikte 100 adet civarında parça araçlarda kullanılmaktadır. Otomobillerde T/M nin kullanıldığı alanlar sırasıyla otomatik vites kutuları ve parçaları, direksiyon sistemi ve dişlileri, şasi parçaları şeklindedir. Bunları amortisör pistonları, frenler, ateşleme sistemleri ve motor parçaları izler.

T/M nin otomotiv sektöründe en modern ve son uygulamalarından biri kompozit eksantrik mil imalatıdır. Eksantrik mil, orta karbonlu şafttan, toz metal preslenmiş ve sinterlenmiş kamlar ve sıcak dövülmüş çelik muylu yataklarından oluşmaktadır. T/M kamlar aşınma dayanımı yüksek olan yüksek kromlu malzemeden yapılmıştır. Kam için kullanılan alaşım $7,6 \text{ gr / cm}^3$ yoğunlukta sinterlenmiş ve 550 HV sertliğindedir. Yapı 1100 °C de sinterlendikten sonra beynit- martenzit matris içerisinde dağılmış ince krom-molibden karbürler içerir (Bakkalloğlu, 2000).

Japon otomotiv sanayii geliştirdikleri motorlarda bağlantı rotlarının ağırlığını azaltmak amacıyla çelik tozların preslenmesiyle elde edilmiş ve araçlarda kullanılmaya başlanmışlardır (Davies, 1998).

4.6 Kompozitler

Otomotiv sektörünün gelişimini etkileyen en önemli unsur şüphesiz ki üretilen araçların çalıştırılmasında kullanılan yakıt ve yakıtın temel kaynağı petrol olmuştur. 1970'li yıllarda sürekli artan petrol fiyatları ve 1974 yılında görülen enerji krizi üreticileri ve devlet yetkilileri yakıt tüketimini azaltılması amacıyla çalışmalar yapmışlardır.

Birleşmiş ortalama yakıt ekonomisi (CAFE) önemli bağlayıcı kararlar almışlardır. Bu kararların en büyük etkisi yakıt tüketiminin azaltılması olduğundan otomotiv üreticileri araç toplam ağırlığını azaltma çalışmalarını hızlandırmışlardır. Çelik sektöründe ki gelişme CAFE ihtiyaçlarını karşılamaya yetmeyeceğinden çeliğin yerini alacak mekanik özelliklere en az onun kadar olan dayanım da kuvvetli ağırlıkça hafif malzemelerin kullanılması gündeme gelmiştir. Bu malzemeler, alüminyum başta olmak üzere kompozit ve plastik esaslı malzemelerdir (Cran, 1996).

4.6.1 Kompozitin Tanımı

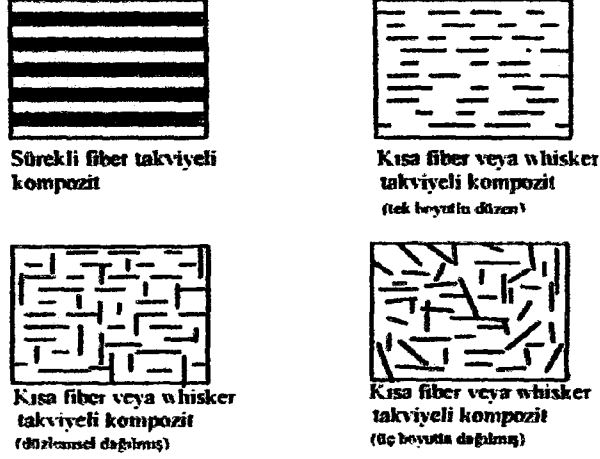
Kompozit malzemeler insan tarafından üretilmiş, farklı bileşenlerle beraber kimyasala olarak birbirinden farklı en az iki malzemenin kimyasal olarak birbirinden farklı en az iki malzemenin kombinasyonundan ve üç boyutta birleşmesi ile oluşmuştur. Matris ana bileşendir ve destek malzemeleri sararak kompozitin hacim bileşeni olur.

Matrisin esas fonksiyonu fiber partikül gibi yapı bileşenlerinin kendi bünyesinde dağılmasını sağlamak bu bileşenler arasında bağlayıcı bir faz etkisi göstermek süreksiz fiber kompozitler de olduğu gibi malzemeye gelen gerilimleri kuvvetlendirici faza iletmek ve kompozit malzemenin uygun tekniklerle Şekillendirilmesini sağlamaktır. Ayrıca matriksin fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerini kompozit özelliklerini belirli ölçüde etkiler (Aktuğ, 2000).

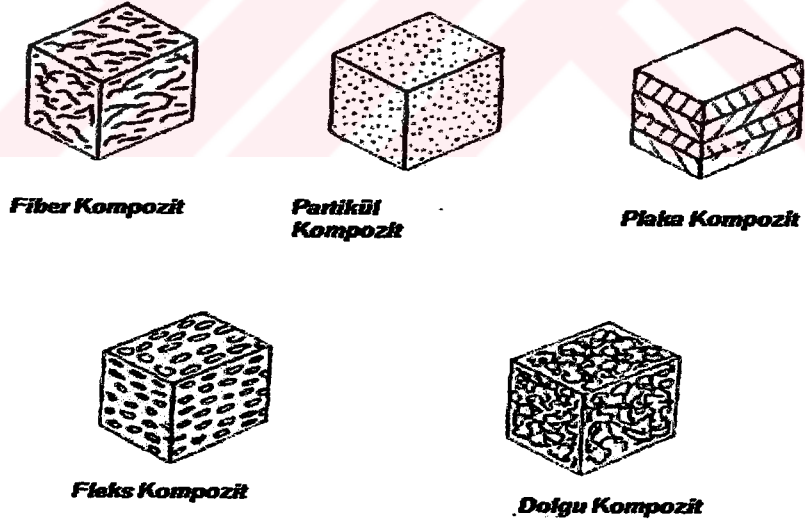
4.6.2 Kompozitlerin Sınıflandırılması

Kompozitler fiber, partikül, laminar, tabakalı ve doldurulmuş kompozitler adı altında beş sınıfta toplanabilir. Şekil 4.22'de destek malzemelerine göre kompozitlerin sınıflandırılması şematik olarak gösterilmiştir. Şekli 4.23 'de ise dolgu malzemelerine göre şematik görünümü mevcuttur.

Kompozit malzemeler kullanılan matriks malzemesine göre üç sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar polimer, seramik ve metal matrisli kompozitlerdir (Doğan, 2002).



Şekil 4.22 Destek malzemelerine göre kompozitler



Şekil 4.23 Destek malzemelerinin şematik görünümü (Doğan, 2002)

4.6.2.1 Polimer Matrisli Kompozitler

Polimerler, metal ve seramiklere göre daha fazla komplekstirler. Matriks olarak kullanılan ucuz ve kolaylıkla çalışabilir malzemelerdir. Düşük kullanım sıcaklığına sahiptirler. Termoset ve termoplastik olarak iki gruba ayrılırken sürekli fiberlerle takviye edilen polyester ve epoksi reçine matrisli kompozitler en önemlileridir. Neme ve sıcaklığa duyarlı olan bu kompozitlerin bilinen ve üretilen metotlarından bazıları elle sıvama tel sürme kese kalıplama ve enjeksiyon kalıplamadır. Takviye olarak kullanılan malzemelerden bazıları ise cam fiber, kevlar fiber, borfiber ve karbon fiberdir.

4.6.2.2 Seramik Matrisli Kompozitler

Seramik malzemeler çok sert ve kırılgan olmakla birlikte yüksek sıcaklıkta bile yüksek elastik özellik gösterirler. Düşük yoğunluklu termal şok direnç ve tokluk özellikleri sergiler. Seramik fiber ile takviye edilen seramik kompozit monolitik seramiklere göre 20 kat daha yüksek mukavemet ve tokluk sergiler.

Seramik matrisli kompozitler iki aşamada üretilirler; birincisi takviye malzemelerinin matris içinde verilmesi ikincisi de matrisin yoğunlaştırılmasıdır. Üretim metotları ise vizkoz infiltrasyon, toz metalurjisi içinde ki tüm metotlar, kimyasal reaksiyon, sol-jeldir (Doğan, 2002).

4.6.2.3 Metal Matrisli Kompozitler

Metal matrisli kompozitler (MMK) metalin bir seramik, karbon veya metalik katkı ile sistematik karışımından elde edilen malzemelerdir. Metal matrisli kompozitler sürekli veya süreksiz fiberler içerirler ve monolitik malzemelerde elde edilmeyen üstün özellikler sergilerler. Malzemeye bağlı olarak bu üstün özellikler, yüksek elastik modülü, yüksek dayanım, rijitlik, sönümlleme (rezonans), İşlenebilirlik, yüksek aşınma dayanımı ve düşük ısı genleşme katsayısıdır. Bu özellik otomotiv endüstrisinde maliyetin azaltılarak araç performansını iyileştirmek için iyi bir fırsat sunmaktadır.

Metal matrisli kompozitler sürekli ve süreksiz takviyeli olarak sınıflandırılırlar. Matriks malzemeleri Al, Mg, Cu, Ti, aluminides ve süper alaşımlara bağlı olarak isimlendirilir. En geniş uygulama alanı alüminyum matrisli kompozitler de olmuştur. Son yıllarda metal matrisli

kompozitler de geliştirilmesi için yapılan çalışmaların asıl amacı yüksek mukavemetli ve yüksek rijitlikte malzemelerin üretim maliyetini daha düşük monolitik malzemeler ile rekabet edecek düzeye getirmek için matris malzemesi olarak hafif metaller (Mg, Al) mühendislik uygulamaların da ağırlık azaltılması sağlayacağından dolayı tercih edilmektedir (Fletcher, 1994).

Kompozit malzemelerde metal matrislerin kullanılmasının sağladığı üstünlükler şu Şekildedir.

- Yüksek mukavemet ve elastik modül
- Yüksek tokluk ve darbe direnci
- Sıcaklık değişimleri veya ısı şoklarına karşı düşük duyarlılık
- Yüksek yüzey dayanımı ve yüzey hatalarına karşı düşük duyarlılık.
- Yüksek elektriksel ve ısı iletkenlik.
- Değişik tekniklerle Şekil alma ve işlenebilme özellikleridir (Deniz, 1995).

Metal matrisli kompozitlerin kullanılmasının başlıca faydalarına bakılırsa;

- Yakıt verimliliği
- Ağırlık azaltılması
- Hacim kazanımı
- Emisyonda azalma
- Performansın ve gücün geliştirilmesi
- Titreşimin azaltılması
- Bakım ve onarım masraflarının azaltılması
- Kullanım ömrünün uzun olması olur.

Bu özelliklerinden dolayı metal matrisli kompozitler otomotiv endüstrisinde çok geniş uygulama imkanı bulmuştur. Çizelge 4.7 'de otomotiv endüstrisinde potansiyel olarak kullanılan metal matrisli araç parçaları ve özellikleri verilmiştir (Ersin, 1997).

Çizelge 4.7 Metal matrisli kompozitlerin otomotiv sektöründe kullanım alanları (Özelitez, 2002)

SİSTEM	PARÇA	TAKVİYE ELEMANI	TAKVİYE BİÇİMİ	MATRİS	ÜRETİM	KULLANIM AMACI
Motor	Piston	Al_2O_3 $NiAl_3$	Çubuk Whisker	6061	Pres döküm, sıkıştırılmalı döküm	Yorulma, sürünme, aşınma dayanımı
	Piston	SiC_{10-30p} TiC_{20p}	Çubuk Whisker	5xxxx 6061 7xxxx	Basınçlı infiltrasyon, Toz met.	
	Biyel	SiC_{15p}	Çubuk	2080 2014	Sıkıştırılmalı döküm, toz met.	Hafiflik, yorulma dayanımı
	Biyel	Al_2O_3 %50 TiC	Çubuk	6061	Sıkıştırılmalı döküm	
	Silindir Kafası	Al_2O_3 %50	Kısa fiberli	6061	Sıkıştırılmalı döküm	Yüksek sıcaklık, aşınma day.
	Silindir Gömleği	SiC %20p Al_2O_3 %30 Karbon	Kısa Fiberli Çubuk	6061	Sıkıştırılmalı döküm	Rijitlik, yorulma day.
	Piston Pimi	SiC %20p Al_2O_3 %50	Kısa Fiberli Çubuk	6061	Sıkıştırılmalı döküm	Rijitlik, yorulma day.
Aktarma	Debriyaj hareket organı	Al_2O_3 %50	Kısa Fiber	Al Bazlı	Sıkıştırılmalı döküm	Rijitlik, yorulma day
Frenler	Fren diski ve kampanası	Al_2O_3 %50 SiC	Sürekli Fiber	6061	Sıkıştırılmalı döküm	Yüksek sic. Ve aşınma day.
	Rotor ve kaliper	SiC %20p	Çubuk	Al Bazlı	Sıkıştırılmalı döküm	Aşınma, sürünme day.
Jantlar	Jantlar	Al_2O_3 %50 SiC	Çubuk	Al Bazlı	Sıkıştırılmalı döküm	Rijitlik, mukavemet

Son yıllarda üzerinde yoğun olarak çalışılan alüminyum matrisli kompozitler Al/Cr, Al/SiC, Al/TiC ve Al/Al₂O₃ tir. Sürekli ve süreksiz fiber ile takviye yapılabilir. Maliyeti çok yüksek sürekli fiber yerine düşük performans maliyet oranı veren süreksiz fiber takviyeli kompozitler otomotiv sektöründe daha çok uygulama alanı bulmuştur. Ayrıca pahalı olmayan ve ergiyik metal yöntemi ile kompozitleri üretim ve kullanımı da yaygınlaşmaktadır. %20 den fazla fiber hacim oranına sahip kompozitin dökümü zordur, buna rağmen birçok otomobil parçası sıvı ergiyik yöntemi ile güvenli bir şekilde üretilmektedir. Eriyik metal alüminyum kompozit üzerine duralcan ABD, Norskl Hydro, lanxide ve comako firmaları çalışmaktadır. Bu çalışmalar neticesinde %50 fiber hacim oranına sahip metal matrisli kompozitler üretilmiştir. Diğer üretim yöntemleri basınçlı infiltrasyon, toz metalurjisi (T/M), karıştırma metotlarıdır (Fletcher, 1994).

4.6.2.3.1 Metal Matrisli Kompozitlerin Otomotiv Endüstrisinde Potansiyel Uygulamaları.

Metal matrisli kompozitlerin üstün özellikleri otomotiv mühendislerini bu malzemeleri kullanmak için yeni uygulama alanları bulmaya yönelmiştir. Bazı uygulamalar aşağıda verilmiştir. Diğer başlıca uygulamalar ise fren aksam ve parçaları, pompa gövdeleri dişliler, valfler, destek parçaları, kasnaklar, elektronik paket kutuları, turboşarj ve süspansiyon parçalarıdır (Allison ve Cole, 1993).

4.6.2.3.1.1 Aktarma şaftı (Kardan Mili)

Kamyon ve büyük araçlarda uygulama aktarma şaftlı MMK'lar önemli bir uygulama alanıdır. Normalde çelik malzemeden imal edilen şaft yerine Al-MMK kullanımının avantajı düşük ağırlığından kaynaklanır.

Formülde görüldüğü gibi kritik devir sayısı (Nc) 'yi etkileyen en önemli özellik (E/δ) oranı ile L ve R değerleridir.

$$N_c = \frac{15\pi}{L^2} \sqrt{\left(\frac{E}{\delta}\right) g(R_o + R_i)^2} \quad (4.2)$$

Nc:Kritik devir sayısı

L:Şaft boyu

Ro:Dış çap

Ri:İç çap

E:Elastik modül

g:Yerçekimi ivmesi

δ : Yoğunluk

Düşük elastik modüle sahip çelik malzemelerden imal edilen şaft yüksek hızda dönmesi ile oluşan titreşim oluşturmaları uzun tek parça şaft yerine bağlantı parçaları ile birleştirilen, yerine bağlantı sayısının artması ağırlığı ve titreşimi artıp kritik devir sayısını sınırlar ve aktarma şaftının eğilmesini engeller (Schwartz, 1992).

Partikül takviyeli alüminyum kompozit. aktarma şaftları yüksek elastik modülü sayesinde aktarma şaftının boyu arttırılabilmektedir Al MMK'le şaft boyu %8'e kadar büyüme yada şaft çapı küçülterek ağırlık azaltılması sağlanır. Kompozit aktarma şaftlarında bir başka olanak General Motor Firmasının alüminyum tüp üzerine ve vinil ester reçine arasına tabaka şeklinde katılması ile üretilen şaft malzeme çelik şafta göre 9 kg bir ağırlık tasarrufu sağlamsı yanında daha düşük titreşim de çalışma imkanı vermektedir.

4.6.2.3.1.2 Fren Diskleri

Fren diskleri ve kampanaların alüminyum MMK malzemedan imal edilmesi ağırlığında %45-55 azalmayı sağlar. Bu dökme demirden imal edilen 5,4kg lık diskin kompozit malzemedan yapılması halinde 2,5kg değerinde düşmesi demektir. Ağırlık azalması yanında MMK fren diskleri atalet kuvvetini azaltmakta ve yakıt tüketimin düşürmektedir. Hafif olan disk ivmeyi arttırarak frenleme azaltırken ses seviyesini düşürür. Ayrıca aşınmayı en aza indirmektedir. Bu sonuçlar 50.000 km lik fren dinamometresi ile test sonucu elde edilmiştir (Allison ve Cole, 1993).

Fren disklerinin fonksiyonunu etkileyen önemli bir faktörde ısı difüzyondur, %30 hacimli (Al-Si-Mg/SiC9 kompozit fren diskli $156 \text{ mm}^{-1}\text{K}^{-1}$ termal iletkenliğe sahiptir. Bu dökme demire göre 3-4 kat fazladır ve diskin çalışma sıcaklığının düşük tutulmasını sağlayan daha iyi bir ısı transferi olması sonucunu doğurmaktadır (Badini vd., 2000).

4.6.2.3.1.3 Motor Bloğu ve Silindir Gömleği

Otomotiv imalatçılarının araç ağırlığı azaltmak için dökme demir motor bloğu yerine Alüminyum malzemeden blok teknoloji üzerine çalışmaktadırlar. Yaklaşık ağırlıktan 15-35 kg kazanç düşünmektedir. Yüksek silis oranlı alüminyum alaşımları (A319 ve A356) motor bloğu üretiminde kullanılmaktadır. Bu alaşımlar silindir bölgesinde ki yüksek sıcaklığa dayanmamakta ve aşınma dirençleri de düşüktür. Süreksiz takviyeli alüminyum MMK kullanımı 3-4,5 kg ağırlık kazancı ayrıca motorun çalışma verimini ısı iletkenliği artırmakta, boyut sabitliği ve rijitliğini daha olması sonucu sürtünmesini de azaltmaktadır (Rohatgi, 1991).

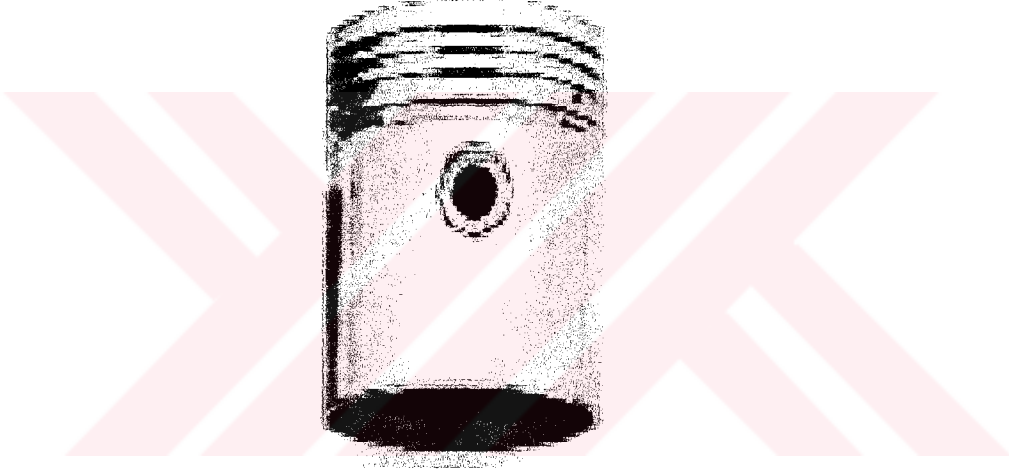
Silindir bölgesi yüksek sıcaklığa ve yanmış gazlara maruz kaldığından (200    C) burada aşınma yorulma sürünme gibi özellikler önem kazanır. Honda Prelude modelinde 2,3 litrelik motor bloğu basınçlı infiltrasyon yöntemi ile Al MMK dan imal edilmiştir. Ve halen kullanılmaktadır. şekil 4.24 2080/SiC/15P Kompozitten imal edilen biyel kolu görülmektedir.



şekil 4.24 2080/SiC/15P Kompozitten imal edilen biyel kolu (Rohatgi, 1991)

4.6.2.3.1.4 Biyel Kolu ve Pistonlar

Biyel kolu ve pistonun MMK dan imal edilmesinin avantajı ağırlık azaltılması yanında ekonomik yakıt tüketimidir. Dört silindirli motorlarda özellikle 2 litre üzerinde hacime çıkıldığında biyel piston karşıt kütleleri dengesiz ve sakıncalı ikincil silkme kuvvetleri doğar. Hafif biyel pistonun kullanımı bu ikincil kuvvetleri azaltır. Bu özellik motor performansını artırır ve yakıt tüketimi azaltır. Al -MMK kullanımı sağladığı diğer özellikler ısı genleşme katsayısı elastik modülü ve aşınma direncidir. Ticari uygulama örneği olarak Toyota motor co. Tarafından üretilen dizel motor pistonları verebilir. Şekil 4.25 %10-20 Al_2O_3 veya $NiAl_3$ takviyeli kompozit piston görülmektedir (Schwartz, 1992).



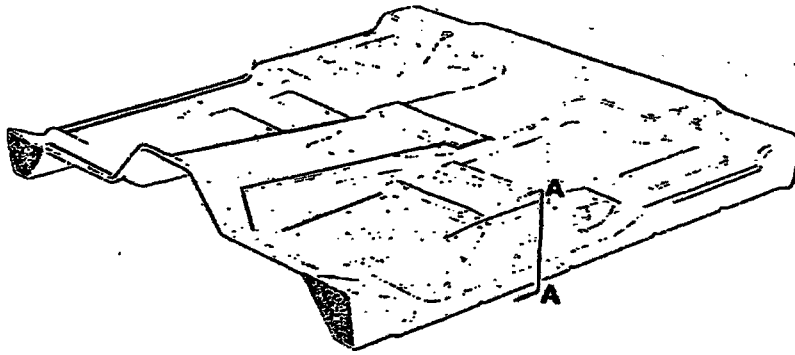
Şekil 4.25 %10-20 Al_2O_3 veya $NiAl_3$ takviyeli kompozit piston (Rohatgi, 1991)

4.6.2.1.1 Plastik Matrisli Kompozitlerin Otomotiv Sektöründe Potansiyel Uygulamaları

Otomotiv endüstrisinde plastik esaslı malzeme kullanımı ağırlık azalması ile yakıt ekonomisi (CAFE) değerlerinde artış, parçaların kolaylıkla Şekillenebilmesi ve aerodinamik yapıda kazanılan tasarım kolaylığı neticesinde aracın maruz kaldığı hava direnci katsayısının düşünülerek yakıt tasarrufunu, ayrıca çevresel etkenlere özellikle korozyon direncine karşı dayanım gibi kriterlere bağlıdır. Bu kriterler yanında gelişmiş plastiklerin özelliklerinin iyileştirilmesi çalışmalarında yüksek sıcaklık ve darbe dayanımı esneklik ve sertlik daha az bağıllık dizayn ve proses parametreleri incelenmektedir (Bakkalloğlu, 2000).

Kompozit plastiklerinin yüksek özgül modül (elastik modül/yoğunluk). Otomotiv sektöründe arzu edilen özelliklerdir. Dayanç ve ağırlık oranının büyük olması malzemelerin kullanımı cazip hale getirmektedir. Yüksek nitelikli kompozitler içinde özellikle cam elyaf takviyeli plastikler (GFRP) otomotiv uygulamaları için önemli bir malzemedir. Bu malzeme mekanik özellikleri zayıf olan plastik malzemelerin cam elyafı ile takviye edilmesi ile geliştirilen bir kompozit malzemedir. GFRP malzemelerden üretilen parçaların mekanik dayancı bir çok plastikten hatta birim ağırlığa karşı gelen dayancı bile daha yüksektir. GFRP'ler darbe ve korozyon dayancı da yüksektir. Bu kompozitler ısı ve basınçsız Şekil alabilir. Bu özellikleri sayesinde GFRP geleneksel plastiklerle üretilmesi mümkün olmayan Şekil ve büyüklükte ki imalatlar için uygun bir malzemedir. GFRP üretimi termoplastik ve termal reçine ile yapılabilmektedir. Ek olarak Çizelge 4.8 90'lı yıllarda otomotiv sektöründe kullanılan malzemelerin fiyat ve kullanım yüzdeleri verilmiştir.

Plastik matrisli kompozitler reçine matrise (RTM) sürekli ve süreksiz cam fiberle güçlendirilmiş halde hafif yük ve otomobillerde sıkça kullanılır. Örneğin iç ve dış panellerde vb. gibi En yaygın kullanım yeri karoseridir. Karoseri için kaza anında darbelere karşı dayanım çok önemlidir. Plastik matrisli kompozitlerin genleşmesi bu malzemelerin uygulanmasında ki en büyük engeldir. Ancak bu malzemeler uygun bir Şekilde kullanıldığında darbeye dayanımı en az metaller kadar olduğu yapılan deneyler tarafından tespit edilmiştir. Şekil 4.26 plastik kompozitlerin karoseri alt paneli görülmektedir. Kompozit karoserilere en iyi örnek General motorun Corvette modelidir. süreksiz cam takviyeli plastikler polyster reçine takviyeli levha dökümü yapılmıştır.



Şekil 4.26 Plastik kompozitlerin karoseri alt paneli (Özelitez, 2002)

Çizelge 4.8 90'lı yıllarda otomotiv malzemelerinin fiyat ve kullanım yüzdeleri (Davies, 1998)

Malzeme	Fiyat (£)	Araçtaki Malzeme Yüzdesi (%)
Çelik	1682,5	53,5
Dökme Demir	454	14,5
Plastik ve kompozit	229	7,3
Sıvı ve yağlayıcı	182	5,8
Alüminyum	158,5	5
Lastik-Kauçuk	136,5	4,3
Cam	86,5	2,8
Diğer Malzemeler	93,5	2,7
Bakır	48,5	1,5
Paslanmaz Çelik	34	1,1
Toz Metal Parçalar	24	0,8
Çinko Kalıp Döküm	4,5	0,1
Toplam	3142	100

5.GTD MODEL 4X4 ARAÇLARDA KULLANILAN MALZEMELERE AİT UYGULAMA ÇALIŞMALARI

5.1 GTD Model 4X4 Araçların Teknik Özellikleri

Askeri fabrikada üretilen 4X4 GTD model idari hizmet aracının incelenmesi, üretilen parçaların malzeme özellikleri ve imalat yöntemleri de dikkate alarak tespit edilmesini ve parçaların fonksiyonel özelliğini muhafaza etmek koşulu ile araç ağırlığının azaltılması hedeflenmiştir. İmalat, montaj ve kalite kontrol testlerini de fabrikada yapılan 4X4 GTD idari hizmet aracının teknik özellikleri aşağıdaki şekildedir;

Motor : Dizel Ford motoru (FSD-425T), 2500cc turbo diesel

Aktarma Organı : Tip MT-75, 5ileri, 1 geri

Transfer (2 hızlı) : düşük hız 4L, yüksek hız 2H, yüksek hız 4H

Debriyaj : kuru tip, Diferansiyel GT-D, diferansiyel oranı ön-arka = 5.375:1 (43/8)

Jant : 5,5x16, Lastik : 750x16, Direksiyon sistemi : Hidrolik, Elektrik sistemi : 24 volt 60Ah

Fren sistemi : Ön servo takviyeli disk fren, arka servo takviyeli kampana

Performans ;

Personel kapasitesi 8, Maksimum taşıma kapasitesi 1000 kg, Boş ağırlık: 2020 kg

Maksimum hız: 130km/h, Dönme yarıçapı: 5800 mm, Sudan gelme yüksekliği: 600 mm

Yakıt tüketimi: (90km/h) 12, 14lt/100 km, Yakıt tankı/menzil 82lt/650 km

Şasi üzerine takılan braketler ve aktarma organlarında küresel grafitli dökme demir kullanılmıştır. Dökme demire ait mekanik özellikler bölüm 5.2 A gurubu olarak verilmiştir. Kimyasal kompozisyonu; C: 3.70, Si: 2.70, Mn: 0.20, ve Mg: 0.05 şeklindedir. Yapılan inceleme sonucunda İmal edilen parçaların alüminyum döküm alaşımları ile değiştirebileceği değerlendirilmiştir. Döküm alüminyum kimyasal kompozisyonu; A360.2 için Si: 11-13, Fe: 0.6, Cu: 0.1, Mn: 0.3-0.7, Mg: 0.2-0.6, Ni: 0.1, Zn:0.1, Pb: 0.1 ve Sn: 0.05 şeklindedir. A380 alaşımı için; Si: 7.5-9.5, Fe: 0.7-1, Cu: 3-4, Mn: 0.5, Mg: 0.3, Ni: 0.5, Zn: 1 şeklindedir. Aracın gövde ve panelini (kasa kaporta) oluşturan parçalardan, şekillendirilmesi güç olanlar derin çekme saçlardan, diğerleri de parçanın özelliğine göre E-1010, E-3010 vb. malzemeden yapılmıştır. Bu malzemelerin mekanik özellikleri bölüm 5.3'te B gurubu olarak çizelgelerde verilmiştir.

Maliyet hesaplamaları için ortalama malzeme fiyatları da aşağıda verildiği gibidir;Klasik çeliklerin ortalama ton fiyatı 270\$, Mikroalaşımlı ve çift fazlı çeliklerin ortalama ton fiyatı 310\$ dır.Alüminyum lehvaların ortalama ton fiyatı 2100\$, Alüminyum döküm alaşımların ortalama fiyatı 1.7\$/kg, Sfero (GGG40) döküm ortalama fiyatı 1\$/kg dır.

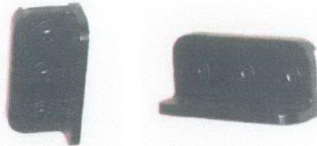
5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.1 A1 sıra nolu parçanın özellikleri

1.ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm²	Re N/mm²	% Uzama
A1	KANGRU ŞASE BAĞLANTI BRAKETİ	ŞASE	GGG40	1370	2	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5

2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ					B-ISIL İŞLEM		C-YÜZEY İŞLEMLERİ		
1.TALAŞLI ŞEKİLLENDİRİLECEK MALZEME					1. Tavlama-Normalize :		Fosfatlama		
Döküm		Dövme			2.İslah :				
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVİ							Siyahlama	ASTA R VE SON KAT BOYA	
2.ŞEKİLENDİRME AŞAMALARI					3. Sementasyon :				
Torna	Freze	Planşa	Tesviye	Taşılama	4. Sertleştirme				
*	*		*		Suda	Yağda	İndüksiyonla	Alevde	
3. MONTAJ							Boya		
Civata		Perçin		Kaynak					
*					5. Meneviş :				

3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırlığı (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma :520 -535°C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşılandırma 150-170°C 16 h.			
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm²	Re N/mm²	% Uzama					
A360.2 – A380	110HB	310	280	1	616				

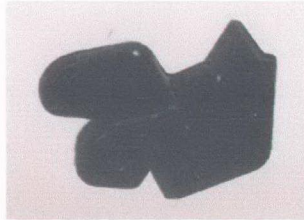
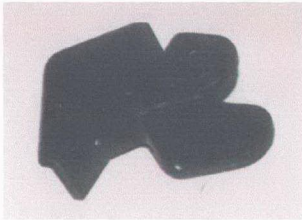


Şekil 5.1 Kanguru şase bağlantı braketleri

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.2 A2 sıra nolu parçanın özellikleri

1.ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A2	SAĞ ÖN SABİT MAKAS KÜPESİ VE SOL	ŞASE	GGG40	3590	2	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ					B-ISIL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ	
1.TALAŞLI ŞEKLİLENDİRİLECEK MALZEME					1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama	
Döküm		Dövme			2.İslah :				
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVI									
2.ŞEKLİLENDİRME AŞAMALARI					3. Sementasyon :			Siyahlama	
Torna	Freze	Planşa	Tesviye	Taşlama	4. Sertleştirme				
	*	*	*		Suda	Yağda	İndüksiyonla	Alevde	
3. MONTAJ								Boya	ASTA R VE SON KAT BOYA
Civata		Perçin		Kaynak					
*					5. Meneviş :				
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER					B-İMALAT ÖZELLİKLER				
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırlığı (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözültiyeye Alma :520 -535°C 2-8 h.(Su Soğutma) Yağlandırma 150-170°C 16 h.			
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
A360.2 – A360	110HB	310	280	1	1784				

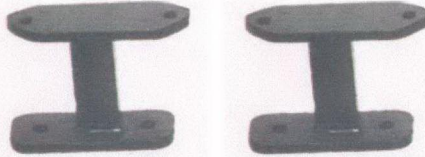


Şekil 5.2 Sağ ve sol ön sabit makas küpesi

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.3 A3 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI Adet	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A3	ŞASE ÖN KÖPRÜ İSTİNAD TAKOZU	ŞASE	GGG40	811	2	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ					B-ISİL İŞLEM		C-YÜZEY İŞLEMLERİ		
1.TALAŞLI ŞEKİLLENDİRİLECEK MALZEME					1. Tavlama-Normalize :		Fosfatlama		
					2.İslah :				
Döküm					Dövm		Siyahlama		
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVİ					3. Sementasyon :				
2.ŞEKİLLENDİRME AŞAMALARI					4. Sertleştirme		Boya		
Torna	Freze	Planya	Tesviye	Taşlama	Suda	Yağda			
3. MONTAJ					5. Meneviş :		ASTAR VE SON KAT BOYA		
Civata	Perçin	Kaynak							
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırlığı (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 -535 ⁰ C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170 ⁰ C 16 h.			
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
A360.2 - A380	110HB	310	280	1	1784				



Şekil 5.3 Şase ön köprü istinad takozu

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.4 A4 sıra nolu parçanın özellikleri

1.

ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ

SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI Adet	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A4	ÖN AMORTİSÖR ŞASE BAĞLANTI BRAKETİ	ŞASE	GGG40	2434	2	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5

2.

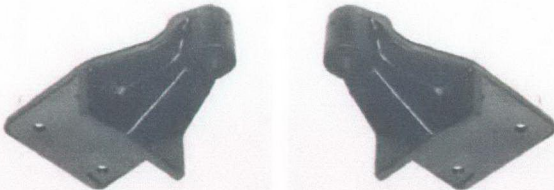
ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ

A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ					B-İSİL İŞLEM				C-YÜZEY İŞLEMLERİ	
1. TALAŞLI ŞEKİLENDİRİLECEK MALZEME					1. Tavlama-Normalize				Fosfatlama	
Döküm					2. Islah					
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVİ					3. Sementasyon				Siyahlama	
2. ŞEKİLENDİRME AŞAMALARI					4. Sertleştirme					
Torna	Freze	Planya	Tesviye	Taşlama	Suda	Yağda	İndüksiyonla	Alevde	Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA
3. MONTAJ					5. Meneviş					
Civata	Perçin	Kaynak								

3.

ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ

A-TEKNİK ÖZELLİKLER					B-İMALAT ÖZELLİKLER				
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırlığı (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 -535°C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170°C 16 h.			
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
A360.2-A380	110 HB	310	280	1	1582				



Şekil 5.4 Ön Amortisör şase bağlantı braketleri

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.5 A5 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI Adet	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A5	SAĞ MOTOR KULAĞI ŞASE BAĞLANTI BRAKETİ	ŞASE	GGG40	4715	1	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ					B-ISİL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ	
1.TALAŞLI ŞEKLİNDİRİLECEK MALZEME					1. Tavlama-Normalize			Fosfatlama	
Döküm		Döyme			2.İslah				
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVİ									
2.ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI					3. Sementasyon			Siyahlama	
Torna	Freze	Planşa	Tesviye	Taşlama	4. Sertleştirme				
	*	*	*		Suda	Yağda	İndüksiyonla		
3. MONTAJ								Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA
Civata		Perçin		Kaynak					
*					5. Meneviş				
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırl. (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 -535 ⁰ C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170 ⁰ C 16 h.			
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
A360.2- A380	110 HB	310	280	1	2120				



Şekil 5.5 Sağ motor kulağı şase bağlantı braketi

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.6 A6 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ

SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI Adet	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A6	SOL MOTOR KULAĞI ŞASE BAĞLANTI BRAKETİ	ŞASE	GGG40	2800	1	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5

2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ

A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ					B-ISIL İŞLEM				C-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1. TALAŞLI ŞEKLİNDİRİLECEK MALZEME					1. Tavlama-Normalize :				Fosfatlama			
Döküm		Dövme			2. Islah :							
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVİ					3. Sementasyon :				Siyahlama			
2. ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI					4. Sertleştirme							
Torna	Freze	Planşa	Tesviye	Taşlama	Suda	Yağda	İndüksiyonla	Alevde	Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
*	*	*	*	*								
3. MONTAJ					5. Meneviş :				Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
Civata		Perçin		Kaynak								
*												

3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ

A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER	
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırlığı (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözültüye Alma : 520 -535°C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170°C 16 h.	
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama			
A360.2- A380	110 HB	310	280	1	1259		

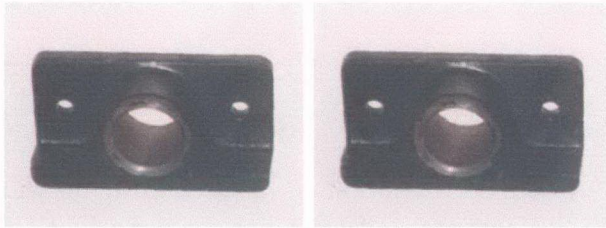


Şekil 5.6 Sol motor kulağı şase bağlantı braketi

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.7 A7 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ										
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI Adet	MEKANİK ÖZELLİKLER				
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama	
A7	ÖN MAKAS HAREKETLİ KÜPE BAĞLANTI BRAKETİ	ŞASE	GGG40	2056	2	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5	
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ										
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-ISIL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.TALAŞLI ŞEKLİNDİRİLECEK MALZEME				1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama			
Döküm		Dövme		2.İslah :						
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVİ					3. Sementasyon :			Siyahlama		
2.ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI				4. Sertleştirme						
Toma	Freze	Planya	Tesviye	Taşılama	Suda	Yağda	İndüksiyonla	Alevde	Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA
*	*		*							
3. MONTAJ				5. Meneviş :						
Civata		Perçin		Kaynak						
*										
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ										
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER				
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırl. (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözültiye Alma : 520 -535 ⁰ C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170 ⁰ C 16 h.				
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama						
A360.2- A380	110 HB	310	280	1	924					

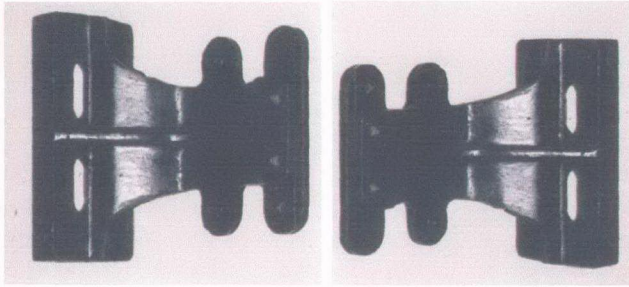


Şekil 5.7 Ön makas hareketli küpe bağlantı braket

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.8 A8 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ										
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER				
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama	
A8	ORTA TRAVERS ŞASE BAĞLANTI BRAKETİ	ŞASE	GGG40	5500	2	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5	
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ										
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-ISIL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1. TALAŞLI ŞEKLİNDİRİLECEK MALZEME				1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama			
Döküm		Dövme		2. Islah :						
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVİ										
2. ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI				3. Sementasyon :			Siyahlama			
Torna	Freze	Planya	Tesviye	Taşlama	4. Sertleştirme					
	*		*		Suda	Yağda				İndüksiyonla
3. MONTAJ							Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
Civata		Perçin		Kaynak						
*					5. Meneviş :					
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ										
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER				
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırl. (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çöeltiyi Alma : 520 -535 ^o C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170 ^o C 16 h.				
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama						
A360.2- A380	110 HB	310	280	1	2473					

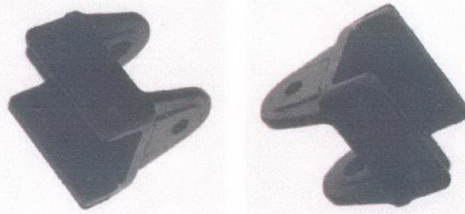


Şekil 5.8 Orta travers şase bağlantı braketi

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.9 A9 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A9	SESSİZ TRANSFER ŞASE BAĞLANTI BRAKETİ	ŞASE	GGG40	2632	2	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-ISİL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ		
1. TALAŞLI ŞEKLİNDİRİLECEK MALZEME				1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama		
Döküm		Döyme		2.İslah :					
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVI									
2.ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI				3. Sementasyon :			Siyahlama		
Torna	Freze	Planşa	Tesviye	4. Sertleştirme					
*	*	*	*	Suda	Yağda	İndüksiyonla			
3. MONTAJ				5. Meneviş :			Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA	
Civata		Perçin		Kaynak					
*									
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırl. (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 -535 ⁰ C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170 ⁰ C 16 h.			
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
A360.2- A380	110 HB	310	280	1	1183				

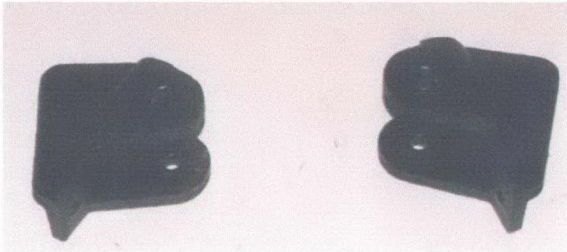


Şekil 5.9 Sessiz transfer şase bağlantı braketi

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.10 A10 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A10	SAĞ ARKA SABİT MAKAS KÜPESİ VE SOL	ŞASE	GGG40	3341	2	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-ISIL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ		
1.TALAŞLI ŞEKLİNDİRİLECEK MALZEME				1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama		
Döküm		Dövme		2.İslah :					
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVİ									
2.ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI				3. Sementasyon :			Siyahlama		
Torna	Freze	Planya	Tesviye	4. Sertleştirme					
*	*	*	*						
				Suda	Yağda	İndüksiyonla	Alevde		
3. MONTAJ							Boya		ASTAR VE SON KAT BOYA
Civata		Perçin	Kaynak						
		*							
				5. Meneviş :					
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağır. (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 -535 ^o C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170 ^o C 16 h.			
	Sertifik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
A360.2- A380	110 HB	310	280	1	1502				

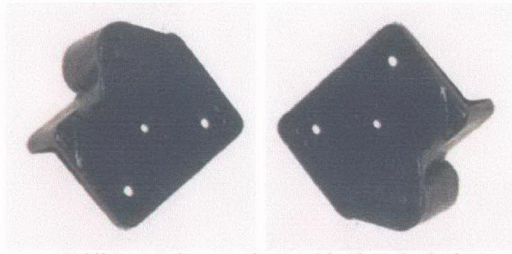


Şekil 5.10 Sağ ve sol arka sabit makas küpesi

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.11 A11 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ										
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER				
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama	
A11	ARKA AMORTİSÖR ŞAŞI BAĞLANTI BRAKETİ	ŞAŞE	GGG40	2236	2	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5	
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ										
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-ISIL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1. TALAŞLI ŞEKİLLENDİRİLECEK MALZEME				1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama			
Döküm		Dövme		2.İslah :						
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVİ					3. Sementasyon :			Siyahlama		
2.ŞEKİLLENDİRME AŞAMALARI				4. Sertleştirme						
Torna	Freze	Planşa	Tesviye	Taşlama	Suda	Yağda	İndüksiyonla	Alevde	Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA
*	*	*	*	*						
3. MONTAJ				5. Meneviş :						
Cıvata		Perçin		Kaynak						
	*									
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ										
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER				
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırl. (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 -535 ⁰ C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170 ⁰ C 16 h.				
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama						
A360.2-A380	110 HB	310	280	1	1005					

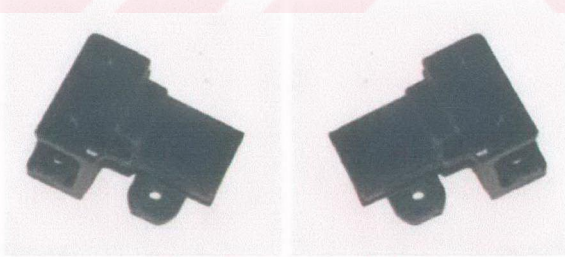


Şekil 5.11 Arka amortisör şası bağlantı braket

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.12 A12 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A12	DEPO BAĞLANTI BRAKETİ	ŞASE	GGG40	2235	4	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-ISİL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ		
1. TALAŞLI ŞEKLİNDİRİLECEK MALZEME				1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama		
Döküm		Dövme		2.İslah :					
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVİ					3. Sementasyon :			Siyahlama	
2.ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI				4. Sertleştirme					
Torna	Freze	Planıya	Tesviye	Taşlama	Suda	Yağda	İndüksiyonla	Alevde	
*	*	*	*	*					
3. MONTAJ				5. Meneviş :			Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA	
Civata		Perçin	Kaynak						
*									
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırl. (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 -535°C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170°C 16 h.			
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
A360.2-A380	110 HB	310	280	1	1005				



Şekil 5.12 Depo bağlantı braket

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.13 A13 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A13	HELEZON YAY ŞASE BAĞLANTI BRAKETİ	ŞASE	GGG40	3453	2	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-ISİL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ		
1. TALAŞLI ŞEKLİNDİRİLECEK MALZEME				1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama		
Döküm		Dövme		2.İslah :					
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVI							Siyahlama		
2.ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI				3. Sementasyon :					
Torna	Freze	Planya	Tesviye	Taşlama	4. Sertleştirme			Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA
		*	*		Suda	Yağda	İndüksiyonla		
3. MONTAJ				5. Meneviş :					
Civata		Perçin	Kaynak						
		*							
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırlığı (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözültüye Alma : 520 -535°C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170°C 16 h.			
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
A360.2-A380	110 HB	310	280	1	1544				



Şekil 5.13 Helezon yay şasi bağlantı braketi

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.14 A14 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A14	ARKA MAKAS HAREKETLİ KÜPE BAĞLANTI BRAKETİ	ŞASE	GGG40	2434	2	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-ISİL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ		
1. TALAŞLI ŞEKLİNDİRİLECEK MALZEME				1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama		
Döküm		Dövme		2.İslah :					
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVİ									
2.ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI				3. Sementasyon :			Siyahlama		
Torna	Freze	Planıya	Tesviye	4. Sertleştirme					
*	*	*	*	Suda	Yağda	İndüksiyonla			
3. MONTAJ							Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA	
Civata	Perçin	Kaynak							
*				5. Meneviş :					
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırlığı (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiyi Alma : 520 -535°C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170°C 16 h.			
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
A360.2-A380	110 HB	310	280	1	1094				

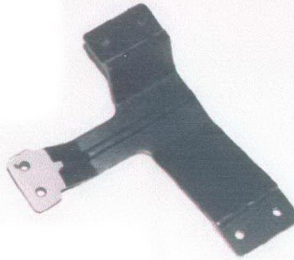


Şekil 5.14 Arka makas hareketli küpe bağlantı braketi

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.15 A15 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A15	ORTA TRAVERS	ŞASE	GGG40	3793	1	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-ISİL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ		
1. TALAŞLI ŞEKLİLENDİRİLECEK MALZEME				1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama		
Döküm		Dövme		2. Islah :					
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVİ									
2. ŞEKLİLENDİRME AŞAMALARI				3. Sementasyon :			Siyahlama		
Torna	Freze	Planya	Tesviye	4. Sertleştirme					
*	*	*	*	Suda	Yağda	İndüksiyonla			
3. MONTAJ				5. Meneviş :			Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA	
Civata		Perçin	Kaynak						
*									
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırlığı (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 -535°C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170°C 16 h.			
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
A360.2-A380	110 HB	310	280	1	1706				

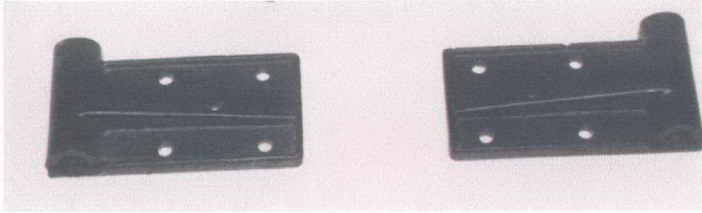


Şekil 5.15 Orta travers

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.16 A16 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A16	SOL ARKA AMORTİSÖR MAKAS BAĞLANTI BRAKETİ VE SAĞ	ŞASE	GGG40	2445	1	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ			B-ISIL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.TALAŞLI ŞEKİLLENDİRİLECEK MALZEME			1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama			
Döküm		Dövme		2. Islah :					
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVI									
2.ŞEKİLLENDİRME AŞAMALARI			3. Sementasyon :			Siyahlama			
4. Sertleştirme									
Torna	Freze	Planşa	Tesviye	Taşlama	Suda	Yağda	İndüksiyonla	Alevde	ASTAR VE SON KAT BOYA
*	*	*	*	*					
3. MONTAJ			5. Meneviş :			Boya			
Civata		Perçin	Kaynak						
*									
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırl. (Gr.)	Kokil Döküm : (A360,2) Çözeltiye Alma : 520 -535°C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170°C 16 h.			
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
A360,2- A380	110 HB	310	280	1	1099				



Şekil 5.16 Sol ve sağ arka amortisör makas bağlantı braketi

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.17 A17 sıra nolu parçanın özellikleri

1.

ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ

SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A17	HELEZON YAYI KÖPRÜ BAĞLANTI BRAKETİ	ŞASE	GGG40	4542	2	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5

2.

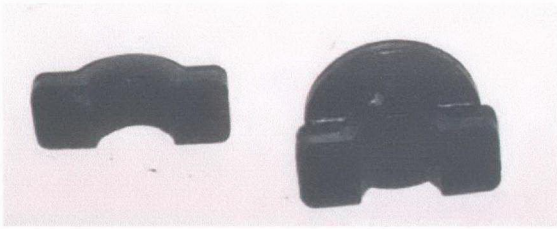
ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ

A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ					B-ISIL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ	
1.TALAŞLI ŞEKLİNDİRİLECEK MALZEME					1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama	
Döküm					2.İslah :				
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVI									
2.ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI					3. Sementasyon :			Siyahlama	
Torna	Freze	Planşa	Tesviye	Taşılama	4. Sertleştirme				
					Suda	Yağda	İndüksiyonla	Alevde	
3. MONTAJ								Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA
Civata		Percin	Kaynak						
*					5. Meneviş :				

3.

ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ

A-TEKNİK ÖZELLİKLER					B-İMALAT ÖZELLİKLER	
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırlığı (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 -535°C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170°C 16 h.
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama		
A360.2-A380	110 HB	310	280	1	2042	



Şekil 5.17 Helezon yayı köprü bağlantı braketi

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.18 A18 sıra nolu parçanın özellikleri

1.

ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ

SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A18	KAPL KAPUT VE ARKA KAPAK KASA MENTEŞESİ	KAS-KAPORTA	GGG40	Küçük 650 Büyük 861	8 BÜYÜK 2 KÜÇÜK	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5

2.

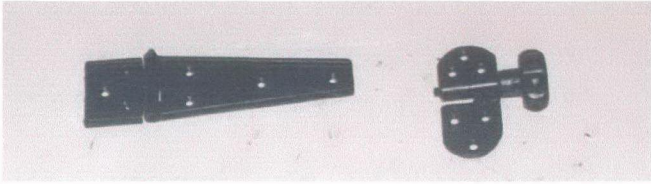
ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ

A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-ISİL İŞLEM				C-YÜZEY İŞLEMLERİ	
1. TALAŞLI ŞEKİLENDİRİLECEK MALZEME				1. Tavlama-Normalize :				Fosfatlama	
Döküm		Dövme		2.İslah :					
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVI									
2.ŞEKİLLENDİRME AŞAMALARI				3. Sementasyon :				Siyahlama	
Torna	Freze	Planşa	Tesviye	4. Sertleştirme					
ROVALVER		*	*	MİL	Suda	Yağda	İndüksiyonla		
3. MONTAJ								Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA
Civata		Perçin		Kaynak					
*						5. Meneviş :			

3.

ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ

A-TEKNİK ÖZELLİKLER					B-İMALAT ÖZELLİKLER	
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırl. (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 -535°C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170°C 16 h.
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama		
A360.2-A380	110 HB	310	280	1	Küçük :292 Büyük :387	

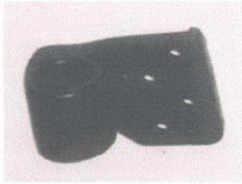


Şekil 5.18 Kapı, kaput ve arka kapak kasa menteşesi

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.19 A19 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ											
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	KULLANIM MİKTARI	MEKANİK ÖZELLİKLER					
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama		
A19	SESSİZ TRANSFER SOL BAĞLANTI BRAKETİ	ŞASE	GGG40	1697	1	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5		
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ											
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ			B-ISIL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ					
1.TALAŞLI ŞEKİLLENDİRİLECEK MALZEME			1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama					
Döküm		Dövme	2.İslah :								
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVI											
2.ŞEKİLLENDİRME AŞAMALARI			3. Sementasyon :			Siyahlama					
Torna	Freze	Planşa	Tesviye	Taşlama	4. Sertleştirme						
*	*		*		Suda					Yağda	İndüksiyonla
3. MONTAJ			5. Meneviş :			Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA				
Civata	Perçin	Kaynak									
*											
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ											
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER					
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırlığı (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 -535 ⁰ C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170 ⁰ C 16 h.					
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama							
A360.2-A380	110 HB	310	280	1	763						



Şekil 5.19 Sessiz transfer sol bağlantı braketi

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.20 A20 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ

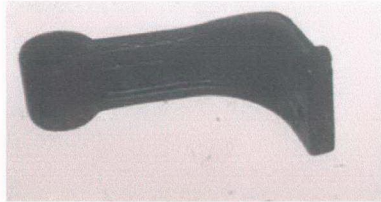
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A20	SESSİZ TRANSFER SAĞ BAĞLANTI BRAKETİ	ŞASE	GGG40	2175	1	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5

2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ

A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ					B-ISIL İŞLEM				C-YÜZEY İŞLEMLERİ	
1. TALAŞLI ŞEKLİLENDİRİLECEK MALZEME					1. Tavlama-Normalize :				Fosfatlama	
Döküm		Dövmе			2. Islah :					
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVI										
2. ŞEKLİLENDİRME AŞAMALARI					3. Sementasyon :				Siyahlama	
Torna	Freze	Planya	Tesviye	Taşlama	4. Sertleştirme					
*		*	*		Suda	Yağda	İndüksiyonla	Alevde		
3. MONTAJ									Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA
Civata		Perçin		Kaynak						
*					5. Meneviş :					

3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ

A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER	
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırlığı (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 -535 ⁰ C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170 ⁰ C 16 h.	
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama			
A360.2-A380	110 HB	310	280	1	978		



Şekil 5.20 Sessiz transfer sağ bağlantı braketi

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.21 A21 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ										
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	KULLANIM MİKTARI	MEKANİK ÖZELLİKLER				
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama	
A21	SAĞ MOTOR KULAK BLOK BAĞLANTI BRAKETİ	ŞASE	GGG40	3440	1	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5	
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ										
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-ISIL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.TALAŞLI ŞEKLİLENDİRİLECEK MALZEME				1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama			
Döküm		Dövme		2.İslah :						
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVİ										
2.ŞEKLİLENDİRME AŞAMALARI				3. Sementasyon :			Siyahlama			
Torna	Freze	Planya	Tesviye	Taşlama		4. Sertleştirme				
BORWERK		*				Suda		Yağda	İndüksiyonla	Alevde
3. MONTAJ							Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
Civata		Perçin		Kaynak						
*						5. Meneviş :				
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ										
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER				
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırlığı (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 -535°C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170°C 16 h.				
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama						
A360.2- A380	110 HB	310	280	1	1547					



Şekil 5.21 Sağ motor kulak blok bağlantı braket

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.22 A22 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A22	SOL MOTOR KULAK BLOK BAĞLANTI BRAKETİ	ŞASE	GGG40	2861	1	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-ISIL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ		
1.TALAŞLI ŞEKLİNDİRİLECEK MALZEME				1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama		
Döküm		Dövme		2.İslah :					
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVI									
2.ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI				3. Sementasyon :			Siyahlama		
Torna	Freze	Planya	Tesviye	Taşlama	4. Sertleştirme				
	BORWERK		*		Suda	Yağda	İndüksiyonla	Alevde	
3. MONTAJ							Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA	
Civata		Perçin	Kaynak						
*					5. Meneviş :				
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağır. (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 -535°C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170°C 16 h.			
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
A360.2- A380	110 HB	310	280	1	1286				

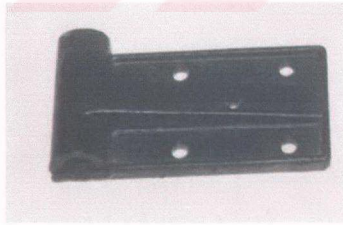


Şekil 5.22 Sol motor kulak blok bağlantı braketi

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.23 A23 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ										
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER				
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama	
A23	ÖN AMOTRİSÖR MAKAS BAĞLANTI BRAKETİ	SÜSPANSYON SİSTEMİ	GGG40	2450	2	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5	
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ										
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-ISİL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.TALAŞLI ŞEKLİNDİRİLECEK MALZEME				1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama			
Döküm		Dövme		2.İslah :						
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVI										
2.ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI				3. Sementasyon :			Siyahlama			
Torna	Freze	Planşa	Tesviye	Taşlama	4. Sertleştirme					
	*	*	*		Suda	Yağda				İndüksiyonla
3. MONTAJ							Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
Civata	Perçin	Kaynak								
*				5. Meneviş :						
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ										
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER				
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırl. (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiyte Alma : 520 -535°C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170°C 16 h.				
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama						
A360.2-A380	110 HB	310	280	1	1101					

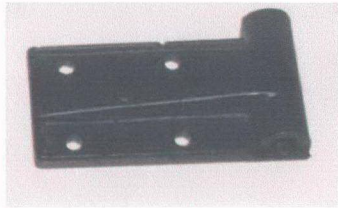


Şekil 5.23 Ön amortisör makas bağlantı braketi

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.24 A24 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ										
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	KULLANIM MİKTARI	MEKANİK ÖZELLİKLER				
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama	
A24	SAĞ ÖN AMORTİSÖR MAKAS BAĞLANTI BRAKETİ	SÜSPANSYON SİSTEMİ	GGG40	2450	1	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5	
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ										
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-ISIL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.TALAŞLI ŞEKLİNDİRİLECEK MALZEME				1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama			
Döküm		Dövme		2. Islah :						
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVI				3. Sementasyon :						
2.ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI				4. Sertleştirme			Styahlama			
Torna	Freze	Planya	Tesviye	Taşlama						
*	*	*	*							
3. MONTAJ							Boya			
Civata		Perçin		Kaynak						
*										
				5. Meneviş :						
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ										
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER				
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırlığı (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 -535 ⁰ C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170 ⁰ C 16 h.				
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama						
A360.2-A360	110 HB	310	280	1	1101					



Şekil 5.24 Sağ ön amortisör makas bağlantı braketi

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.25 A25 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A25	ÖN KÖPRÜ KOVANI	KÖPRÜ (AKTARMA ORGANI)	GGG40	14600	1	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ			B-ISIL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.TALAŞLI ŞEKLİLENDİRİLECEK MALZEME			1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama			
Döküm		Dövme	2.İslah :						
585°C 3.h. GERİLİM GİDERME TAVI									
2.ŞEKLİLENDİRME AŞAMALARI			3. Sementasyon :			Siyahlama			
Torna	Freze	Planşa	Tesviye	Taşlama	4. Sertleştirme				
	CNC,UNİ.		*		Suda	Yağda	İndüksiyonla	Alevde	
3. MONTAJ						Boya			
Civata	Perçin	Kaynak							
		SIKI GEÇME VE KAYNAK		5. Meneviş :			ASTAR VE SON KAT BOYA		
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırl. (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 -535°C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170°C 16 h.			
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
A360.2-A380	110 HB	310	280	1	6567				



Şekil 5.25 Ön köprü kovani

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.26 A26 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A26	ARKA KÖPRÜ KOVANI	ARKA KÖPRÜ (AKTARMA ORGANI)	GGG40	17000	1	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-ISIL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ		
1. TALAŞLI ŞEKLİNDİRİLECEK MALZEME				1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama		
Döküm		Dövme		2. Islah :					
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVI				3. Sementasyon :			Siyahlama		
2. ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI				4. Sertleştirme					
Torna	Freze	Planya	Tesviye	Taşlama	Suda	Yağda	İndüksiyonla	Alevde	
	CNC, UNI.		*						
3. MONTAJ				5. Meneviş :			Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA	
Civata	Percin	Kaynak							
		SIKI GEÇME VE KAYNAK							
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırlığı (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiyi Alma : 520 -535°C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170°C 16 h.			
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
A360.2-A380	110 HB	310	280	1	7646				



Şekil 5.26 Arka köprü kovani

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.27 A27 sıra nolu parçanın özellikleri.

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ										
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER				
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama	
A27	ARKA İSTAVROZ KUTUSU	KÖPRÜ (AKTARMA ORGANI)	GGG40	4400	1	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5	
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ										
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ			B-İSİL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ				
1. TALAŞLI ŞEKLİNDİRİLECEK MALZEME			1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama				
Döküm		Dövme		2. Isılah :						
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVI										
2.ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI			3. Sementasyon :			Siyahlama				
Torna	Freze	Planya	Tesviye	Tağlama	4. Sertleştirme					
*	*		*		Suda					Yağda
3. MONTAJ						Boya		ASTAR VE SON KAT BOYA		
Cıvata		Percin	Kaynak							
RULMANLA YATAKLANMIŞTIR					5. Meneviş :					
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ										
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER				
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırlığı (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 -535°C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170°C 16 h.				
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama						
A360.2-A380	110 HB	310	280	1	1978					



Şekil 5.27 Arka istavroz kutusu

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.28 A28 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ										
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER				
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama	
A28	ÖN İSTAVROZ KUTUSU	KÖPRÜ (AKTARMA ORGANI)	GGG40	3200	1	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5	
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ										
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-ISIL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1. TALAŞLI ŞEKLİLENDİRİLECEK MALZEME				1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama			
Döküm		Dövme		2. Isalah :						
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVI										
2. ŞEKLİLENDİRME AŞAMALARI				3. Sementasyon :			Siyahlama			
Torna	Freze	Planya	Tesviye	Taşlama	4. Sertleştirme					
*	*		*		Suda	Yağda				İndüksiyonla
3. MONTAJ							Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
Civata		Percin	Kaynak							
RULMANLA YATAKLANMIŞTIR				5. Meneviş :						
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ										
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER				
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırl. (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 -535°C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170°C 16 h.				
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama						
A360.2-A380	110 HB	310	280	1	1439					



Şekil 5.28 Ön istavroz kutusu

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.29 A29 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ

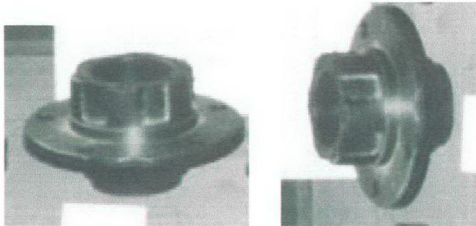
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A29	GTD MODEL ARKA PORYA	KÖPRÜ (AKTARMA ORGANI)	GGG40	4254	2	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5

2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ

A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ					B-ISIL İŞLEM				C-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.TALAŞLI ŞEKLİNDİRİLECEK MALZEME					1. Tavlama-Normalize :				Fosfatlama			
Döküm			Dövme		2.İslah :							
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVI												
2.ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI					3. Sementasyon :				Siyahlama			
4. Sertleştirme												
Torna	Freze	Planya	Tesviye	Taşılama	Suda	Yağda	İndüksiyonla	Alevde				
*			*						Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
3. MONTAJ					5. Meneviş :							
Cıvata		Percin	Kaynak									
RULMAN + SOMUN												

3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ

A-TEKNİK ÖZELLİKLER					B-İMALAT ÖZELLİKLER	
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırl. (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 -535°C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170°C 16 h.
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama		
A360.2-A380	110 HB	310	280	1	2765	



Şekil 5.29 GTD model arka porya

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.30 A30 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	KULLANIM MİKTARI	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A30	5,5" ÖN PORYA DISKLI SİSTEM	ÖN KÖPRÜ (AKTARMA ORGANI)	GGG40	6500	2	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ			B-ISIL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1. TALAŞLI ŞEKLİNDİRİLECEK MALZEME			1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama			
			2.İslah :						
Döküm			Dövme						
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVI									
2.ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI			3. Sementasyon :			Siyahlama			
4. Sertleştirme									
Torna	Freze	Planya	Tesviye	Taşıma					
*			*		Suda	Yağda	İndüksiyonla	Alevde	
3. MONTAJ						Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
Civata		Perçin	Kaynak						
RULMAN + SOMUN			5. Meneviş :						
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırlığı (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 -535 ⁰ C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170 ⁰ C 16 h.			
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
A360.2- A380	110 HB	310	280	1	2923				



Şekil 5.30 5,5" Ön porya diskli sistem

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.31 A31 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ

SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	KULLANIM MİKTARI	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A31	GTD MODEL 5,5"JANT DÖKÜM KAMPANA	FREN SİSTEMİ	Alaşımli Pk	8400	2	200-225HB	260-350		

2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ

A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ					B-ISIL İŞLEM				C-YÜZEY İŞLEMLERİ	
1.TALAŞLI ŞEKİLLENDİRİLECEK MALZEME					1. Tavlama-Normalize :				Fosfatlama	
Döküm		Dövme			2.İslah :					
550 C'de 3 SAAT					3. Sementasyon :				Siyahlama	
2.ŞEKİLLENDİRME AŞAMALARI					4. Sertleştirme					
Torna	Freze	Planya	Tesviye	Taşlama	Suda	Yağda	İndüksiyonla	Alevde	Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA
*			*							
3. MONTAJ					5. Meneviş :					
Civata		Perçin		Kaynak						
BİJON VE PORYAYA CİVATA İLE										

3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ

A-TEKNİK ÖZELLİKLER					B-İMALAT ÖZELLİKLER	
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırl. (Gr.)	%20 Hacim oranlı SiC takviyeli (A380) matrisli kompozit Kokil Döküm Çözeltiye Alma : 520 -535°C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşılandırma : 150-170°C 16 h.
	Sertlik HRC/HB	Rm MN/mm ²	Re MN/mm ²	% Uzama		
A380		356	308	0,4	3778	

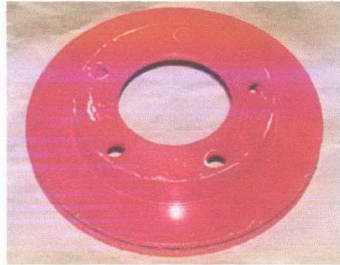
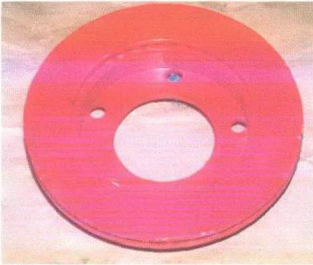


Şekil 5.31 GTD Model 5,5" jant döküm kampana

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.32 A32 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A32	ÖN FREN DİSKİ	FREN SİSTEMİ	ALAŞIMLI PİK	5600	2	200-225	260-300		
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-ISIL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ		
1. TALAŞLI ŞEKLİNDİRİLECEK MALZEME				1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama		
Döküm		Dövme		2. İşlah :					
2. ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI				3. Sementasyon :			Siyahlama		
Torna	Freze	Planşa	Tesviye	Taşlama	4. Sertleştirme				
*			*		Suda	Yağda	İndüksiyonla	Alevde	
3. MONTAJ				5. Meneviş :			Boya		
Civata		Perçin		Kaynak					
PORYAYA CIVATA									
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağır. (Gr.)	%20 Hacim oranlı SiC takviyeli (A380) matrisli kompozit Kokil Döküm Çözeltiye Alma : 520 -535 ^o C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170 ^o C 16 h.			
	Sertlik HRC/HB	Rm MN/mm ²	Re MN/mm ²	% Uzama					
A380		356	308	0,4	2518				



Şekil 5.32 Ön fren disk

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.33 A33 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ

SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A33	DİSKLI ÖN SAĞ AKSONU VE SOL	DİREKSYON SİSTEMİ	GGG40	3600	2	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5

2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ

A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ					B-ISIL İŞLEM				C-YÜZEY İŞLEMLERİ	
1. TALAŞLI ŞEKLENDİRİLECEK MALZEME					1. Tavlama-Normalize :				Fosfatlama	
Döküm		Dövme			2.İslah :					
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVI									Siyahlama	
2.ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI					3. Sementasyon :					
Torna	Freze	Planya	Tesviye	Taşlama	4. Sertleştirme					
*	CNC,UNİ		*		Suda	Yağda	İndüksiyonla	Alevde	Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA
3. MONTAJ										
Civata		Perçin	Kaynak							
RUTİLLE					5. Meneviş :					

3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ

A-TEKNİK ÖZELLİKLER					B-İMALAT ÖZELLİKLER	
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırl. (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 -535°C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170°C 16 h.
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama		
A360.2-A380	110 HB	310	280	1	1619	



Şekil 5.33 Diskli ön sağ ve sol akson

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.34 A34 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ

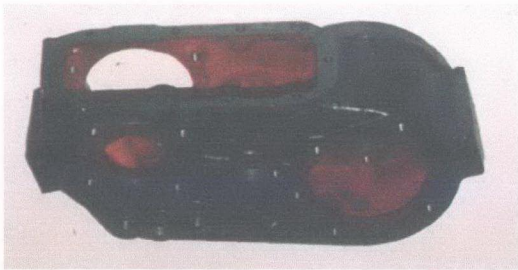
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A34	SESİZ TRANSFER KUTUSU	AKTARMA ORGANLARI	GGG40	12600	1	135-185HB	450-520	280-320	21,1-34,5

2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ

A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-ISIL İŞLEM				C-YÜZEY İŞLEMLERİ	
1. TALAŞLI ŞEKLİNDİRİLECEK MALZEME				1. Tavlama-Normalize :				Fosfatlama	
Döküm		Dövme		2.İslah :					
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVİ									
2.ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI				3. Sementasyon :				Siyahlama	
Torna	Freze	Planşa	Tesviye	4. Sertleştirme					
CNC,UNİ	*	*	*	Suda	Yağda	İndüksiyonla	Alevde		
3. MONTAJ								Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA
Civata		Perçin	Kaynak						
KAUÇUK TAKOZ,CİVATA				5. Meneviş :					

3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ

A-TEKNİK ÖZELLİKLER					B-İMALAT ÖZELLİKLER	
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırlığı (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiyte Alınma : 520 -535°C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170°C 16 h.
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama		
A360.2- A380	110 HB	310	280	1	5666	



Şekil 5.34 Sessiz transfer kutusu

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.35 A35 sıra nolu parçanın özellikleri

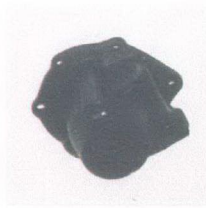
1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ

SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	KULLANIM MİKTARI	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A35	SESİZ TRANSFER PRİZDİREK (ÇIKIŞ) DIŞLI GÖVDESİ	SESİZ TRANSFER	GGG40	3153	1	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5

2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ

A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ					B-ISİL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ	
1.TALAŞLI ŞEKLİNDİRİLECEK MALZEME					1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama	
Döküm			Dövme		2.İslah :				
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVI									
2.ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI					3. Sementasyon :			Siyahlama	
Torna	Freze	Planşa	Tesviye	Taşlama	4. Sertleştirme				
UNI	CNC.UNİ		*	*	Suda	Yağda	İndüksiyonla		
3. MONTAJ								Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA
Civata		Percin		Kaynak					
RULMAN ÜZERİNE YATAKLAMA					5. Meneviş :				
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									

A-TEKNİK ÖZELLİKLER					B-İMALAT ÖZELLİKLER	
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırl. (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiliye Alma : 520 -535 ⁰ C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170 ⁰ C 16 h.
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama		
A360.2-A380	110 HB	310	280	1	1418	



Şekil 5.35 Prizdirek çıkış dişli gövdesi

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.36 A36 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A36	SESSİZ TRANSFER ARAZI KOL GÖVDESİ	SESSİZ TRANSFER	GGG40	4862	1	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ			B-ISIL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.TALAŞLI ŞEKLİLENDİRİLECEK MALZEME			1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama			
Döküm		Dövme	2.İslah :						
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVİ									
2.ŞEKLİLENDİRME AŞAMALARI			3. Sementasyon :			Siyahlama			
Torna	Freze	Planya	Tesviye	Taşlama	4. Sertleştirme				
	CNC,ÜNİ		*		Suda	Yağda	İndüksiyonla	Alevde	
3. MONTAJ						Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
Civata		Perçin	Kaynak						
*			5. Meneviş :						
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırl. (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 -535 ⁰ C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170 ⁰ C 16 h.			
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
A360.2-A380	110 HB	310	280	1	2186				



Şekil 5.36 Sessiz transfer arazi kol gövdesi

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.37 A37 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ

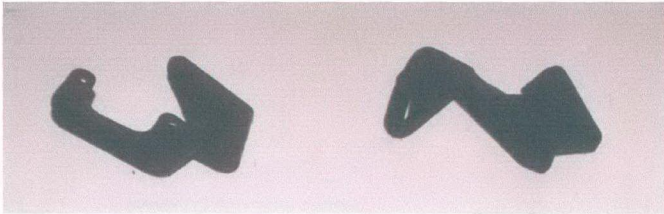
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	KULLANIM MİKTARI	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A37	HİDROLİK DİREKSİYON POMPA BAĞLANTI BRAKETİ	DİREKSİYON SİSTEMİ	GGG40	1100	2	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5

2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ

A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ					B-ISİL İŞLEM				C-YÜZEY İŞLEMLERİ	
1. TALAŞLI ŞEKLİNDİRİLECEK MALZEME					1. Tavlama-Normalize :				Fosfatlama	
Döküm		Dövme			2. Islah :					
585°C 3 SAAT GERİLİM GİDERME TAVİ										
2. ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI					3. Sementasyon :				Siyahlama	
Torna	Freze	Planya	Tesviye	Taşlama	4. Sertleştirme					
*	*	*	*	*	Suda	Yağda	İndüksiyonla	Alevde		
3. MONTAJ					5. Meneviş :				Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA
Civata		Perçin		Kaynak						
*										

3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ

A-TEKNİK ÖZELLİKLER					B-İMALAT ÖZELLİKLER	
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırl. (Gr.)	kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 - 535°C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170°C 16 h.
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama		
A360.2- A380	110 HB	310	280	1	495	

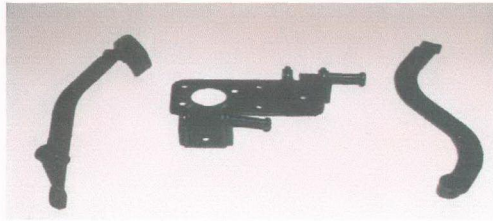


Şekil 5.37 Hidrolik direksiyon pompa bağlantı braketi

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.38 A38 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm²	Re N/mm²	% Uzama
A38	FREN VE DEBRİYAJ PEDALI VE BAĞLANTI BRAKETİ	KASA	GGG40	A-979 B-3480 C-933	1	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ			B-ISIL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1. TALAŞLI ŞEKLİNDİRİLECEK MALZEME			1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama	135-140 C SODYUM HİDROFOSFAT 36-40 min.		
Döküm			2.İslah :						
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVİ			3. Sementasyon :						
2. ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI			4. Sertleştirme			Siyahlama	ASTAR VE SON KAT BOYA		
Toma	Freze	Planya	Tesviye	Taşlama	Suda				
3. MONTAJ			5. Meneviş :			Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
Civata		Perçin	Kaynak						
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırl. (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiyi Alma : 520 -535 ⁰ C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170 ⁰ C 16 h.			
	Sertifik HRC/HB	Rm N/mm²	Re N/mm²	% Uzama					
A360.2- A380	110 HB	310	280	1	A:440 B:1565 C:420				



Şekil 5.38 Fren,debriyaj pedalı ve bağlantı braketi

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.39 A39 sıra nolu parçanın özellikleri i

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ

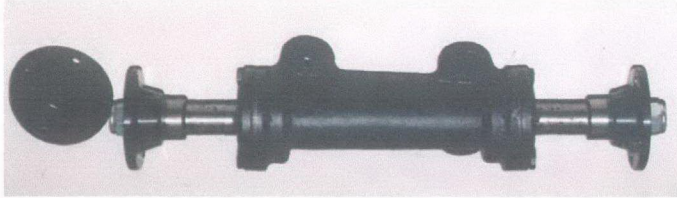
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A39	SABİT ÖNŞAFT BAĞLANTI YATAĞI	AKTARMA ORGANI	GGG40	4573	1	135-185HB	450-520	280-320	21.1-24.5

2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ

A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ					B-ISIL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ	
1. TALAŞLI ŞEKLİNDİRİLECEK MALZEME					1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama	
Döküm		Dövme			2. İşlah :				
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVİ								Siyahlama	
2. ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI					3. Sementasyon :				
Torna	Freze	Planya	Tesviye	Taşlama	4. Sertleştirme			Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA
*	*	*	*	*	Suda	Yağda	İndüksiyonla		
3. MONTAJ					5. Menevis :				
Civata		Perçin	Kaynak						
KAUÇUK TAKOZ									

3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ

A-TEKNİK ÖZELLİKLER					B-İMALAT ÖZELLİKLER	
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağırlığı (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 -535 ⁰ C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170 ⁰ C 16 h.
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama		
A360.2- A380	110 HB	310	280	1	2056	

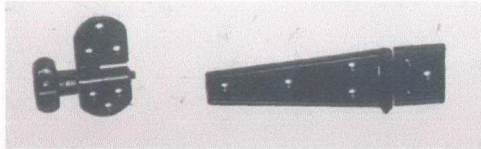


Şekil 5.39 Sabit ön shaft bağlantı yatağı

5.2 4x4 GTD Model Araçlarda Döküm Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.40 A40 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
						Sertlik HRC/HS	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
A40	KAPI KAPUT VE ARKA (KASA KAPAK MENTEŞESİ) + KÜÇÜK	SESİZ TRANSFER	GGG40	KÜÇÜK 650 BÜYÜK 861	6 BÜYÜK 2 KÜÇÜK	135-185HB	400-550		21.1
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-ISIL İŞLEM			C-YÜZEY İŞLEMLERİ		
1. TALAŞLI ŞEKLİNDİRİLECEK MALZEME				1. Tavlama-Normalize :			Fosfatlama		
Döküm		Dövme		2.İslah :					
585°C 3 h. GERİLİM GİDERME TAVI							Siyahlama		
2.ŞEKLİNDİRME AŞAMALARI				3. Sementasyon :					
Torna	Freze	Planşa	Tesviye	Taşlama	4. Sertleştirme			Boya	
*	*				Suda	Yağda	İndüksiyonla		
3. MONTAJ							ASTAR VE SON KAT BOYA		
Civata		Perçin	Kaynak						
		*							
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Ağır. (Gr.)	Kokil Döküm : (A360.2) Çözeltiye Alma : 520 -535°C 2-8 h.(Su Soğutma) Yaşlandırma : 150-170°C 16 h.			
	Sertlik HRC/HS	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
A360.2- A380	110 HB	310	280	1	Küçük:292 Büyük:387				



Şekil 5.40 Kasa, kaput ve kapak menteşesi

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.41 B1 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B1	ŞASE YANAĞI SAĞ VE SOL	ŞASE	E-6044	4,5	26000	2	430-580	275	20
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1. KESME : OKSİJENLE KESİM						Fosfatlama			
2. ŞEKİL VERME	Sivama : Pres : HIDROLİK PRES FORM BASIM (250-300 TON)								
	Diğer BAĞLANTI DELİKLERİ (RADYAL MATKAP)					Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI	Punta : Oksijen :								
	Diğer :					Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
4. MONTAJ	PERÇİN VE CİVATA								
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER							B-İMALAT ÖZELLİKLER		
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça Ağırlığı (Gr.)	1. Bütün kaliteler termomekanik haddeleme ile üretilmektedir. 2. Nb+Ti+V ≤ % 0.22		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
E:4935		430-550	420	20	2-5	21000			
E:4936									
E:4942									

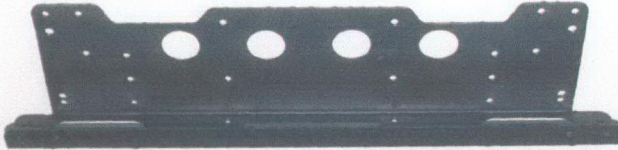


Şekil 5.41 Şase yanağı sağ ve sol

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.41 B2 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B2	ŞASE ÖN YANAĞI	SAÇ MALZEME	E-6044	4,5	8500	1	430-580	275	20
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.KESME : FOTSEL(OKSİJENLE)						Fosfatlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ						Boya			
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağırl. (Gr.)	Soğuk şekillendirmeye uygun yüksek akma dayanımlı sıcak haddelenmiş çelik Üretim:termomekanik haddelemeyle		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
E:4932 E:4936		430-550	400	23	2-5	7050			



Şekil 5.42 Şase ön yanağı

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.43 B3 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ

SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B3	H. DİREKSİYON BAĞLANTI BRAKETİ	SAÇ MALZEME	E-3010	6	3654	1	401	340	40

2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ

A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-YÜZEY İŞLEMLERİ	
1.KESME : FOTSEL				Fosfatlama	
2. ŞEKİL VERME		Sivama :			
		Pres : EKSANTİRİK PRES DELME (120 TON), HİDROLİK PRES FORM BASIMI (ÜST 80-90, ALT 30-40)			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI		Diğer : TESVİYE DELİK DELME BAĞLANTI DELİĞİ		Siyahlama	
		Punta :			
				Oksijen :	
4. MONTAJ		PERÇİN			

3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ

A-TEKNİK ÖZELLİKLER					B-İMALAT ÖZELLİKLER		
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağırl. (Gr.)	Soğuk şekillendirmeye uygun sıcak haddelenmiş HSLA çeliği Termomekanik hadde üretimi
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama			
E:4936		480-620	420	19	2-5	3300	
E:4942							



Şekil 5.43 Hidrolik direksiyon bağlantı braketİ

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.44 B4 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ

SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B4	ÖN TRAVERS ALT TABLASI	ŞASE	E-3010	6	5400	1	401	340	40

2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ

A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-YÜZEY İŞLEMLERİ	
1.KESME : GİYOTİN MAKAS KESİM, GİYOTİN MAKAS ÇAPRAZ KESİM				Fosfatlama	
2. ŞEKİL VERME		Sivama : Pres : 700 TON H. PRES FORM BASIM (ÜST 90-110.ALT 0) Diğer BAĞLANTI DELİKLERİ (EKSANTRİK PRES)			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI		Punta : Okajen :		Siyahlama	
		Diğer : DELİKLER TESVİYE PERÇİN			
4. MONTAJ				Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA

3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ

A-TEKNİK ÖZELLİKLER					B-İMALAT ÖZELLİKLER		
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağırl. (Gr.)	Soğuk şekillendirmeye uygun sıcak haddelenmiş HSLA çeliği Termomekanik hadde üretimi
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama			
E:4936		480-620	420	19	2-5	4886	
E:4942							



Şekil 5.44 Ön travers alt tablası

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.45 B5 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ

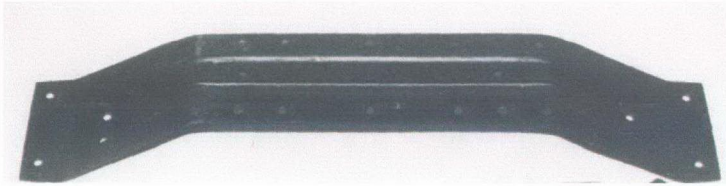
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	KULLANIM MİKTARI	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B5	ÖN VE ARKA TRANS YATAK BAĞLANTI BRAKETİ	ŞASE	E-6114	3	4000	2	320	220	38

2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ

A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-YÜZEY İŞLEMLERİ	
1. KESME : FOTSEL				Fosfatlama	
2. ŞEKİL VERME					
Sivama : EKSANTRİK BOŞALTIMA DELİĞİ (10 TON), Pres : APKANT BÜKME(200 TON) ' , Diğer : TESVİYE (BAĞLANTI DELİKLERİ)				Styahlama	
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI					
Punta : Oksajen : Diğer :				Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA
4. MONTAJ					
PERÇİN					

3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ

A-TEKNİK ÖZELLİKLER					B-İMALAT ÖZELLİKLER		
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağırl. (Gr.)	Soğuk şekillendirmeye uygun sıcak haddelenmiş HSLA çeliği Termomekanik hadde üretimi
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama			
E:4932		430-550	400	23	2-3	3000	
E:4936							

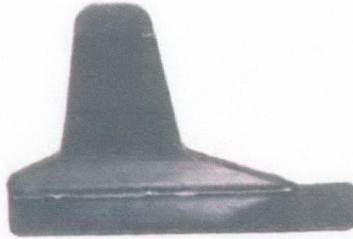


Şekil 5.45 Ön ve arka trans yatak bağlantı braketi

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.46 B6 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm : N/mm ²	Re : N/mm ²	% Uzama
B6	SAG ÜST TRANS YATAK BAĞLANTI TRAVERS KULAĞI VE SOL	ŞASE	E-3010	6	1310	2	401	340	40
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1. KESME : FOTSEL						Fosfatlama			
2. ŞEKİL VERME		Sivama : _____							
		Pres : _____ APKANT (37,5 TON) FORM							
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI		Diğer : _____ TESVİYE (BAĞLANTI DELİĞİ)				Siyahlama			
		Punta : _____							
		Okajjen : _____							
4. MONTAJ		Diğer : _____				Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
		PERÇİN							
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER							B-İMALAT ÖZELLİKLER		
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağırl. (Gr.)	Soğuk şekillendirmeye uygun sıcak haddelenmiş HSLA çeliği Termomekanik hadde üretimi		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
E:4936		430-550	400	23	2-5	1215			
E:4942									



Şekil 5.46 Sağ ve sol üst trans yatak travers kulağı

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.47 B7 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B7	ARKA TRAVERS ÜST BAĞLANTI TABLASI	ŞASE	E-3010	6	6600	1	401	340	40
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1. KESME :FOTSEL						Fosfatlama			
2. ŞEKİL VERME		Sivama : Pres : EKSANTRİK PRES BOŞALTIMA DELİĞİ(120 TON), APKANT BÜKME (37,5 TON) Diğer : TESVİYE BAĞLANTI DELİKLERİ							
		3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI		Punta : Oksijen : Diğer :				Siyahlama	
4. MONTAJ				PERÇİN		Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER							B-İMALAT ÖZELLİKLER		
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağırl. (Gr.)	Soğuk şekillendirmeye uygun sıcak haddelenmiş HSLA çeliği Termomekanik hadde üretimi		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
E:4936		480-620	420	20	2-5	5815			
E:4942									



Şekil 5.47 Arka travers üst bağlantı tablası

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.48 B8 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ

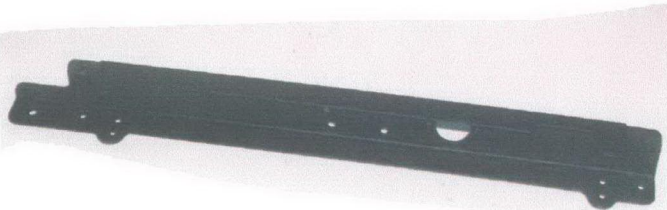
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B8	ŞASE ARKA YANAĞI	ŞASE	E-6044	4,5	5600	1	430-580	275	20

2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ

A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ	
1.KESME :FOTSEL						Fosfatlama	
2. ŞEKİL VERME	Sivama	:					
	Pres	:	EKSANTRİK DELME (150 TON) , APKANT BÜKME (200 TON)				
	Diğer	:	TESVİYE(BAĞLANTI DELİKLERİ)				
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI	Punta	:				Siyahlama	
	Oksijen	:					
	Diğer	:					
4. MONTAJ	PERÇİN					Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA

3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ

A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER	
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağırl. (Gr.)	Soğuk şekillendirmeye uygun sıcak haddelenmiş HSLA çeliği Termomekanik hadde üretimi
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama			
E:4936		480-620	420	20	2-5	4530	
E:4942							



Şekil 5.48 Şase arka yanağı

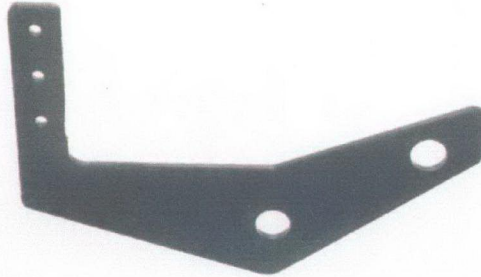
5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.49 B9 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	KULLANIM MİKTARI	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm²	Re N/mm²	% Uzama
B9	KANGRU AYAĞI	ŞASE	E-3010	10	3961	2	401	340	40

2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ								
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ		
1.KESME : FOTOSEL						Fosfatlama		
2. ŞEKİL VERME	Sivama :							
	Pres :							
	Diğer : RADYAL MATKAP, DELİK DELME							
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI	Punta :					Siyahlama		
	Oksijen :							
	Diğer :							
4. MONTAJ	CİVATA					Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA	

3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ								
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER		
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağırl. (Gr.)	Soğuk şekillendirmeye uygun sıcak haddelenmiş HSLA çeliği Termomekanik hadde üretimi	
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm²	Re N/mm²	% Uzama				
E:4942		480-620	430	20	5	3490		
E:4936								



Şekil 5.49 Kanguru ayağı

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.50 B10 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ

SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B10	GTD MODEL MOTOR KAPUTU	SAÇ MALZEME	E-6114	1,2	21000	1	320	220	38

2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ

A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-YÜZEY İŞLEMLERİ	
1. KESME : GIYOTİN MAKAS KABA ÖLÇÜ, HAVALI MAKAS SON ÖLÇÜ				Fosfatlama	*
2. ŞEKİL VERME					
Sivama : Pres : HİDROLİK PRES (700 TON) (ÜST 80-90,ALT 70-80)				Siyahlama	
Diğer :					
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI				Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA
Punta : KUŞAKLARI BİRLEŞTİRME					
Okajon :					
Diğer :					
4. MONTAJ				MENTEŞEYLE	

3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ

A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER	
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif	Alternatif	1. Soğuk şekillendirmeye uygun yüksek dayanımlı soğuk haddelenmiş X52-X60 HSLA çeliği Nb+Ti+V ≤ % 0.22 2.Şekillendirmeye elverişli alüminyum
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama	Parça Kalınlığı (mm.)	Parça . Ağırl. (Gr.)	
E:7132		430	400	20	0,40-2	15750	
E:7136							
E:7140							
6061-6063		205	210	18	0,5		



Şekil 5.50 GTD Model araç motor kaputu

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.51 B11 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B11	GTD MODEL ÖN PANJUR	KASA	E-1110	1,2	10000	1	308	304	58
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.KESME : GİYOTİN MAKAS, HAVALI MAKAS						Fosfatlama			
2. ŞEKİL VERME		Sivama : Pres : EKSANTRİK DELME (150 TON) 700 TON HİDROLİK FORM BASIM (ÜST 60, ALT 40) EKSANTRİK FAR DELİĞİ AÇMA (100 TON)							
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI		Diğer				Siyahlama			
		Punta :							
		Oksijen :				Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
		Diğer : DAVLUMBAZA PUNTA İLE BİRLEŞTİRME							
4. MONTAJ		CİVATA							
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER							B-İMALAT ÖZELLİKLER		
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağırl. (Gr.)	1.Soğuk şekillendirmeye uygun, soğuk haddelenmiş HSLA çeliği Nb+Ti+V ≤ % 0.22 2.Ekstrüzyon şekillendirmeye elverişli alüminyum alaşımları		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
E:7132		430	360-460	20	0,4-2	8200			
E:7136									
5056	55HB	250	110	18	0,2-0,5	4300			
5083	60-65HB	270	140						
6061		110	200						
6063		110	205						



Şekil 5.51 GTD Model araç ön panjur

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.52 B12 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ

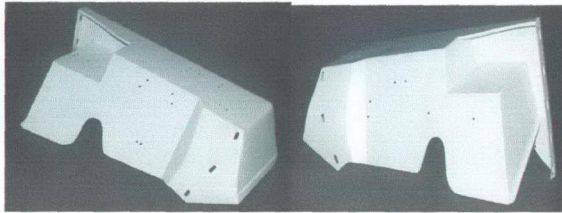
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm²	Re N/mm²	% Uzama
B12	GTD MODEL SAĞ SOL ÇAMURLUK	SAC MALZEME, KASA KAPORTA	E-1110	1,2	10000	2	308	304	58

2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ

A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-YÜZEY İŞLEMLERİ	
1. KESME : GİYOTİN, HAVALI MAKAS				Fosfatlama	*
2. ŞEKİL VERME	Sivama :				
	Pres :	EKSANTRİK DELME (100 TON) APKANT BÜKÜM (150 TON)			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI	Diğer :			Siyahlama	
	Punta :	KUŞAK, AKÜ ALT SACI, ÇAMURLUK İÇ SACI			
	Oksijen :	*			
	Diğer :				
4. MONTAJ	CIVATA			Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA

3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ

A-TEKNİK ÖZELLİKLER					B-İMALAT ÖZELLİKLER		
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif	Alternatif	1. Soğuk şekillendirmeye uygun, soğuk haddelenmiş HSLA çeliği Nb+Ti+V ≤ % 0.22 2. Presleme, ekstrüzyon v.b. şekillendirmeye uygun alüminyum alaşımı
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm²	Re N/mm²	% Uzama	Parça Kalınlığı (mm.)	Parça Ağırlığı (Gr.)	
E:7132		400	320-410	22	0,4-2	8477	
E:7315	IF çeliği						
E:7318							
5754 6061	45HB	290 220	180 110	18	0,5-2	4300	



Şekil 5.52 GTD Model araç sağ ve sol çamurluğu

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.53 B13 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ

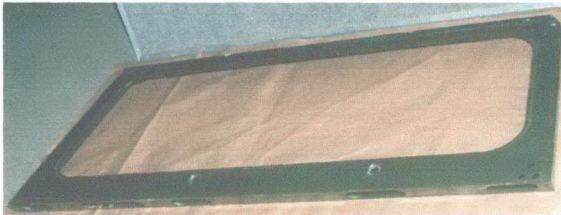
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B13	GTD MODEL ÖN CAM ÇERÇEVESİ	KAPORTA	E-6114	1,2	11600	1	320	220	38

2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ

A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-YÜZEY İŞLEMLERİ	
1. KESME : GIYOTİN, HAVALI MAKAS				Fosfatlama	
2. ŞEKİL VERME		Sivama :			
		Pres : EKSANTRİK DELME (30 TON) 700 TON HİDROLİK PRES (ÜST 70-80, ALT 50-60) FORM			
		Diğer :			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI		Punta :		Siyahlama	
		Okajın :			
		Diğer : ELEKTRİK KAYNAĞI (ÇAP 2.5 mm)			
4. MONTAJ		MENTEŞE		Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA

3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ

A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER	
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağr. (Gr.)	1.çift fazlı çelik 2.şekilendirmeye çok uygun alüminyum alaşımları
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama			
DP stell		625	400	25	1-2	8702	
5754	45HB	250-310	180	18	0,5	4408	
6061		200	110				



Şekil 5.53 GTD Model ön cam çerçevesi

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.54 B14 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B14	GTD MODEL ÖN KAVİL SOL YAN SACI VE SAĞ	KASA KAPORTA	E-1110	1,2	1570	2	308	304	58
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1. KESME : GİYOTİN, HAVALI MAKAS						Fosfatlama			
2. ŞEKİL VERME		Sivama : Pres : EKSANTRİK DELME (30-50 TON) 700 TON HİDROLİK PRES (ÜST 70, ALT 50) BÜKME							
		Diğer				Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI		Punta : Oksijen : Diğer :							
4. MONTAJ		OKSİJEN KAYNAĞI				Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça Ağırl. (Gr.)	Soğuk şekillendirmeye uygun yüksek akma dayanımlı soğuk haddelenmiş HSLA çeliği		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
E:7132		400	320-410	22	0,40-2	1390			
E:7136									



Şekil 5.54 GTD Model ön kavil sol ve sağ yan sacı

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.55 B15 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B15	GTD MODEL KAVİL SOL, KAVİL SAĞ	KAPORTA	E-6114	1,2	1400	2	320	220	38
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.KESME : GIYOTİN, HAVALI MAKAS						Fosfatlama	*		
2. ŞEKİL VERME									
Sivama :						Siyahlama			
Pres : 700 TON HİDROLİK PRES (ÜST 70-ALT 50)									
Diğer :						Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
Punta : ÖN KAVİL KOMPLE									
Oksijen :									
Diğer :									
4. MONTAJ									
PUNTA VE OKSİJEN KAYNAĞI									
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER							B-İMALAT ÖZELLİKLER		
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağr. (Gr.)	1.Soğuk şekillendirmeye uygun,soğuk HSLA çeliği 2.Ekstra derin çekmeye uygun soğuk haddelenmiş IF çeliği		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
E:7132		400	320-410	22	0,40-2	1052			
E:7124		400	320-410	22	0,40-2	1052			
E:7314									

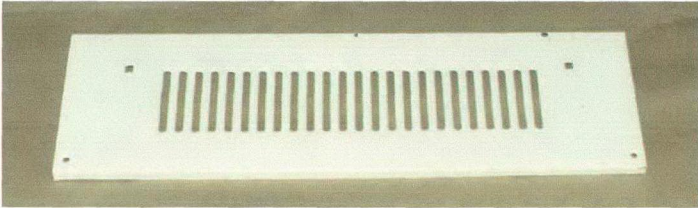


Şekil 5.55 GTD Model sol ve sağ kavl

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.56 B16 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm²	Re N/mm²	% Uzama
B16	GTD MODEL ÖN KAVİL HAVALANDIRMA SACI	KAPORTA	E-1110	1,2	1350	1	308	304	52
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.KESME : GİYOTİN MAKAS						Fosfatlama			
2. ŞEKİL VERME	Sivama :								
	Pres : EKSANTRİK DELME (50-70 TON) APKANT BÜKME (8 TON) HİDROLİK PRES FORM BASIM (ÜST 40, ALT 0)								
	Diğer :								
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI	Punta :					Siyahlama			
	Oksijen :								
	Diğer :								
4. MONTAJ			CİVATA			Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER							B-İMALAT ÖZELLİKLER		
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif	Alternatif	1.Soğuk şekillendirmeye uygun HSLA çeliği 2.Şekillendirmeye çok uygun alüminyum alaşımı		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm²	Re N/mm²	% Uzama	Parça Kalınlığı (mm.)	Parça . Ağr. (Gr.)			
E:7132		430	360-460	20	0,40-2	1166			
E:7136									
5754	45HB	250-310	180	17-18	0,5	607			
5056	55HB	250	110						
6061	65-95HB	200	110						
6082	65-95HB	275	200						

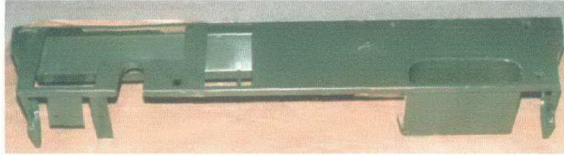


Şekil 5.56 GTD Model ön kavil havalandırma sacı

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.57 B17 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B17	GTD MODEL ÖN GÖĞÜS	KAPORTA	E-1110	1,2	9000	1	308	304	58
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1. KESME : GIYOTİN, HAVALI MAKAS						Fesiletilme	-		
2. ŞEKİL VERME	Sivama :								
	Pres : EKSANTRİK DELME (50-70 TON) APKANT BÜKME (8 TON)								
	Diğer :								
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI	Punta : KAPAK					Siyahlama			
	Oksijen : SİLECEK MOTOR YUVASI								
	Diğer :								
4. MONTAJ		CİVATA				Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER							B-İMALAT ÖZELLİKLER		
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağr. (Gr.)	Soğuk şekillendirmeye uygun HSLA çeliği		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
E:7132		430	360-460	20	0,40-2	7780			
E:7136									



Şekil 5.57 GTD Model ön göğüs

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.58 B18 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B18	GTD MODEL ANTEN BAĞI AMA BRAKETİ	KAPORTA	E-3010	3	1514	2	401	340	40
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESME)						Fesatlama			
2. ŞEKİL VERME		Sivama :							
		Pres : EKSANTRİK PRES DELME APKANT PRES BÜKME (22 TON)							
		Diğer :							
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
		Punta :							
		Oksijen : ELEKTRİK ARK KAYNAĞI							
		Diğer : TOPLAMA				Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
4. MONTAJ		CİVATA							
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER							B-İMALAT ÖZELLİKLER		
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça Ağırlığı (Gr.)	Soğuk şekillendirmeye uygun sıcak haddelenmiş çelik Termomekanik hadde üretimi		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
E:4936		430-550	355	23	2-3	1480			



Şekil 5.58 GTD Model anten bağlama braketi

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.59 B19 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ											
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER				
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama		
B19	GTD MODEL SOL ÖN KAPI KOMPLE	KAPORTA			11500	1					
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ											
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ					
2. ŞEKİL VERME						Fosfatlama					
									1.KESME :		
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama					
									Diğer		
4. MONTAJ						Boya			ASTAR VE SON KAT BOYA		
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ											
A-TEKNİK ÖZELLİKLER							B-İMALAT ÖZELLİKLER				
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağı. (Gr.)	1. Soğuk şekillendirmeye uygun 2.Şekillendirmeye çok uygun alüminyum alaşımları				
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama							
E:7132 E:7136 E:7140		430	360-460	20	0,4-2	9940					
5056	55HB	250	110	17-18	0,5	5520					
6060	75HB	215	160								
6061	75HB	200	110								



Şekil 5.59 GTD Model sol ön kapı komple

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.60 B20 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ

SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B20	GTD MODEL SOL ÖN KAPI DIŞ SACI	KAPORTA (KAPI)	E-1110	1,2	5400	1	308	304	58

2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ

A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-YÜZEY İŞLEMLERİ	
1. KESME : GİYOTİN, HAVALI MAKAS				Fosfatlama	*
2. ŞEKİL VERME					
Sivama : 700 TON HİDROLİK FORM BASIM (ÜST 80-90, ALT 30-40)				Siyahlama	
EKSANTRİK PRES KAPI KİLİT YERİ APKANT PRES BÜKÜM (8,4 TON)					
Diğer :					
Punta :					
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI				Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA
Oksijen :					
Diğer :					
4. MONTAJ				İÇ SACA BİRLEŞTİRME	

3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ

A-TEKNİK ÖZELLİKLER					B-İMALAT ÖZELLİKLERİ		
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağır. (Gr.)	1. Soğuk şekillendirmeye uygun HSLA çeliği 2. Şekillendirmeye çok uygun alüminyum alaşımları
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama			
E:7136		430	360-460	20	0,40-2	4670	
5056	55HB	250	110	17-18	0,5	2621	
6060	75HB	215	160				
6061		200	110				



Şekil 5.60 GTD Model sol ön kapı dış sacı

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.61 B21 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B21	GTD MODEL SOL ÖN KAPI İÇ SACI	KAPORTA (KAPI)	E-6114	1,2	5400	1	320	220	38
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.KESME : GİYOTİN, HAVALI MAKAS						Fosfatlama			
2. ŞEKİL VERME	Sivama : Pres : 700 TON HİDROLİK FORM BASIM (ÜST 80-90, ALT 30-40) EKSANTRİK PRES KİLİT YERİ								
	Diğer :					Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI	Punta : *								
	Oksijen :					Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
Diğer : ELEKTRİK ARK KAYNAĞI, MENTEŞE TAKCIYE, KAPI KUŞAĞI									
4. MONTAJ	KENETLE BİRLEŞTİRME								
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif	Alternatif	1.Soğuk şekillendirmeye uygun HSLA çeliği 2.Şekillendirmeye çok uygun alüminyum alaşımları		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama	Parça Kalınlığı (mm.)	Parça . Ağır. (Gr.)			
E:7132		400	320-410	22	0,40-2	3950			
5056	55HB	250	110	17-18	0,5	2218			
6060	75HB	215	160						
6061		200	110						



Şekil 5.61 GTD Model sol ön kapı iç sacı

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.62 B22 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B22	GTD MODEL KAPI KUŞAĞI SAĞ	KAPORTA (KAPI)	E-1110	1,2	900	1	308	304	58
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS, EKSANTRİK KÖŞE KESME						Fosfatlama	*		
2. ŞEKİL VERME									
Sivama :						Siyahlama			
Pres : APKANT PRES BÜKME (8.4 TON)									
Diğer :						Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
Punta :									
Okajen :									
Diğer :									
4. MONTAJ									
KAPI İÇ SACINA ELEKTRİK ARK KAYNAĞI									
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
							B-İMALAT ÖZELLİKLER		
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağır. (Gr.)	1.Soğuk şekillendirmeye uygun HSLA çeliği 2.Şekillendirmeye çok uygun alüminyum alaşımları		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
E:7132		400	320-410	22	0,40-2	800			
5056	55HB	250	110	17-18	0,5	436			
6060	75HB	215	160						
6061		200	110						



Şekil5.62 GTD Model kapı kuşağı sağ

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.63 B23 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B23	GTD MODEL SAĞ ÖN KAPI KOMPLE	KAPORTA			11500	1			
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
2. ŞEKİL VERME			1.KESME :			Fosfatlama	*		
			Sivama :						
			Pres :						
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI			Diğer :			Siyahlama			
			Punta :						
			Oksijen :						
4. MONTAJ			Diğer :			Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
			MENTEŞE VE CİVATA						
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER							B-İMALAT ÖZELLİKLER		
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağırl. (Gr.)	1.Soğuk şekillendirmeye uygun HSLA çeliği 2.Şekillendirmeye çok uygun alüminyum alaşımları		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
E:7132		430	360-440	20	0,40-2	9940			
E:7136									
E:7410									
5056	55HB	250	110	17-18	0,5	2218			
6060	75HB	215	160						
6061		200	110						



Şekil 5.63 GTD Model sağ ön kapı komple

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.64 B24 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B24	GTD MODEL SAĞ KAPI KASA ÇERÇEVESİ ORTA DİREĞİ	KAPORTA KASA	E-6114	1,2	2400	1	320	220	38
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.KESME : GİYOTİN MAKAS, 700 TON HİDROLİK PRES KENAR KESİM (ÜST 50,ALT 20)						Fosfatlama			
2. ŞEKİL VERME		Sivama : Pres : 700 TON HİDROLİK PRES FORM BASIM (ÜST 40-50, ALT 30-40), EKSANTRİK PRES (DELME)							
		Diğer :				Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI		Punta : Oksijen : *							
		Diğer : İÇ TAKVİYE ELEKTRİK KAYNAĞI (Q 2.5mm)				Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
4. MONTAJ		OKSİJENLE (ÖN, ARKA ALT MARŞPIYEL)							
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağr. (Gr.)	Dual fazlı (Nippon) çeliği		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
DP-980X		620	400	25	1-2	1800			



Şekil 5.64 GTD Model sağ kapı kasa çerçevesi orta direği

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.65 B25 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B25	GTD MODEL SAĞ KAPI KASA ÇERÇEVESİ ÖN DİREĞİ	KAPORTA (KAPI)	E-6114	1,2	1245	1	320	220	38
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.KESME : GIYOTİN, HAVALI MAKAS						Fosfatlama	*		
2. ŞEKİL VERME									
Sivama :						Siyahlama			
Pres : 700 TON HİDROLİK PRES FORM BASIM (ÜST 40-50, ALT 30-40)									
Diğer :									
Punra :									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
Oksijen : *									
Diğer : İÇ TAKVİYE ELEKTRİK ARK KAYNAĞI (Q 2.5mm)						Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
4. MONTAJ									
MARŞPIYEL İLE BİRLEŞTİRME						Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağr. (Gr.)	Dual fazlı (Nippon) çeliği		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
DP-980X		620	400	25	1-2	935			



Şekil 5.65 GTD Model sağ kapi kasa çerçevesi ön direği

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.66 B26 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B26	GTD MODEL KAPI KASA ÇERÇEVESİ SOL ÖN DİREĞİ	KAPORTA KASA	E-6114	1,2	1245	1	320	220	38
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.KESME :GİYOTİN, HAVALI MAKAS						Fosfatlama	*		
2. ŞEKİL VERME		Sivama : Pres : 700 TON PRES FORM BASIM (ÜST 40-50, ALT 30-40)							
		Diğer :				Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI		Punta :							
		Oksijen :							
		Diğer :							
4. MONTAJ		OKSİJEN KAYNAĞI				Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER							B-İMALAT ÖZELLİKLER		
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağırl. (Gr.)	Dual fazlı (Nippon) çeliği		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
DP-980X		620	400	25	1-2	910			

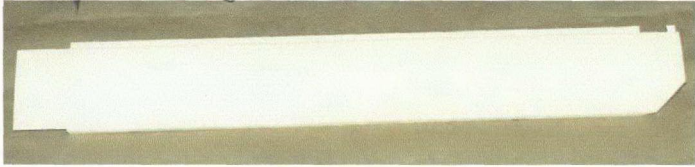


Şekil 5.66 GTD Model kapı kasa çerçevesi sol ön direği

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.67 B27 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ										
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	KULLANIM MİKTARI	MEKANİK ÖZELLİKLER			
							Rm N/mm²	Re N/mm²	% Uzama	
B27	GTD MODEL MARŞPIYEL SOL VE SAĞ	KASA KAPORTA	E-1110	1,2	2180	2	308	304	58	
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ										
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ				
1.KESME : GİYOTİN MAKAS						Fosfatlama	*			
2. ŞEKİL VERME										
Sivama : Pres :						EKSANTRİK KOŞE ÇIKARMA				
						APKANT PRES BÜKÜM (8.4 TON)				
Diğer :						KARDAN MAKİNASI, FATURA VERME				
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Punta :				
						Oksijen :				
						Diğer :				
4. MONTAJ						OXSJEN, ELEKTRİK ARK KAYNAĞI (TAKVİYE)				
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ						Boya				ASTAR VE SON KAT BOYA
A-TEKNİK ÖZELLİKLER							B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağırl. (Gr.)	Soğuk şekillendirmeye uygun HSLA çeliği			
	Sertifik HRC/HB	Rm N/mm²	Re N/mm²	% Uzama						
E:7136		430	360-460	20	0,40-2	1834				



Şekil 5.67 GTD Model sol ve sağ marşpiyel

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.68 B28 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B28	GTD MODEL KAPI CAM ÇERÇEVESİ SACI SAĞ VE SOL	KAPORTA (KAPI)	E-3010	3	4600	2	401	340	40
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Pozitiflama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siyahlama			
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ						Siyahlama			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)									
2. ŞEKİL VERME						Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
4. MONTAJ									
1. KESME : GIYOTİN MAKAS (ÇAPRAZ KESİM)						Siy			

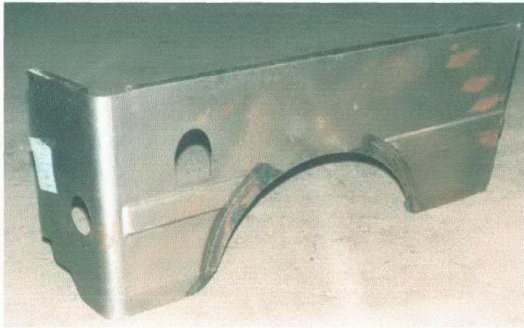


Şekil 5.68 GTD Model kapı cam çerçeve sacı sağ ve sol

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.69 B29 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ										
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama	
B29	GTD MODEL SAĞ YAN PANEL SACI	KAPORTA KASA	E-1110	1,2	13000	1	308	304	58	
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ										
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ				
1.KESME : GİYOTİN , HAVALI MAKAS						Fosfatlama	*			
2. ŞEKİL VERME	Sivama : Pres : 700 TON HİDROLİK PRES FORM BASIM (ÜST 100-110, ALT 0) EKSANTRİK PRES BENZİN DEPO BOĞAZ KESİM APKANT PRES BÜKÜM (16.8 TON)									
	Diğer :									
	3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI	Punta : Oksijen : KÖŞELER Diğer :								
4. MONTAJ		KASA VE ALT TABAN PUNTA İLE					Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ										
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER				
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağr. (Gr.)	Soğuk şekillendirmeye uygun HSLA çeliği			
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama						
E:7132		430	360-460	20	0,40-2	10930				
E:7136										



Şekil 5.69 GTD Model sağ yan panel sacı

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.70 B30 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B30	GTD MODEL ÇANTA BİDON MAHFESİ		E-1110	2	2510	1	308	304	58
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.KESME : GİYOTİN MAKAS, EKSANTRİK PRES						Fosfatlama			
2. ŞEKİL VERME	Sivama	HİDROLİK PRES KAYIŞ YERİ SIVAMASI							
	Pres	EKSANTRİK PRES 4'LÜ DELİK APKANT PRES BÜKME (15 TON)							
	Diğer	BOMBE ŞİŞİRME, EKSANTRİK PRES				Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI	Punta								
	Oksijen								
	Diğer	ELEKTRİK ARK KAYNAĞI (ALT VE YANLAR) (Q 2.5 mm)							
4. MONTAJ		CİVATA İLE				Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif	Alternatif	Soğuk şekillendirmeye uygun HSLA çeliği		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama	Parça Kalınlığı (mm.)	Parça . Ağır. (Gr.)			
E:7132		400	320-410	22	0,40-2	2170			



Şekil 5.70 GTD Model çanta bidon mahfesi

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.71 B31 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B31	GTD MODEL SOL YAN PANEL SACI	KAPORTA KASA	E-1110	1,2	13000	1	308	304	58
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.KESME : GIYOTİN, HAVALI MAKAS, EKSANTRİK PRES BENZİN DEPO BOĞAZ KESİM						Fosfatlama	*		
2. ŞEKİL VERME		Sivama : 700 TON H. FORM BASIM (ÜST 100-110, ALT 0) APKANT PRES BÜKÜM (16.8 TON)							
		Diğer				Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI		KÖŞELER							
		Diğer				Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
4. MONTAJ		TABAN VE KASA PUNTA YLA							
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER							B-İMALAT ÖZELLİKLER		
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça Ağırlığı (Gr.)	Soğuk Şekillendirmeye uygun HSLA Çeliği		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
E:7136		430	360-460	20	0,4-2	10930			



Şekil 5.71 GTD Model sol yan panel sacı

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.72 B32 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzunlaşma
B32	GTD MODEL ARAÇ ÜZERİNDEKİ ROLBAR VE DESTEK BORULARI	KASA	Ø50 Dikişsiz siyah boru E-3010	t=2,5	8500	5	350-480	215	23
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.KESME :BORU KESME TESTERESİ						Fosfatlama	*		
2. ŞEKİL VERME	Sivama	:							
	Pres	:							
	Diğer	:	BORU BÜKME MAKİNESİ						
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI	Punta	:				Siyahlama			
	Oksijen	:							
	Diğer	:	FLANŞ KAYNAĞI (Q 2.5 mm)						
4. MONTAJ	GAZALTI KAYNAĞI					Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça Ağırlığı (Gr.)	Soğuk haddeleme ve termomekanik işlem		
	Sertifik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzunlaşma					
E:4936		550	420	22	2-3	17850			



Şekil 5.72 GTD Model araçta rollbar ve destek boruları

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.73 B33 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B33	GTD MODEL ÖN CAM ÇERÇEVESİ ROLBAR BAĞLANTI SACI SAĞ VE SOL	KAPORTA KASA	E-1110	1	1937	2	308	304	58
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1. KESME : GİYOTİN MAKAS, ELEKTRİKLİ MAKAS						Fosfatlama			
2. ŞEKİL VERME	Sivama : _____								
	Pres : _____ EKSANTRİK PRES								
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI	Diğer : _____					Siyahlama			
	Punta : _____								
	Oksijen : _____								
	Diğer : _____								
4. MONTAJ	CİVATA					Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağır. (Gr.)	1. Soğuk Şekillendirmeye uygun HSLA Çeliği		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama			2. Çift fazlı çelik		
	E:7132	400	320-410	22	0,4-2	1674			
	DP(Nipp on)	700	500	22	1-2	1500			



Şekil 5.73 Ön cam çerçevesi sağ ve sol rollbar bağlantı sacı

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.74 B34 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ

SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B34	GTD MODEL ÖN TABAN SAĞ VE SOL		E-1110	1,2	5000		308	304	58

2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ

A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1. KESME : GİYOTİN MAKAS				Fosfatlama	*		
2. ŞEKİL VERME							
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI				Siyahlama			
4. MONTAJ							
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ				B-İMALAT ÖZELLİKLERİ			
A-TEKNİK ÖZELLİKLER				B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağır. (Gr.)	1. Soğuk Şekillendirmeye uygun HSLA Çeliği 2.Şekillendirmeye uygun alüminyum alaşımları
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama			
E:7132 E:7136		430	360-460	20	0,4-2	4200	
5754 6061	45HB	250-310 200	180 110	17-18	0,5	2287	



Şekil 5.74 GTD Model sağ ve sol ön taban

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.75 B35 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B35	GTD MODEL ÖN TABAN BAĞLANTI KUŞAĞI VE DEVE BOYNU SAĞ VE SOL		KUŞAK E-1110 DEVE BOYNU E-6114	KUŞAK 2 DEVE BOYNU 1,2	KUŞAK 21.50 DEVE BOYNU 1000	KUŞAK 3 DEVE BOYNU 2	320	220	38
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1. KESME : GİYOTİN MAKAS, EKSSANTRİK PRES AÇILIM KESİM (150 TON)						Postaflama			
2. ŞEKİL VERME		Sivama : Pres : 700TON HİDROLİK FORM BASIM (ÜST 90-100, ALT 0) EKSSANTRİK PRES DELİK İŞİ							
		Diğer :				Siyahlama			
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI		Punta :							
		Okajen :							
4. MONTAJ		Diğer :				Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
		KASA MONTAJ TOPLAMA, PUNTA KAYNAĞI							
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER							B-İMALAT ÖZELLİKLER		
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif	Alternatif	1. Soğuk Şekillendirmeye uygun HSLA Çeliği 2. Şekillendirmeye uygun alüminyum alaşımları		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama	Parça Kalınlığı (mm.)	Parça Ağırlığı (Gr.)			
E.7132		400	320-410	22	0,4-2	6350			
5754		250-310	180	17-18	0,5	3211			

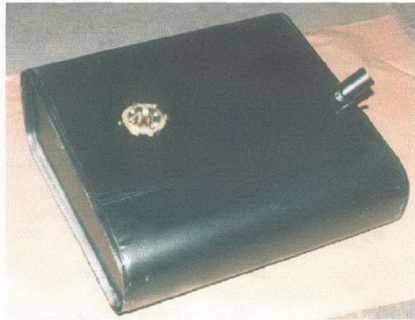


Şekil 5.75 Ön taban bağlantı kuşağı, sağ ve sol deve boynu

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.76 B36 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B36	YAKIT DEPOSU	YAKIT DEPOSU	GALVANİZ SAÇ	1	13000	1	28-50 kg /mm2		
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1. KESME : GİYÖTİN MAKAS									
2. ŞEKİL VERME		Sivama : Pres : EKSANTRİK PRES DELME (25 TON) APKANT PRES BÜKME				Fosfatlama	306 gr/mm2 ÇİNKO KAPLAMA		
		Diğer :							
		3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI		Punta : Oksijen : Diğer : BOĞAZ BİRLEŞTİRME LEHİMLE				Siyahlama	
DİKİŞ KAYNAĞI									
4. MONTAJ								Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağırl. (Gr.)	Soğuk şekillendirmeye uygun çinko ile kaplanmış galvanizli çelikler		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
E.7312		270-420	140-300	26	1	13000			



Şekil 5.76 Yakıt deposu

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.77 B37 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B37	GTD MODEL SOL ÇÖKERTME SACI VE SAĞ SACI	ALT TABAN KASA KAPORTA	E-6114	1,2	2600		320	220	38
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1. KESME :GIYOTİN, HAVALI MAKAS						Fosfatlama	*		
2. ŞEKİL VERME		Sivama :							
		Pres : 700 TON VE 30 TON HİDROLİK PRES (ÜST 60, ALT 50) FORM VERME HİDROLİK PRES ÜTÜLEME (30 TON)							
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI		Diğer :				Siyahlama			
		Punta :							
		Oksijen :							
4. MONTAJ		Diğer :				Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
		PUNTA VE (Q 2.5 mm ELEKTROT)							
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağr. (Gr.)	1. Soğuk Şekillendirmeye uygun HSLA Çeliği		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
E.7136		430	360-460	20	0,4-2	1950			

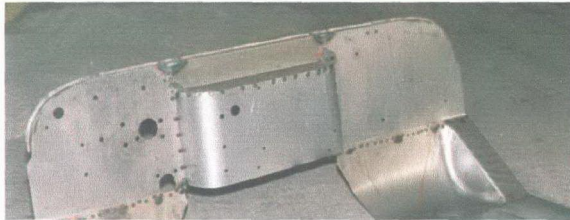


Şekil 5.77 Sol ve sağ çökertme sacı

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.78 B38 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B38	GTD MODEL ALEV BÖLMESİ SACI KOMPLE	KAPORTA	E-1110	1,2	4640	1	308	304	58
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.KESME :GIYOTİN, HAVALI MAKAS						Fosfatlama	*		
2. ŞEKİL VERME		Sivama :							
		Pres : EKSANTRİK PRES DELME APKANT PRES BÜKÜM (8.4 TON)							
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI		Diğer :				Siyahlama			
		Punta :							
4. MONTAJ		Oksijen :				Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
		Diğer :							
		PUNTA OKSİJEN							
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER							B-İMALAT ÖZELLİKLER		
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça Ağırlığı (Gr.)	1.Soğuk Şekillendirmeye uygun HSLA Çeliği		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
E:7136		430	360-460	20	0,4-2	3900			
E:7132									



Şekil 5.78 Alev bölmesi sacı

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.79 B39 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B39	GTD MODEL ARKA ALT TABAN KOMPLE	KASA KAPORTA	E-1110	1,2	38000	1	308	304	58
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.KESME : GIYOTİN, HAVALI MAKAS						Fosfatlama		*	
2. ŞEKİL VERME		Sivama :							
		Pres : EKSANTRİK PRES DELME APKANT PRES BÜKÜM (16.8 TON)							
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI		Diğer : KAPORTA KORDON ÇEKİM				Siyahlama			
		Punta : KUŞAKLAR							
		Oksijen :							
4. MONTAJ		Diğer :				Boya		ASTAR VE SON KAT BOYA	
		PUNTA ELEKTRİK KAYNAĞI (Q 2.5mm)							
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER							B-İMALAT ÖZELLİKLER		
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağırl. (Gr.)	1.Soğuk Şekillendirmeye uygun HSLA Çeliği		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
E:7136		430	360-460	20	0,4-2	31960			
E:7132									

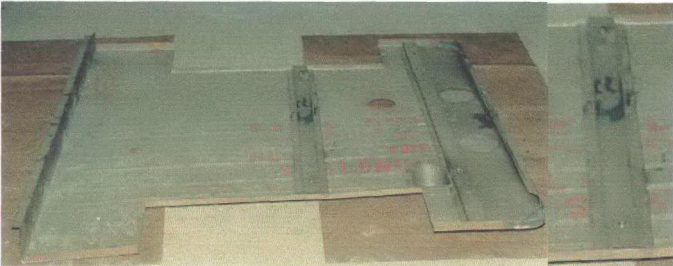


Şekil 5.79 Arka alt taban komple

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.80 B40 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B40	GTD MODEL ARKA TABAN KUŞAK SACI	KASA KAPORTA ALT TABAN	E-1110	2	2143	4	308	304	58
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1. KESME : GIYOTİN MAKAS						Fosfatlama	*		
2. ŞEKİL VERME		Sıvama :							
		Pres : EKSANTRİK PRES DELME APKANT PRES BÜKÜM (16.8 TON)							
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI		Diğer :				Siyahlama			
		Punta :							
		Oksijen :							
		Diğer : BURÇLAR ELEKTROT (Q 2.5 mm)							
4. MONTAJ		PUNTA				Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER							B-İMALAT ÖZELLİKLER		
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağırl. (Gr.)	1. Soğuk Şekillendirmeye uygun HSLA Çeliği		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
E:7136		430	360-460	20	0,4-2	1800			
E:7132									



Şekil 5.80 Arka taban kuşak sacı

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.81 B41 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ										
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER			
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama	
B41	GTD MODEL ARKA ÇAMURLUK DAVLUMBAZI SAĞ VE SOL	KASA KAPORTA	E-1110	1,2	2303	2	308	304	58	
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ										
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ				
1. KESME : GİYOTİN MAKAS EN BOY, ÇAPRAZ KESİM						Fosfatlama	*			
2. ŞEKİL VERME	Sivama : Pres : APKANT PRES BÜKÜM (8 4 TON) Diğer : KAPORTA TOPLAMA									
	3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI	Punta : * Oksijen : Diğer :					Siyahlama			
4. MONTAJ		PUNTA								
						Boya	ATAR VE SON KAT BOYA			
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ										
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER				
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağırl. (Gr.)	Soğuk şekillendirmeye uygun HSLA çeliği			
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama						
E:7132		430	360-460	20	0,40-2	1935				
E:7136										



Şekil 5.81 Arka çamluluk sağ ve sol davlumbazı

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.82 B42 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B42	GTD MODEL ARKA TABAN ALT BAĞLANTI VE DESTEK SACI	KASA KAPORTA ALT TABAN	E-1110	2	10400	1	308	304	58
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.KESME : GİYOTİN MAKAS						Fosfatlama	*		
2. ŞEKİL VERME	Sivama :								
	Pres : EKSANTRİK PRES DELME APKANT PRES BÜKME (24 TON)								
	Diğer :								
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI	Punta : ALT TABANA					Siyahlama			
	Oksijen :								
	Diğer : ELEKTRİK ARK KAYNAĞI (Q 2.5 mm)								
4. MONTAJ	PUNTA ELEKTRİK ARK KAYNAĞI (Q 2.5 mm)					Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağır. (Gr.)	1.Soğuk Şekillendirmeye uygun HSLA Çeliği		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
E:7136		430	360-460	20	0,4-2	8745			
E:7132									



Şekil 5.82 Arka taban alt bağlantı destek sacı

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.83 B43 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B43	GTD MODEL ARKA TABAN ROLBAR DESTEK SACI	KASA KAPORTA	Ç-3010	3	7800		401	340	40
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.KESME :GİYOTİN MAKAS						Fosfatlama	*		
2. ŞEKİL VERME	Sivama :								
	Pres : EKSANTRİK PRES APKANT BÜKME								
	Diğer VİBRASYON MAKAS BOŞALTMA								
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI	Punta : ALT TABAN					Siyahlama			
	Oksijen :								
	Diğer :								
4. MONTAJ	ELEKTROT (Q2.5 mm) PUNTA					Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağırl. (Gr.)	Soğuk haddeleme ve termomekanik işlem		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
E:4936		480-620	420	20	2-3	7050			
E:4942									



Şekil 5.83 Arka taban rollbar destek sacı

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.84 B44 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B44	GTD MODEL KASA KAPAĞI ARKA KAPAK KOMPLE	KASA KAPORTA	E-1110	1,2	8000	1			
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.KESME :GİYOTİN MAKAS									
2. ŞEKİL VERME									
Sivama :						Fosfatlama			
Pres : EKSANTRİK PRES									
Diğer :						Siyahlama			
Punta : İÇ, DIŞ KUŞAK									
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI									
Oksijen :									
Diğer : İÇ, DIŞ KUŞAK						Boya			
4. MONTAJ									
TOPLAMA FİKSÜRDE YAPILIYOR						ASTAR VE SON KAT BOYA			
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağr. (Gr.)	1.Soğuk Şekillendirmeye uygun HSLA Çeliği		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
E:7136		430	360-460	20	0,4-2	6728			
E:7132									



Şekil 5.84 Kasa kapağı arka kapak komple

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.85 B45 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B45	GTD MODEL KASA KAPAĞI GÖVDE SACI	KASA KAPORTA	E-1110	1,2	3600	1	308	304	58
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1.KESME : GIYOTİN, HAVALI MAKAS						Fosfatlama			
2. ŞEKİL VERME	Sivama : Pres : 700 TON HİDROLİK PRES FORM BASIM (UST 60, ALT 20) APKANT PRES KENAR BÜKÜM (8.4 TON) Diğer EKSANTRİK PRES KİLİT YUVASI								
	Punta : Oksijen : Diğer :								
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI						Siyahlama			
Diğer :									
4. MONTAJ						Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
KLIPS İLE BİRLEŞTİRME									
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağır. (Gr.)	1.Soğuk Şekillendirmeye uygun HSLA Çeliği		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama					
E:7136		430	360-460	20	0,4-2	3027			
E:7132									



Şekil 5.85 Kasa kapağı gövde sacı

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.86 B46 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ									
SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B46	ÖN TAMPON	ŞASE	Ç-3010	3	7600	1	401	340	40
2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ									
A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ						B-YÜZEY İŞLEMLERİ			
1. KESME : GİYÖTİN MAKAS						Fosfatlama			
2. ŞEKİL VERME	Sivama :	EKSANTRİK PRES DELME (50 TON) APKANT PRES BÜKME (45 TON)							
	Pres :								
	Diğer :								
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI	Punta :					Siyahlama			
	Oksijen :								
	Diğer :								
4. MONTAJ	CIVATA					Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA		
3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ									
A-TEKNİK ÖZELLİKLER						B-İMALAT ÖZELLİKLER			
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif	Alternatif	1.Soğuk Haddelenmiş termomekanik işlem görmüş çelik 2.Çift fazlı çelik		
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama	Parça Kalınlığı (mm.)	Parça . Ağırl. (Gr.)			
E:4932		550	420	20	2-3	6877			
E:4936									
GM980X		650	450	24	2	6500			



Şekil 5.86 Ön tampon

5.3 4x4 GTD Model Araçlarda Sac Parçalara Alternatif Malzeme Seçimi

Çizelge 5.87 B47 sıra nolu parçanın özellikleri

1. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) TEKNİK ÖZELLİKLERİ

SIRA NO	PARÇA ADI	BAĞLI OLDUĞU ANA GRUP	MALZEME NORMU	KALINLIK mm.	AĞIRLIK Gr.	MİKTARI ADET	MEKANİK ÖZELLİKLER		
							Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama
B47	ARKA TAMPON	ŞASE	Ç-3010	3	8600		401	340	40

2. ARAÇTA KULLANILAN MALZEMENİN (PARÇA) İMALAT ÖZELLİKLERİ

A-ŞEKİL VERME VE MONTAJ				B-YÜZEY İŞLEMLERİ	
1.KESME : GİYOTİN MAKAS				Fosfatlama	
2. ŞEKİL VERME	Sivama : Pres : EKSANTRİK PRES DELME (50 TON) APKANT PRES BÜKME (45 TON)				
	Diğer :				
3. BİRLEŞTİRME KAYNAĞI	Punta :			Siyahlama	
	Oksijen :				
	Diğer :				
4. MONTAJ	CİVATA			Boya	ASTAR VE SON KAT BOYA

3. ALTERNATİF OLARAK SEÇİLEN MALZEME ÖZELLİKLERİ

A-TEKNİK ÖZELLİKLER					B-İMALAT ÖZELLİKLER		
Malzeme Normu	MEKANİK ÖZELLİKLERİ				Alternatif Parça Kalınlığı (mm.)	Alternatif Parça . Ağır. (Gr.)	1.Soğuk Haddelenmiş termomekanik işlem görmüş çelik
	Sertlik HRC/HB	Rm N/mm ²	Re N/mm ²	% Uzama			
E:4932		550	420	20	2-3	7780	
E:4936							



Şekil 5.87 Arka tampon

6.SONUÇLAR

Yüksek dayanımda düşük yoğunlukta çeliklerin şasi ve yük taşıyan parçalar ile kapı içi destek barlarında klasik çeliklerin yerine kullanılması sonucu ağırlık tasarrufu yanında emniyet ve güvenliği artırılmış araç imalatı gerçekleşecektir.

Yakıt tüketiminin azaltılması için motor performansının değişmediği kabul edildiğinde yeni nesil çeliklerin, plastik kompozitlerin ve alüminyum alaşımlarının kullanım oranlarının artırılması gerekmektedir.

Plastik ve plastik esaslı kompozit malzemeler araç üzerinde aerodinamik dizayn kolaylığı sağlayacak ve çok sayıda parçanın yekpare olarak üretilmesine imkan verecektir ayrıca araç montaj maliyetini düşecektir.

Uygulanan sehim ve plastik akma kriterlerine göre $\rho / E^{1/3}$ veya $\rho / Re^{1/2}$ değerlerine bakıldığında panel ve gövde malzemeleri için sırayla alüminyum alaşımları, cam takviyeli plastikler ve yüksek dayanımlı çeliklerin uygun olduğu ancak alüminyum maliyetinin çeliklere göre ~3 kat daha fazla olduğu anlaşılmıştır. Alüminyum uzay kafesi maliyeti en düşük olan yapıdır.

Araç üretiminde yüksek dayanımlı çelikler kullanılması durumunda %15-25, alüminyum alaşımlarının kullanılması ile %40, cam takviyeli plastik kullanılması durumunda %30 dolayında ağırlık tasarrufu sağlanacaktır.

Toplam araç maliyeti karşılaştırıldığında düşük üretim seviyelerinde kompozit monoblok, orta üretim seviyelerinden alüminyum uzay kafes, yüksek üretim seviyelerinde çelik kaporta en uygun malzemedir. Alüminyum yapı her durumda en yüksek maliyete sahiptir.

GTD model araç gövde ve panel parçalarının ağırlığı, klasik çeliklerden yapılmış halinde 489kg gelmektedir. Ortalama ton fiyatı 270 \$ olan bu çelikler kullanılan miktar için maliyet 135 \$ dir.

Klasik çeliklerden yapılan GTD model gövde ve panel parçalarda mikroalaşım ve çift fazlı çelikler kullanılması halinde 489 kg yerine 402 kg ağırlığında gelmektedir. Bu tür çeliklerin ton fiyatı 310\$ olup bu miktar için 124\$ maliyet getirmektedir.

GTD model gövde ve panellerde mikroalaşımli çelik kullanılması halinde %19 ağırlık tasarrufu sağlanmaktadır. Ayrıca fiyatlarda ise %8 tasarruf sağlanmaktadır.

GTD model araç gövde ve panel parçalarının incelendiği 5.3 bölümündeki çizelgelerde mikroalaşımli çelik yerine alüminyum alaşımlarından yapılması halinde 106kg mikroalaşımli çelik yerine 54 kg alüminyum kullanılabilecektir. Ağırlık tasarrufu %50 'dir.

Alüminyum ton fiyatı 2100\$ olup 54 kg alüminyum alaşımı için 193\$ maliyet hesaplanırken 106 kg mikroalaşımli çelik 32\$ maliyet getirmektedir. Maliyet bakımından alüminyum alaşımları ve çelikler kıyaslandığı zaman alüminyum alaşımların %250 daha pahalı olduğu görülmektedir.

GTD model araçlarda halen küresel grafitli dökme demirden (GGG40) imal edilen 39 parçanın bölüm 5.2'deki çizelgelerden incelenmesi sonucu ~240kg ağırlık getirdiği görülmüştür. Bu parçaların alüminyum alaşımlarından dökülmesi halinde ~105 kg ağırlık getireceği ve toplam araç ağırlığında 135 kg, %6,6 tasarruf sağlanacağı görülmektedir.

Sfero dökümün kg fiyatı ~ 1\$ olup 240 kg döküm için 240 \$ maliyet getirir. Alüminyum döküm kg fiyatı ~1.7 \$ olup 105.6 kg lık miktar için 178.5 \$ maliyet getirecektir. Maliyet bakımından alüminyum ile değiştirilen parçalardan 61.5 \$, %25.6 tasarruf sağlanacaktır.

GTD model araç sessiz transfer kutusunda yer alan dişli ve millerin imal edildiği dövme 8620 H malzemelerin uygun olduğu ve değiştirmelerine gerek olmadığı değerlendirilmiştir ancak dişli taslak malzemesinin östemperlenmiş küresel grafitli dökme demirden fabrika imkanları ile üretilbileceği ve bu sayede araç üretim maliyetinin azaltılabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Ahlatçı M. (1996) "Otomotiv Teknolojisinde Gelişmeler" Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Y. Lisans Tezi
- Aktuğ H. (2000) "Otomotiv sanayiinde Kullanılan Metal Matrisli Kompozit Malzemeler", Y.T.Ü. Kimya-Metalurji Fak. Metalurji Müh. Böl. Proje Çalışması
- Ayaroğlu M.S. (2002) GTD Model 4X4 Askeri Aracın Aktarma Elemanlarının Birikimli Hasar Durumuna Göre Tamir Değerlendirmeleri, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Ens. Y. Lisans Tezi
- Ashby M.F. ve Jones R.H. (1987) "Materials and Energy Car Design" Engineering Materials an Introduction to Their Properties And Applications Pergamon Press Ltd., Oxford, 239-248
- Ashby M.F. (1992) Materials Selection in Mechanical Design, Pergamon Press Ltd., Oxford
- Akıncı K. (1997) "Otomobil Tasarımında Malzeme Seçimi" Metalurji Dergisi Sayı 107, 28-36
- Angigün F.(1993) Otomotiv Sanayide Malzeme Seçimi, Y.T.Ü.Kimya Metalurji Fak. Bitirme Tezi
- Topuz A., Ergönerç S. ve Türkel K. (1997) "Ostemperlenmiş küresel grafitli dökme demirden dişli üretimi" Savunma Sanayiindeki Teknolojik Gelişmeler Sempozyumu Haziran 1997, 875-883
- Allison J.E. ve Cole G.S. (1993) "Metal Matrix Composites in The Automotive İndustry Opportunities and Challenges" Jom Ocak Sayısı, 19-36
- Bakkaloğlu A. (2000) Otomotiv Endüstrisinde Toz Metalurji Uygulamaları, Y.T.Ü. Metalürji Müh. Lisans Ders Notları
- Bakkaloğlu A. (2000) "Otomotiv Sanayide Alternatif Malzeme Seçimi" YTÜD/1, 66-73
- Bakkaloğlu A. (2000) "Termomekanik Haddelme prosesinin Esasları" YTÜD/1, 57-65
- Badini C., Vecchia M. L. ve Cobelli P. (2000) "Gravity Casting processing of Brakediscs", Materials Science and Technology Vol 16, 681-687
- Bozkır O. (1992) Otomotiv Teknolojisinde Son On Yılda Olan Gelişmeler, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Y. Lisans Tezi
- Cran A.C. (1996) "Steel in Cars Today and Tommorow" Iron and Steel in The Automotive Industry, Hamilton Canada, 23-40
- Crooks M.J. (1996) "The Ultra Light Steel Auto Program Completes Phase I" Jom Haziran Sayısı, 23-35
- Cole G. (1998) "Issues Surrounding The Use Of Lightweight Metals in The Automotive Industry" Iron and Steel in The Automotive Industry, Hamilton Canada, 181-187
- Crouse W.H. (1980) Automotive Engineers Mc Gram-Hill Book Co., Newyork

- Civan M. (1996) Otomotiv Sanayiinde Kullanılan Çeliklerin İncelenmesi Y.T.Ü. Makine Fak. Makine Müh. Böl. Proje Çalışması
- Çimenoglu H. ve Kayali E.S. (1985) "Otomotiv Endüstrisinde Kullanılan çift Fazlı Çelikler" Metalurji Dergisi Sayı 40, 10-13
- Davies R.G. (1998) "Materials For Automobiles in The 1990's and Beyond" Iron and Steel in The Automotive Industry, Hamilton Canada, 43-52
- Doğan M. (2001) "Metal Matrisli Kompozitlerde Yorulma Dayanımı", Y.T.Ü. Kimya-Metalurji Fak. Metalurji Böl. İleri Kompozitler Yüksek Lisans Ders Projesi
- Doğan M. (2002) "Küresel Grafitli Dökme Demirlerde İmage Analayser Yöntemiyle Küre Sayısı ve Küreleşme Yüzdesinin Belirlenmesi" , Y.T.Ü. Kimya-Metalurji Fak. Metalurji Müh. Böl. Elektron Mikroskobu Y. Lisans Ders Projesi
- Deniz S. (1995) Otomotiv Endüstrinde kullanılan Alüminyum metal Matrisli Kompozit Malzemeler Y.T.Ü. Kimya-Metalurji Fak. Metalurji Müh. Böl. Y. Lisans Tezi
- Erdemir (1999) Ürün Katalogu, Şedele Matbaacılık Gümüşsuyu İst.
- Ersin İ. (1997) Metal Matrisli Kompozitler, Y.T.Ü. Kimya-Metalurji Fak. Metalurji Müh. Böl. Bitirme Tezi
- Ford A.Ş. (1996) Yayını Transit Motorları, Servis Teknik Kitabı, İst.
- Ford A.Ş. (1998) MT-75 Vites Kutusu ve 4X4 Servis Teknik Eğitimi, İst.
- Fletcher A. (1994) "Metal Matrix Composites For Automotive Applications", Advanced Composites, Oxford Oxs 169, 43-58
- GTD Model 4X4 Askeri Araca Ait Fotorafılar, 1013'ncü ord. A.T.F. Müd.'lüğü Tuzla
- Gifford C.(2002) Her Yönüyle Otomobiller. TÜBİTAK Yayınları.
- Gülsöz A. ve Rende H. (1995)Uygulamada Alüminyum Esaslı Malzemeler, 6. Mlz. Sem. 12-14 Nisan Denizli, 624-632
- Küçükşahin F. (1989) Teknik Formuller, Beta Yayınları İstanbul
- Kıratlılar B. (1998) Otomotiv Endüstrisinde Kullanılan Malzemeler, Y.T.Ü. Kimya-Metalurji Fak. Metalurji Müh. Böl. Bitirme Tezi
- Kuriham Y. (1994) "The Role of Aluminyum in Automotive Weight Reduction Part 2" Jom Şubat Sayısı, 43-51
- Mikroalaşımli Çelikler , Asil Çelik Teknik Yayınları 10, Bursa
- Murths S.T. (1995) "New 6XXX Aluminum Alloys For Automotive Body Sheet Applications", Aluminum Application for Automotive Design, Reynolds Metals Co. U.S.A., 31-40

- Öztürk T., Güzel N. ve Akdeniz V.(1985) "Yerli ve Yabancı Derin Çekme Saçlar Arasında Bir Kıyaslama" Metalurji Dergisi Sayı 40, 21-24
- Özelitez İ.Ç. (2002) GTD Model 4X4 İdari Hizmet Araçlarını Hafifletme Uygulaması, Y.T.Ü. Kimya-Metalurji Fak. Metalurji Müh. Böl. Bitirme Tezi
- Özbaş P. (1998) Saç Malzemelerin plastik Şekillendirme Karakteristikleri, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Ens. Y. Lisans Tezi
- Ohuri K. (1995) "New Paint Bake Hardenable Sheet Applications", Aluminum Application for Automotive Design, Reynolds Metals Co. U.S.A., 41-46
- Overbagh W.H. (1995) "Use of Aluminum in Automotive Space Frame", Aluminum Application for Automotive Design, Reynolds Metals Co. U.S.A., 59-65
- Peterson P.T. (1998) "The Plastic Trap", Iron and Steel in The Automotive Industry, Hamilton Canada, 53-71
- Richard S. (1996) Oto, Görsel Kitaplar Sabah Yayınları, Güneşli İst.
- Rohatgi P. (1991) "Cast Aluminum Matrix Composites for Automotive Applications", Jom Nisan Sayısı, 10-15
- Saran B. (1995)"Otomotiv Sanayiinde Kullanılan Malzemeler" Y.T.Ü. Kimya-Metalurji Fak. Metalurji Böl. Bitirme Tezi
- Schwartz M. (1992) Composites Application Automobiles and Trucks Materials Handbook vol. 7 Oxford, 54-61
- Schultz R.A. (1999)"Trends in Aluminum Use For passenger Cars and Light Trucks İn Norht America " Light Metal Age Şubat Sayısı, 108-113
- Topuz A. ve Topuz P. (2000) "Taşıt araçlarında malzeme seçimi" 1'nci Ereğli Demir Çelik Kongresi 34-43
- Tekin E. (1985) "Geçmiş ve Gelecekte Otomotiv Sanayinde Çelik" Metalurji Dergisi Sayı 40, 15-20
- Tsunayama K., Satah S. ve Yamata K. (1998) "Steel Development For Sophistacated Automobile Panels, Kawasaki Steel Co. Tecnical Research" Iron and Steel in The Automotive Industry, Hamilton Canada, 168-177
- Anlaş İ. (2000)Şasi II Aktarama Organları M.E.B. Yayınları, Ilıcak Matbaası
- Zeytin H.K. (2000) Otomotiv Endüstrisinde Alüminyum Kullanımı, TÜBİTAK yayını
- Zeytin H.K, Arısoy O. ve Teymur B. (2000)Alüminyum Alaşımlarının Otomotiv Endüstrisinde Uygulanması, proje No: 50H5602 Tübitak MAM MKTAE/OSD
- Zeytin H.K. (1999) Magnezyum alaşımları Otomotiv Endüstrisinde Kullanım ve geleceği, TÜBİTAK-OSD

Winslow G., Yester S., Ang L. ve Parkinson F. (1997) "On Recycling Automotive Plastics" Automotive Engineering, Ağustos Sayısı, 41-44

Plastik Araştırma Geliştirme Vakfı (1999) "Otomobillerde Kullanılan Plastikler", Plastik D. Sayı 45, 40-53

Grebetz J. C. ve Albright D.L. (1996) "High-Ductility Recycled Magnesium Alloys" Automotive Engineering, Ağustos Sayısı, 69-71

Albright D.L. (1998)"Magnesium in Car Design Cost Us Weight Saving", Automotive Engineering International Ağustos Sayısı, 53-57

Siegert K. (1997)"Advances in Sheet Metal Forming Processes ", Automotive Engineering Kasım Sayısı, 98-101



ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 01.01.1974

Doğum yeri Osmaniye

Lise 1988-1991 Mustafa Kemal Lisesi

Lisans 1992-1996 İstanbul Teknik Üniversitesi
Sakarya Mühendislik Fak.
Metalurji Mühendisliği Bölümü

Yüksek lisans 2000- Yıldız Teknik Üniversitesi
Metalurji Müh. Anabilim Dalı,
Malzeme Programı

Çalıştığı kurum

1996-1997 Ünlü Döküm San.A.Ş.
Adana

1998-Devam Ediyor K.K.Lojistik Komutanlığı
Müh.Ütğm