

**TÜRKİYE JANT SANAYİ VE JANT SANAYİNDE KULLANILAN
KALIP ÇELİKLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

MELİH OYTAÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ Anabilim Dalı

HAZİRAN - 2006

**A RESEARCH ON TURKISH WHEEL INDUSTRY AND
TOOL STEELS USED IN WHEEL PRODUCTION**

MELİH OYTAÇ

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of MECHANICAL ENGINEERING

JUNE - 2006

TÜRKİYE JANT SANAYİ VE JANT SANAYİNDE KULLANILAN KALIP
ÇELİKLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Melih Oytaç

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

Yard. Doç. Dr. Melih Cemal Kuşhan

Haziran, 2006

Melih Oytaç'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “TÜRKİYE JANT SANAYİ VE JANT SANAYİNDE KULLANILAN KALIP ÇELİKLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Üye : Yard. Doç. Dr. Cemal Melih Kuşhan

Üye : Yard. Doç. Dr. Macid NURBAŞ

Üye : Yard. Doç. Dr. Osman Nuri ÇELİK

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

Prof. Dr. Abdurrahman KARAMANCIOĞLU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Bu çalışmada, kara taşıtlarında kullanılan jant ve lastiklerin özellikleri, yapıları ve kullanım şekilleri ile ilgili genel olarak bilinmesi gerekenler aktarılmaya çalışılmıştır. Lastik ve jantın orijinal ekipman sınıfında güvenlik için önemi vurgulanmış ve bu iki parça arasındaki uyumun araca olan etkisine değinilmiştir.

Ayrıca jant üretim yöntemleri, operasyon bazlı olarak, gerekli şekil ve resimlerle pekiştirilerek aktarılmış; buna ek olarak, jant üretiminde kullanılan çeşitli kalıplar ile bu kalıpların üretilmesi için kullanılan takım çelikleri de tanıtılmıştır. Özellikle soğuk iş ve sıcak iş takım çeliklerinin üretim yöntemlerine ve hasar mekanizmalarına değinilmiş ve ülkemizde sıklıkla kullanılan takım çeliklerinin performans/fiyat yönünden kıyaslanabilmesi için genel özelliklerine değinilmiştir.

Son olarak, Türkiye’de faaliyet gösteren jant fabrikaları tanıtılarak, Türkiye jant sanayisinin ülkemizdeki ve dünyadaki yeri hakkında genel bir değerlendirme yapılmıştır.

SUMMARY

In this study; properties, main structures and usage guides of all wheels and tires which are used in land vehicles are generally tried to be explained. Also, the importance of tires and wheels for safety in case of being original equipment is emphasised and the effects of adjustment between these two parts for vehicles are mentioned.

In addition, wheel production techniques are explained by using process approach and required figures. Pressing, cutting, punching and forming dies and die materials, especially tool steels which are used for wheel production are described. Especially, production methods and damage mechanisms of hot and cold work tool steels are explained and tool steels which are frequently used in wheel die manufacturing are mentioned for making an evaluation about the ratio of performance and price.

In conclusion, wheel factories in Turkey are generally presented. Turkish wheel industry both in Turkey and in the world is evaluated.

TEŞEKKÜR

Gerek derslerimde, gerekse “Türkiye Jant Sanayi ve Jant Sanayinde Kullanılan Kalıp Çelikleri Üzerine Bir Araştırma” konulu tez çalışmamda, bana danışmanlık ederek, beni yönlendiren ve her türlü olanağı sağlayan danışmanım Yard. Doç. Dr. Melih Cemal Kuşhan’a ve tez aşamasına benden desteğini esirgemeyen Makine Mühendisi Ertuğrul Zeytinoğlu’na teőekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iv
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. LASTİĞİN YAPISI VE GÖREVLERİ	2
2.1 Giriş	2
2.2 Lastiğin Yapısal Özellikleri	2
2.3 Tubeless ve Tube Type Lastikler	5
2.4. Lastikte Bulunan Tanımlayıcı Semboller.....	6
2.4.1 Lastik yük indeksi	9
2.4.2 Hız sembolü ve kategorisi	9
2.4.3 DOT açılımı ve lastiğin üretim tarihi	14
2.5. Lastik Takma ve Sökme İşlemi (Montaj – Demontaj)	14
2.6. Lastikte Ölçü Değişimi (Basık Seriyeye Geçiş)	15
2.7. Lastik Taban Desen Özellikleri	19
2.7.1 Standart desenli (yönsüz) lastikler	20
2.7.2 Yönlü (directional) lastikler	20
2.7.3 Asimetrik (asymmetric) lastikler	22
2.7.4 Kış lastikleri	23

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

2.8 Performanslı ve Uzun Ömürlü Lastikler İçin Uyulması Gereken Kurallar ..	26
3. JANTIN YAPISI VE GÖREVLERİ	31
3.1 Giriş	31
3.2 Jantın Yapısı ve Teknik Terimler	31
3.2.1 PCD (taksimat dairesi çapı - pitch circle diameter)	34
3.2.2 ET (offset)	35
3.2.3 CH - CBD (poyra çapı – centre hole/bore diameter)	35
3.2.4 Jant genişliği (nominal genişlik – lastik oturma genişliği)	36
3.2.5 Jant çapı (nominal çap – lastik oturma çapı)	37
3.3 Jant Üretim Teknikleri	38
3.3.1 Döküm yöntemi ile jant üretimi	38
3.3.2 Soğuk şekillendirme yöntemi ile jant üretimi	46
3.4 Jantlarla Uygulanan Testler	59
3.5 Hafif Alaşımli Jantlarla Çelik Jantların Karşılaştırılması	62
3.6 Jant Seçimi, Kullanımı, Temizliği, Bakımı ve Tamiri	63
3.7 Jant ile Lastiğin Montajında Dikkat Edilmesi Gerekenler	65
3.8 Bijon Civataları ve Somunlarının Sıkılması	67
4. TAKIM ÇELİKLERİNİN ÜRETİMİ VE ISIL İŞLEMİ	68
4.1 Giriş	68
4.2 Çelik Kalitesi	69
4.3 Çelik Üretimi	70
4.3.1 Ergitme ve kimyasal bileşim	71
4.3.2 Pota metalurjisi ve döküm	71
4.3.3 Cüruf altı ergitme	72

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.3.4 Dövme	75
4.3.5 Blok ısııl işleme	76
4.3.6 Talaşlı İşleme	76
4.3.7 İnceleme ve kalite kontrol	77
4.4 Takım Çeliklerinin Isıl İşlemi	77
4.4.1 Sertleştirilebilirlik	78
4.4.2 Takım çeliklerinin ısııl işleminde izlenen kademeler	79
4.4.3 Takım çeliklerinde özel ısııl işlemler	86
5. KALIPLARIN TASARIMI VE İŞLENMESİ	92
5.1 Konstrüksiyon Tasarım	92
5.2 Kalıplar İçin Talaşlı İmalat	94
5.2.1 Elektro erozyon - electro discharge machining - ile işleme	97
5.2.2 Takım çeliklerinde kaynak işleme	100
5.2.3 Takım çeliklerinin taşlanması	104
5.2.4 Kalıp çeliklerinin parlatılması	106
6. SOĞUK İŞ TAKIM ÇELİKLERİ	108
6.1 Giriş	108
6.2 Soğuk İş Uygulamalarında Hasar Mekanizmaları	109
6.2.1 Abrasif aşınma	110
6.2.2 Adhesif (sıvanmalı) aşınma	111
6.2.3 Karışık aşınma	112
6.2.4 Ağız dökülmesi	113
6.2.5 Sıvanma	113
6.2.6 Plastik deformasyon	113

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
6.2.7 Kırılma	114
6.3 Soğuk İş Takım Çeliklerindeki Gelişmeler – Toz Metalürjik Malzemeler..	114
6.4 Soğuk İş Takım Çeliklerinin Seçimi.....	116
6.5 Soğuk İş Takım Çeliği Uygulamaları	117
6.5.1 Kesme kalıpları	117
6.5.2 Makas bıçakları	121
6.6 Soğuk İş Takım Çeliklerinde Performans/Fiyat Karşılaştırması	122
7. SICAK İŞ TAKIM ÇELİKLERİ	125
7.1 Giriş	125
7.2 Sıcak İş Uygulamalarında Hasar Mekanizmaları	126
7.2.1 Isıl yorulma ve gerilme çatlakları	127
7.2.2 Korozyon	128
7.2.3 Çökme	129
7.2.4 Erozyon	130
7.2.5 Oyukçuklanma	131
7.3 Sıcak İş Uygulamaları	131
7.3.1 Basınçlı döküm	131
7.3.2 Metal ekstrüzyonu	134
7.3.3 Dövme	136
8. JANT İMALATINDA KULLANILAN BAZI KALIPLAR VE KALIP ÇELİKLERİ	139
9. TÜRKİYE’DE JANT SEKTÖRÜ	146
9.1 CMS Jant ve Makina Sanayi A.Ş.	146

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
9.2 Hayes Lemmerz Jantaş Jant Sanayi ve Ticaret A.Ş.	148
9.3 Jantsa Jant Sanayi ve Ticaret A.Ş.	149
9.4 Tekersan Jant Sanayi A.Ş.	150
9.5 Döktaş Dökümcülük Ticaret Sanayi A.Ş.	151
9.6 JMS Makine Sanayi ve Ticaret A.Ş.	152
9.7 Kormetal Sanayi ve Ticaret A.Ş.	153
10. SONUÇLAR	154
11. KAYNAKLAR DİZİNİ	156

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>		<u>Sayfa</u>
2.1	Radyal tip lastik kesiti	3
2.2	Tube-type ve Tubeless lastik kesiti	6
2.3	Lastik hız sembolleri	10
2.4	Yönlü (directional) otomobil lastiği	22
2.5	Asimetrik desenli otomobil lastiği	23
2.6	Çivisiz otomobil kış lastiği	24
2.7	Çivili otomobil kış lastiği	25
3.1	Kamyon ve iş makinalarında kullanılan tubeless jantlar	32
3.2	Tubeless ve tube type jant profilleri	34
3.3	Temel jant ölçüleri (PCD, ET ve CH)	36
3.4	Janttaki temel karakteristikler	37
3.5	Açık basınçlı döküm yöntemi	39
3.6	Tek parça döküm yöntemi ile üretilmiş otobüs jantı - India Wheels	41
3.7	Bir, iki ve üç parçalı alüminyum döküm jantlara ait operasyon sıraları	43
3.8	Yakma alın kaynak hattı – Leifeld	48
3.9	Çapak sıyırma tezgahı – Leifeld	49
3.10	Sıvama makinası – Leifeld	51
3.11	Sıvama operasyonunun şematik gösterimi	52
3.12	Sıvama ile kasnak üretiminde oluşan farklı profil kesitleri	52
3.13	Tubeless kasnak hattı – Hess Engineering	53
3.14	Sıvama yöntemiyle ile şekillendirilmiş göbek kesitleri	55
3.15	Gazaltı kaynak ile kasnak ve göbeğin birleştirilmesi	56
3.16	Jant kimyasal temizleme ve boya tesisi – Elba Jant	59
3.17	Jantlara uygulanan testler	61
3.18	Lastik şişirmek için kullanılan kafes	66
3.19	Tek ve çift jant montajında bijon cıvata ve somunları	67
4.1	Elektrik ark ocağı Uddeholm, İSVEÇ	70
4.2	Dipten döküm yöntemi	72

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.3 Cüruf altı ergitme ünitesi EWK – KREFELD	73
4.4 Farklı üretim teknikleriyle üretilmiş 1.2344'lerin karşılaştırmalı toklukları .	74
4.5 Dövme tesisi Uddeholm, İSVEÇ	75
4.6 Bazı takım çelikleri için çalışma parçasının kesitindeki sertlik dağılımı	79
4.7 Düşük, orta ve yüksek alaşımlı çelikler için et kalınlığına bağlı sertleştirme zamanı	82
4.8 Takım çeliklerinin ısıtılmasında izlenen kademeler	85
4.9 Kabuk sertleşen çelikler için zaman – sıcaklık diyagramları	89
5.1 Kalıp tasarımında uyulması gereken temel kurallar	93
5.2 Takım ömrünün karbon içeriğine göre değişimi	95
5.3 Takım ömrünün kükürt içeriğine göre değişimi	96
5.4 Dalma erozyon sonucu oluşan yüzeyin kesiti	98
5.5 MMA, TIG ve MIG ile kaynak yöntemlerinin şematik gösterimi	102
5.6 Taşlama çatlaklarının oluşumu	106
6.1 Kalıp performansını etkileyen faktörler	109
6.2 Soğuk iş takımlarında hasar mekanizmaları	110
6.3. Abrasif aşınmanın şematik gösterimi	111
6.4 Adhesif (sıvanmalı) aşınmanın şematik gösterimi	112
6.5 Toz Metalurjik çeliklerin üretim aşamaları	116
6.6 Bir kesme kalıbının kesit resmi	118
6.7 Hassas ve standart kesme kalıplarının karşılaştırılması	119
6.8 Sac kalınlığına göre dişi ve erkek kesici arasındaki kesme boşluğu	120
7.1 Bazı metal ve alaşımlarda döküm sıcaklığı ile korozyon ilişkisi	129
7.2 Sıcak iş kalıp çeliği yüzeyinde oluşan erozyon ve korozyon hasarı	130
7.3 Basınçlı döküm uygulamaları	133
7.4 Yatay metal ekstrüzyon presi kesit görünümü	135
8.1 Merkezleme deliği delme kalıbı	140
8.2 Çevre (pul) kesme kalıbı	141

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>		<u>Sayfa</u>
8.3	Jant havalandırma deliği delme kalıbı	143
8.4	Sıvama kalıp ve toolingi şematik gösterimi (ilk operasyon)	144
8.5	Sıvama kalıp ve toolingi şematik gösterimi (son operasyon)	144

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>		<u>Sayfa</u>
2.1	Lastik yük indeksi	9
4.1	Takım çeliklerinde üretim ölçüsüne göre kullanım için düşülmesi gereken çaplar	76
4.2	Yüzey kaplama işlemleri	90
6.1	Soğuk iş takım çelikleri	122

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
R	Radyal tip lastik
D	Diyagonal tip lastik
°	Derece
°C	Santigrat derece
”	İnç (25,4 mm)
PCD	Taksimât dairesi çapı (pitch circle diameter)
ET	Offset
CH	Poyra deliği (centre hole)
CBD	Poyra çapı (centre hole/bore diameter)
St52	Mekanik özelliğe göre çelik sınıflandırma sembolü (kopma mukavemeti 52 daN/mm ²)
Bar	Basınç birimi (10 ⁵ N/mm ²)
Ca	Kalsiyum
Cr	Krom
V	Vanadyum
Mo	Molibden
W	Tungsten
HRC	Rockwell C sertlik birimi
C	Karbon
Mn	Mangan
S	Kükürt
ΔT	Sıcaklık farkı (°C)
Ts	Kalıp yüzey sıcaklığı (°C)
Si	Silisyum
Fe	Demir
Al	Alüminyum

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kisaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
kg	Kilogram
km/h	Hız (kilometre/saat)
mm	Milimetre
M+S	Kış lastiği simgesi (mud and snow)
A.B.D.	Amerika Birleşik Devletleri
D.O.T.	A.B.D. ve Kanada Jant ve Lastik Onay Sembolü (Department of Transportation)
E.T.R.T.O.	Avrupa Lastik ve Jant Teknik Organizasyonu (European Tyre and Rim Technical Organisation)
O.E.	Orijinal Ekipman
MPa	Mega Paskal (10^6 N/mm ²)
G.A.K.	Gazaltı kaynak
M.A.G.	Argon kaynağı (metal argon gas)
kN	Kilo Newton
DIN	Alman Standartları Enstitüsü (Deutsches Institut für Normung)
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
EN	Avrupa standardı (Euro Norm)
CE	Avrupa Normlarına Uygunluk (Conformité Européenne)
TM	Toz Metalurjik
EAO	Elektrik ark ocağı
ESR	Cüraf altı ergitme
NADCA	Kuzey Amerika Basınçlı Dökümcüler Birliği
m/dak	Metre/dakika
μ	Mikron
HSS	Yüksek hız çeliği (high Speed Steel)
EDM	Elektro erozyon (electro discharge machining)
CAD	Bilgisayar destekli tasarım (computer aided design)

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kisaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
MMA	Metal ark kaynağı - elektrot kaynağı (manuel metal arc welding)
SMAW	Korumalı metal ark kaynağı (shielded metal arc welding)
GTAW	Tungsten elektrotla gazaltı kaynağı (gas tungsten arc welding)
TIG	Tungsten elektrotla asal gazlı gazaltı kaynağı (tungsten inert gas)
GMAW	Gazaltı metal ark kaynağı (gas metal-arc welding)
MIG	Asal gazlı gazaltı metal ark kaynağı (metal inert gas)
GM	Geleneksel metalürjik
AR-GE	Araştırma geliştirme
YTL	Yeni Türk Lirası
m/s	metre/saniye
CAM	Bilgisayar destekli imalat (computer aided manufacturing)
CNC	Bilgisayarlı kontrol ünitesi (computer numeric controller)
EUWA	Avrupa Jant Üreticileri Birliği
ISO	Uluslararası Standart Organizasyonu

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Türkiye’de gelişen otomotiv sektörü, beraberinde belirli bir jant sanayisinin ve jant pazarının oluşmasına yol açmıştır. Ağır sanayi olması dolayısıyla, gelişmiş batılı ülkeler, jant üretiminden ve diğer otomotiv yan sanayi faaliyetlerinden uzaklaşmış ve montaja ağırlık vermişlerdir. Böylece yabancı sermaye ve teknoloji ülkemize yönelmiş ve geçmişi elli yılı bulan jant üretim tesislerinin temelleri atılmıştır. Günümüzde jant üretim sektörü, ondan fazla irili ufaklı şirket ile üretim hacmini ve kalitesini artırarak yoluna devam etmektedir.

Bu çalışmada, Türk jant sanayisinin yanı sıra, jant ve lastiğin yapısı, nasıl kullanılması gerektiği, bakımı, temizliği gibi konulara da değinilecek; ayrıca, jant üretim teknikleri uygulama örnekleri ile detaylı biçimde açıklanmaya çalışılacaktır.

Jant üretiminde kullanılan kalıplara, kalıpların üretilmesi için kullanılan takım çeliklerine, çelik üretiminde izlenen metotlara ve takım çeliklerinde uygulanan ısıl işlem yöntemlerine de değinilecektir.

Bu çalışmada amaç, gelişmekte olan jant sektöründe faaliyet gösteren firmaların Türk ve Dünya pazarındaki yerlerini ve hedeflerini aktarırken; taşıtlarda güvenlik ekipmanı olarak belirlenen ve belirli standartlarda üretilmesi gereken jant-lastik kombinasyonunun önemini vurgulamak ve bu konu ile ilgili bilgi edinilebilecek bir kaynak ortaya koymaktır.

2. LASTİĞİN YAPISI VE GÖREVLERİ

2.1 Giriş

Kara ve hava taşımacılığında motor sporlarında kadar tüm otomotiv sektöründe lastik ve jantların rolü oldukça önemlidir. Bunun en önemli nedeni lastiğin araç ile yol arasındaki bağlantıyı oluşturmasıdır. Bu yüzden, lastikler ve lastiklerin araca takılmasını sağlayan jantlar otomotiv sektöründe emniyet ekipmanı sınıfında yer alırlar.

Lastik; kauçuk, kord bezi ve çelik teller ile çeşitli kimyasal maddelerin birleşiminden oluşan ve aracın yer ile temasını sağlayan tek ve en önemli parçadır. Lastiğin başlıca görevleri: aracın yükünü taşımak ve direksiyon ile verilen yönü izlemek, motordan gelen gücü ileri/geri hareket olarak yansıtmak, emniyetli bir şekilde hem ıslak hem de kuru zeminde aracı durdurmak, amortisörlere yardımcı olarak sürüşü kolaylaştırmaktır.

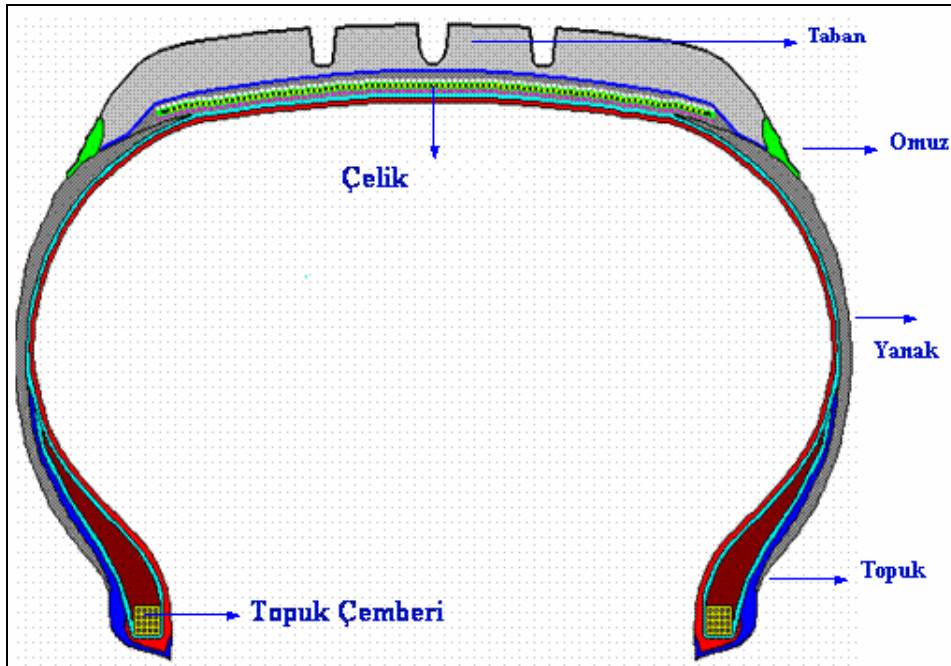
Lastikler, otomobilin ve yükün ağırlığını taşıy ve motorun yarattığı döndürme momentini yola aktararak çekiş kuvvetine dönüştürür. Darbeleri emerek konfora katkıda bulunur. Yavaşlamalarda fren gücünü, viraj dönüşlerindeyse direksiyon kontrolüne gerekli olan yan kuvveti üretir. Ayrıca, kendine özge darbe emici emiş özellikleri sayesinde sürüşten ve zemin bozukluklarından meydana gelen kuvveti absorbe eder. Yol kaplamasının türü (asfalt, toprak, şose) ve yolun durumu (yağmur, çamur, kar, buz) ne olursa olsun, lastiğin görevi güvenli şekilde yol tutuşu sağlamaktır (Pirelli, 2006).

2.2 Lastiğin Yapısal Özellikleri

Lastiklerin yapılarında, gerekli yüksek mukavemeti karşılamak üzere naylon, rayon, Polyester gibi elyaf esaslı kordlar ve çelik kordlar bulunmaktadır. Topuk dayanımları ise çelik teller yardımıyla sağlanır. Birbirinden farklı karakterdeki bu elemanların bir

arada tutulması, hareket sırasında zeminle temasın güvenle sağlanması ve yanaklardaki esneme kabiliyetinin verilmesi görevini lastik karışımı üstlenir.

Lastik karışımını doğal ve sentetik kauçuklar ile ana dolgu olan karbon karaları oluşturur. Bunlara ilave olarak koruyucular adı altındaki kimyasallar ile lastiğin “elastik” hale gelmesini sağlayan vulkanizasyon elemanları bulunmaktadır. Karışımın işlenmesi ve homojenliği için kimyasal yağlar kullanılır. Lastiklerde gövde yapısı; üstün özellikli rayon, naylon, polyester gibi tekstil esaslı kordların lastiğin dönüş yönüne 90 derecelik açı yapacak şekilde yerleştirilmeleri sonucu oluşan karkasın üzerine, taban merkez çizgisine paralel tekstil esaslı kordlardan oluşan kuşaklar ile belirli açıda çelik kord kuşak katlarının tatbik edilmesiyle oluşturulur. Lastiğin yapısı aynı zamanda, sadece tekstil esaslı, lastiğin dönüş yönüne göre 0° ve belli açıdaki kordlardan meydana gelen kuşakların tatbik edilmesiyle de oluşturulabilir. Bu sınıfa giren radyal tip lastikler “R” sembolü ile belirtilir. Şekil 2.1.’de radyal tip lastik kesiti şematik olarak görülmektedir (Pirelli, 2006).



Şekil 2.1. Radyal tip lastik kesiti (Pirelli'den, 2006).

Radyal lastik bölümleri kısaca şöyle tanımlanmaktadır:

- Taban bölümü: lastiğin yolla temasını sağlayan en üst bölümüdür. Üzerindeki desen kullanım amacını gösterir. Desendeki oluklar yağmur suyunu deşarj etmeye yarar. Zemine temas eden dolu bloklarsa çekiş ve fren gücünü iletir, yanal kuvvet üretir.
- Omuz bölümü: taban ile yanağın birleştiği ve kalın kauçuktan yapılmış bölgedir.
- Yanak: lastiğin topuk ve omuz bölgesi arasında kalan bölgesidir. Direksiyon kontrol karakteristiğini, taşıma ve konfor estetiğini belirler. Lastiğe esneklik sağlar, üzerinde markalama ve tanıtıcı bilgiler bulunur.
- Topuk: lastiğin janta temas eden ve sıkıca bağlanmasını sağlayan bölgesidir. Topuk çemberi ise topuk bölgesinin içinde lastiği jantın etrafında tutan bölgedir. Gerilmeye dayanıklı, uzamayan çelik tellerden üretilir.
- Karkas yapısı: lastiğin alt ucundaki bir topuk çember telinden diğerine uzayan destek bölümüdür. Polyester kord bezinden üretilen karkas yapıda uzunlamasına lifler yükü taşır, yatay liflerse yapıyı bir arada tutar.
- Kuşak (çelik): lastik sırt deseninin altında uzanan dar katmanlara çelik adı verilir. Görevi: karkas yapısını sıkıştırmaktır. Radyal gövdeli lastiklerin sırt gövdesi boyunca 15 ile 25 derecelik açılarla üst üste ve çapraz biçimde kuşaklar yerleştirilir. Kuşakların görevi lastiğin mukavemetini arttırmak taban izinin şekil değiştirmesini önlemek ve lastiğin yerle temas eden bölgesinin alanını arttırmaktır. İki tür kuşak bulunur. Birincisi bez dokumandan üretilen 'tahrik', diğeriye tellerden üretilen 'çelik' kuşaktır. Çelik kuşağın daha dayanıklı, daha emniyetli ve yüksek hızlara daha iyi uyum sağlaması, lastik üreticilerinin bu tür lastik üretimine yönelmesine neden olmuştur (Pirelli, 2006).

Çapraz katlı lastikler ise lastik teknolojisinin başlangıcından beri kullanılan ilk gövde yapısıdır. Bu lastiklerin gövdesini oluşturan tekstil esaslı kord iplikleri, birbiri üzerine, lastik dönüş yönüne 35-40° açı yapacak şekilde çapraz olarak yerleştirilmiştir. Bu yapı diyagonal veya konvansiyonel olarak da adlandırılır ve ölçü tanımında “-” veya “D” sembolleri ile belirtilir. Son yıllarda otomobil lastik teknolojisindeki gelişmeler, konvansiyonel lastiklerin terk edilip radyal lastiklerin kullanılmasına yol açmıştır.

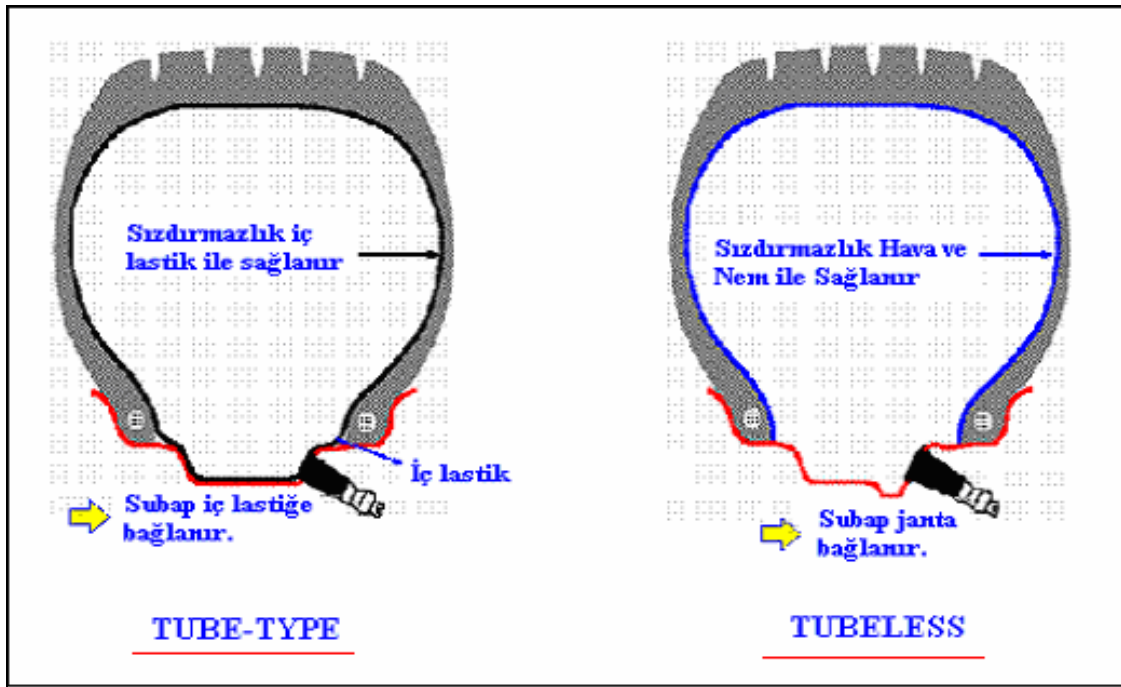
Radyal lastiklerin konvansiyon lastiklere göre en önemli avantajları daha esnek olmaları ve daha az ısınıp daha kolay soğumalarıdır. Bunun dışında, radyal lastiklerin yerde bıraktığı taban izi çapraz lastiklerinkinden daha geniştir. Bu avantaj, radyal lastiklerin konvansiyonel lastiklere oranla yüzde 20 daha iyi yol tutmasını sağlar. Yola temas eden bölümün daha fazla oluşu nedeniyle çekiş gücü ve fren güvenliği daha yüksektir. Radyal lastiklerde taban sert, yanaklar yumuşaktır; bu da lastiğin yola temas eden bölümünün sürekli olarak aynı genişlikte kalmasını sağlar. Radyal lastiklerin kat ve taban ayrılmaları da daha dayanıklıdır. Bu ise yola tutunma başarısını artırır (Pirelli, 2006).

2.3 Tubeless ve Tube Type Lastikler

Araçlarda yüke karşılık gelen tepki kuvvetini karşılayan, lastikler ile jant arasına sıkıştırılan hava basıncıdır. Lastikler sadece hava basıncının sıkıştırıldığı kılıflardır. Sıkıştırılmış hava basıncının tutulması, iç lastiklerle veya dış lastiklerin iç kısmına tatbik edilen ve sızdırmazlık sağlayan lineer tabaka yardımıyla sağlanır

İç lastikli kullanılan dış lastiklere tube-type, iç lastiksiz kullanılan dış lastiklere ise Tubeless lastik denir.

Şekil 2.2.'de Tubeless ve tube-type lastiklerin kesit resimleri şematik olarak görülmektedir (Pirelli, 2006).



Şekil 2.2. Tube-type ve Tubeless lastik kesiti (Pirelli'den, 2006).

2.4. Lastikte Bulunan Tanımlayıcı Semboller

Lastiklerin üzerlerinde tanımlama, izlenebilirlik ve kullanım kriterlerini belirleme amaçlı rakam ve harflerden oluşan semboller bulunmaktadır. Bu sembollerin ne ifade ettiğinin bilinmesi doğru lastik seçimi için en önemli noktadır.

Aşağıda, Pirelli firması tarafından üretilen “(P) 185/60 R 14 82 V P6000 TUBELESS” adlı bir binek otomobil lastiğine ait semboller ve anlamları açıklanmıştır.

- (P) : Passenger - binek otomobil lastiği
- 185 : Nominal kesit genişliği (mm cinsinden)
- 60 : Kesit oranı, seri basıklık = % (kesit genişliği / kesit yüksekliği)
- R : Gövde yapısı (radyal)
- 14 : Jant çapı (inç)
- 82 : Lastik yük indeksi

- V : Hız sembolü (maksimum 240 km/saat)
- P6000 : Lastik desen kodu
- TUBELESS : İç lastiksiz

Yukarıda binek otomobiller için verilen örneği genellemek gerekirse, “lastiğin dili” olarak tabir edilen lastik terimleri araç tiplerine göre şöyledir:

Radial lastikli BİNEK OTOMOBİLLER için örnek:

195 / 65 R 15 91 H E TL
A / B C D E F G H

- **A** = Balonluk (kesit genişliği): (mm) normal basınçla şişirilmiş ve 24 saat bekletilmiş bir lastiğin, şekil ve yazılar hariç olmak üzere, yanakları arasındaki dıştan dışa uzaklığıdır.
- **B** = Seri: kesit yüksekliğinin kesit genişliğine oranını % olarak ifade edilmesidir.
- **C** = Radial yapı
- **D** = Jant çapı (inç)
- **E** = Yük indeksi
- **F** = Hız sembolü
- **G** = Ticari desen adı
- **H** = TL (iç lastiksiz, tubeless)

Radial lastikli KAMYONLAR için örnek:

12 R 22.5 152/148 M RHD TL
A B C D E F G

- **A** = Balonluk (kesit genişliği): (inç)
- **B** = Radial yapı
- **C** = Jant çapı (inç)
- **D** = Yük indeksi (tek / çift lastik başına düşen yük)

- **E** = Hız indeksi
- **F** = Ticari desen adı
- **G** = TL (iç lastiksiz, tubeless)

Radial lastikli KAMYON VE OTOBÜSLER için örnek:

295	80	R	22.5	152/148	RHD	M	TL
A	B	C	D	E	F	G	H

- **A** = Balonluk (kesit genişliği): (mm)
- **B** = Seri
- **C** = Radial yapı
- **D** = Jant çapı (inç)
- **E** = Yük indeksi (tek / çift lastik başına düşen yük)
- **F** = Ticari desen adı
- **G** = Hız indeksi
- **H** = TL (iç lastiksiz, tubeless)

Konvansiyonel lastikli TRAKTÖRLER (arka lastikler) için örnek:

14.9	13	-	28	6PR	SGAS	TT
A	B	C	D	E	F	G

- **A** = Balonluk (kesit genişliği): (inç)
- **B** = Jant eni (inç)
- **C** = Konvansiyonel yapı
- **D** = Jant çapı (“ cinsinden)
- **E** = Kat’a eşdeğer
- **F** = Ticari desen adı
- **G** = TT (iç lastikli, tube type)

2.4.1 Lastik yük indeksi

Lastik yük indeksi: bir lastiğin hız sembolü ile belirtilen en yüksek hızda taşıyabileceği azami yükü belirten bir kodlamadır.

Çizelge 2.1.'de görülen yük indeksleri tablosunda, farklı yük indekslerine tekabül eden, lastik başına taşınabilecek azami yük miktarları kg cinsinden verilmiştir (Pirelli, 2006).

Çizelge 2.1. Lastik yük indeksi (Pirelli'den, 2006).

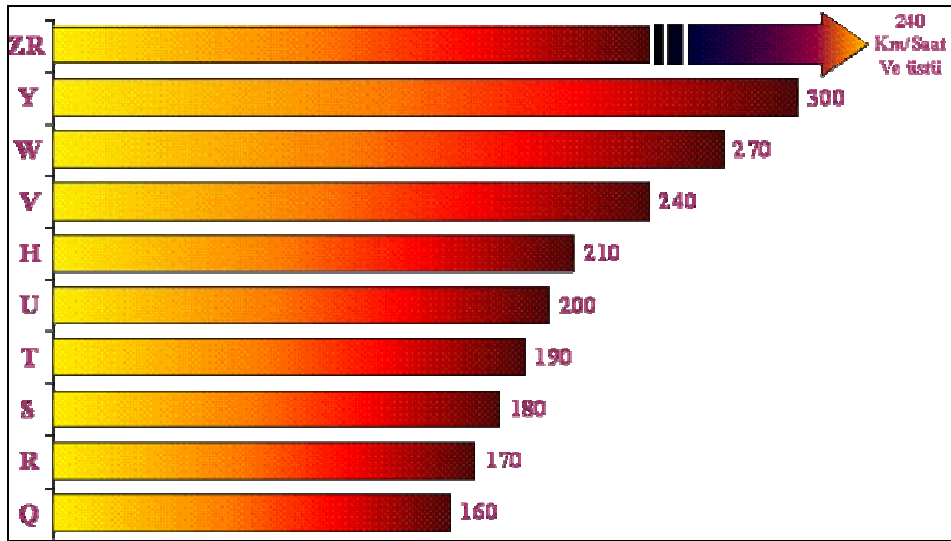
80	250	71	345	82	475	93	650	104	900	115	1215
61	257	72	355	83	487	94	670	105	925	116	1250
62	265	73	365	84	500	95	690	106	950	117	1285
63	272	74	375	85	515	96	710	107	975	118	1320
64	280	75	387	86	530	97	730	108	1000	119	1360
65	290	76	400	87	545	98	750	109	1030	120	1400
66	300	77	412	88	560	99	775	110	1060	121	1450
67	307	78	425	89	580	100	800	111	1090	122	1500
68	315	79	437	90	600	101	825	112	1120	123	1550
69	325	80	450	91	615	102	850	113	1150	124	1600
70	335	81	462	92	630	103	875	114	1180	125	1650

2.4.2 Hız sembolü ve kategorisi

Hız sembolü, bir lastiğin yük indeksi ile belirtilen azami yükte yapabileceği maksimum hızı ifade eden bir kodlamadır.

Şekil 2.3.'te görülen hız sembolleri tablosunda harflerin belirttiği maksimum hızlar verilmiştir.

Hız kategorisi ise ölçü tanımlaması içinde gösterilen, lastiğin 240 km/h üstü hızlarda kullanılabilirliğini ifade eden kodlamadır (Pirelli, 2006).



Şekil 2.3. Lastik hız sembolleri (Pirelli'den, 2006).

2.4.2.1 Lastikte yük indeksi hız sembolünün önemi

Lastik seçiminde üzerinde durulması gereken en önemli noktalardan biri, teknik kataloglarda belirtilen servis tanımlamalarına (yük indeksi ve hız sembollerinin) uyan ve üretici tarafından tavsiye edilen orijinal lastiklerin kullanılmasıdır.

Orijinal lastiklerin hız sembolü "H" (210 km/saat) veya "V" (240 km/saat) olmasına rağmen, aracın sadece şehir içinde yada uzun yolda düşük hızlarda veya düşük tonajda kullanılacak olması ve daha ekonomik olması nedeniyle "S" (180 km/saat) veya "T" (190 km/saat) hız sembolü olan lastikler seçilmemelidir.

Düşük yük indeksli ve hız sembolü lastik kullanılmasının yasal açıdan bir sakıncası olmamakla birlikte, araca böyle bir lastik takıldıysa, termo-mekanik baskı arttığından lastik daha fazla ısınır ve lastiğin yapısındaki karışımlar bozulur. En tehlikelisi ise sürücü, bu tür bozulmaların farkına varamaz ve lastiğin performansına ihtiyaç duyduğu bir tehlike anında, ölümlü sonuçlanabilecek bir kaza ile karşı karşıya kalabilir (Pirelli, 2006).

Araç kullanan kişileri lastik kullanımı, bakımı ve onarımı konularında bilgi sahibi olması gerekir. Araçta yol ile teması sağlayan tek eleman lastiktir. Lastik ölçüsü, servis tanımlamaları (yük indeksi ve hız sembolü) ve şişirme basıncı, karşılıklı etkileşim içinde olan bir bütünü temsil eder. Bütünü oluşturan bu faktörlerden herhangi birisi değiştirildiğinde, lastiğin araç altında vereceği performans olumsuz yönde etkilenir. Orijinal lastik; araç ve lastik üreticisi firmaların ortaklaşa çalışarak, tüm koşullarda, araçtan en iyi performansı aldıkları lastiktir. Orijinal lastik; yolda en iyi tutunmayı sağlayarak, aracın tasarım hızına ve yükün hareket halinde araç üzerindeki dağılımına en iyi uyum sağlayan lastiktir.

175/65 R 14 82T ölçüsünde servis tanımlamalarına sahip bir lastik incelendiğinde, ölçü ifadesinden hemen sonra gelen sayısal değer yük indeksidir. Örnekte bu değer Çizelge 1.1.'den de okunabileceği gibi "82" = 475 kg 'dır.

Yukarıdaki örnekte, ölçü ifadesindeki yük indeksinden hemen sonra gelen harf hız sembolüdür. Örnekte, bu harf "T" = 190 km/saat' tir.

Eğer araca, orijinal fabrika çıkışı 175/65 R 14 82H P4000 TL takılmışsa yenileme sırasında 175/65 R 14 82T P2500 TL lastik takılmamalıdır. Çünkü, yeni takılan lastik orijinale göre 20 km/saat daha düşük hız sınırına göre dizayn edildiği için mukavemeti daha düşüktür.

Kış lastiklerinde (M+S – Mud and Snow) veya takviyeli (reinforced) lastiklerde hız sembolleri orijinal lastikten daha düşük olabilir. Bu durumda, lastik üzerinde belirtilen maksimum hız sembollerine uyulmalıdır. Yedek lastik özel tip olabilir (temporary only). Bu durumda da lastik üzerindeki hız sembolü geçerlidir (Pirelli, 2006).

Araç lastiklerinde emniyet limitleri çok yüksektir. Ancak, daha düşük yük indeksli lastik takılması durumunda, lastiğin çalışması sırasında emniyeti tehlikeye düşüren sakıncalar doğabilir. Çünkü lastikler araç altında sürekli olarak değişken yüke maruz

kalır. Virajlarda, eğimli yollarda ve frenleme esnasında lastik başına gelen yük, statik durumunda gelen yükten çok daha fazladır. Dinamik yük altındaki lastik deforme olur (karkasın şekil değiştirmesi, ezilmesi) ve ısınır. Lastikte oluşan bu gerilmeler bazen emniyet sınırlarını zorlar. Araca takılan orijinal lastik bütün bu gerilmeleri rahatlıkla karşılar. Ancak, daha düşük yük indeksli lastikte problem çıkabilir.

Eğer araca, orijinal fabrika çıkışı 215/65 R15 100T TL lastik takılmışsa, yenileme sırasında 215/65 R 15 95H lastik takılmamalıdır. Bu yapılırsa, fabrika çıkışı 800 kg yük taşımaya göre dizayn edilmiş lastik takılan bir araca, 690 kg yük taşıma kapasiteli lastik takılmış ve böylece lastiğe %16 oranında aşırı yükleme yapılmış olur.

Yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı, lastik değiştirmeden önce lastik yanak yazılarına muhakkak dikkat edilmelidir (Pirelli, 2006).

2.4.2.2 Lastikte hız kategorisinin önemi

Otomobil lastiklerinin ölçü tanımlamasında, VR (210 km/saat üstü) ve ZR (240 km/saat üstü) ile ifade edilen hız kategorileri vardır. Bunlar eski tip işaretlemelerdir.

Otomotiv sektöründeki gelişmelere paralel olarak artan araçların gücü ve dolayısıyla hızına bağlı olarak yeni lastiklerin geliştirilmesi zorunlu olmuştur. Bu lastikler önceleri en üst hız limitindeki araçların lastiklerinden daha fazla hız yapabilen araçlar için geliştirilmiş lastiklerdir. Ancak, araçların hız limiti sürekli artmış ve bu hız limitlerini simgeleyen kodlar da buna bağlı olarak ilave edilmiştir.

Araçlarda en üst hız limiti 210 km/saat iken, bu hız limitini aşan bir araç geliştirildiğinde VR ifadesi koyularak 210 km/saat'in üstünde kullanılabilecek lastikler geliştirilmiştir (Pirelli, 2006).

Daha sonra gerek maliyet gerekse lastikten alınan performansın optimizasyonu faktörleri nedeniyle aracın yapabileceği azami hızla sınırlı lastiklerin talebi artmış ve yeni hız sembollerinde lastiklerin üretimi yapılmaya başlamıştır. Aynı durum ZR (240 km/saat üstü) hız kategorisi için de geçerlidir.

Günümüzde yüksek performans lastikleri VR ve ZR ifadeleri ile simgelenir. Lastikte bu ifadelerin lastiğin hız kategorisini mi yoksa sadece radyal yapıyı mı belirttiği ölçü tanımlamasındaki gösterim şekline göre değişir.

225/55 ZR 16 (95) örneğinde; ölçü tanımlaması içinde yer alan ZR, hız kategorisini temsil eder ve lastiğin 240 km/saat ve üstü hızlarda kullanılabilmesini belirtir. Parantez içinde yazılan (95) ise yük indeksini gösterir. Buradaki yük indeksiyle katalogta belirtilen, lastik başına gelen yük 240 km/saat hıza kadar geçerlidir. Lastikle bu hız aşıldığında yükün azaltılması gerekmektedir. Eğer yük indeksi yoksa, lastik üreticisi firmaya danışılmalıdır.

225/55 ZR 16 95W örneğinde ise yük indeksi ve hız sembolü açık olarak verilmiştir. Bu lastikte 270 km/saat maksimum hız sınırlaması vardır. Burada ZR ifadesi sadece lastik gövdesinin (karkas) yapısını (radyal) belirtir.

225/55 R 16 95V ölçü tanımlamasında ise, hız sembolü hariç her şey (kesit genişliği, seri, yapı, jant çapı ve yük indeksi) 225/55 ZR 16 95W ile aynıdır. Bu durumda, orijinal lastiği 225/55 ZR 16 95W olan bir araca yenilemede 225/55 R 16 95V servis tanımlamalı bir lastik takılamaz (W - 270 km/saat, V - 240 km/saat).

Lastik yenilerken, orijinal lastiğin servis tanımlamalarına sadık kalınmalıdır. Eğer lastiğin orijinalliği konusunda bir şüphe varsa; araç el kitapçığına bakılmalı, araç üreticisi firmaya yada lastik üreticisi firmaya danışılmalıdır (Pirelli, 2006).

Piyasada değiştirme safhasında veya eşdeğer lastik kullanımında, “V” ve “VR” işaretli lastikler mutlaka aynı ölçü ve “W” veya “ZR” hız sembollü lastiklerle yenilenmelidir. Ters durumda, sözü edilenden daha düşük karakteristiğe sahip lastikle kesinlikle değiştirilmemelidir. “VR” hız sembollü lastik takılı araç, eğer onaylanmış azami hızı 240 km/saat’i aşmıyorsa “V” hız sembollü lastik takılabilir; daha yüksek hızla sahip bir araç ise W veya ZR sembollü lastik takılmalıdır. “ZR” sembollü lastik takılmış otomobilin onaylanmış hızı eğer 270 km/saat’i aşmıyorsa “W” hız sembollü lastik takılabilir.

Bununla beraber, 235/50 ZR 16 95 W ölçüsünde olduğu gibi, lastik değişiminde ZR hız kategorisine veya W hız sembolüne sahip lastikler takılabilir (Pirelli, 2006).

2.4.3 DOT açılımı ve lastiğin üretim tarihi

Herhangi bir otomobil lastiği üzerinde görebileceğimiz “DOT XJ J3 XJXX 0103” ifadesinde;

- DOT : A.B.D. ve Kanada onay sembolünü,
- XJ : Üretici firma ve üretildiği fabrika kodunu,
- J3 : Lastik ölçüsünü belirten kodu,
- XJXX : Lastik tipini belirten kodu,
- 0103 : Üretim tarihini (2003’ün 1. haftasını veya ayını) göstermektedir (Pirelli, 2006).

2.5. Lastik Takma ve Sökme İşlemi (Montaj – Demontaj)

Lastik takarken, lastik topuklarına ve jantın her iki damağına, kaydırıcı (bu işlem için özel olarak üretilmiş) solüsyon fırça ile sürülmelidir. Lastik şişirme işlemi supap iğnesi takılı olarak yapılmalıdır. Lastik ve jant üreticisi firma tarafından önerilen ve

lastik yanaklarında belirtilen (nadiren jantın üzerinde de maksimum basınç ibaresi bulunur) azami şişirme basıncı kesinlikle aşılmamalıdır (Kormetal, 2006).

Eğer lastik topuğunun jant damağına tam olarak oturmadığı görülüyorsa, lastik havası tamamen boşaltılmalı, kaydırıcı olarak sulandırılmış sabun veya solüsyon tekrar sürülmeli ve lastik daha önceki konumuna göre jant üzerinde döndürülüp iğne takılı olarak şişirme tekrarlanmalıdır.

Özellikle parçalı jantların kullanıldığı (genelde tube type) lastikleri şişirme işlemi mutlaka kapalı bir alanda yapılmalıdır. Yüksek basınç veya hatalı lastik-jant üretiminden doğabilecek tehlikeler en aza indirgenmeli ve kaza olasılığı önceden tahmin edilip önlenmelidir.

Tubeless lastiklerde kaza riski çok az olsa da tube type lastiklere takılan jantlarla birlikte kullanılan halkaların, lastiğin şişirilmesi sırasında, fırlaması riski göz önünde bulundurulmalı ve mutlaka koruyucu kafes içinde hava basılmalıdır.

Lastiği sökerken, topuk düşürme işlemine, muhakkak, jantın supabının takılı olduğu yerden başlanmalıdır. Supap bölgesinden yapılacak topuk düşürme işlemi, tubeless jantlarda, jantın her iki tarafı için de geçerlidir. Aynı zamanda, jant üzerinde üreticisi tarafından herhangi bir bilgi verilmiş ise buna uyulması gerekir. Bu tavsiyelere uyulmadığı takdirde, lastik topuğunda tamiri mümkün olmayan hasarlar meydana gelebilir. Topuğu hasar görmüş bir lastiğin kullanılması ise çok tehlikelidir. Uygun bir takma-sökmede, jant özelliklerinin bilinmesi zorunluluktur (Kormetal, 2006).

2.6. Lastikte Ölçü Değişimi (Basık Seriyeye Geçiş)

Ölçü değişimlerinin hangi kriterlere göre yapıldığının iyi anlaşılması için tekerlek ölçülerinin iyi bilinmesi gerekir. Araca monte edilecek lastik ve jant bir bütün olarak

değerlendirilir ve ölçüler de buna bağlı olarak alınır. Burada önemli olan E.T.R.T.O.'nun (Avrupa Lastik ve Jant Teknik Organizasyonu) belirttiği ölçülere dikkat etmektir (Kormetal, 2006).

Lastik değişimi yapılması söz konusu olduğunda, jant ve lastikle ilgili bilinmesi gereken en önemli ölçüler şunlardır:

- Nominal kesit genişliği: E.T.R.T.O. standardına uygun ölçülerdeki janta takılı, öngörülen şişirme basıncında şişirilmiş yeni bir lastiğin 24 saat bu durumda bekletildikten sonra dıştan dışa yanaklar arası ölçülen en geniş mesafesidir. Bu ölçüme lastik yanağı üzerindeki koruyucu zırh, kabartma yazı ve rakamlar dahil değildir.
- Kesit yüksekliği: yeni lastiğin janta oturduğu topuk noktasından lastik tabanına kadar olan yüksekliktir.
- Lastik çapı: janta takılmış ve şişirilmiş yeni bir lastiğin dış çapıdır.
- Jant çapı: lastik topuğunun oturduğu jant yüzeyinin çapıdır.
- Jant genişliği: lastik topuklarının oturduğu jant damakları arasının içten içe olan mesafesidir.
- Statik yüklü yarıçap: öngörülen basınçta şişirilmiş lastiğin öngörülen yük altında, jant merkezi ile yere temas ettiği nokta arasındaki mesafedir.
- Serbest yarıçap: öngörülen şişirme basıncında şişirilmiş bir lastiğin yüksüz durumda, jant merkezi ile yere temas ettiği nokta arası mesafedir (Kormetal, 2006).

- Dönme çevresi: öngörülen yük ve şişirme basıncındaki çekici aksa takılı lastiğin, bir tam dönüşte (1 turda) kat ettiği mesafedir.
- Ezilme: statik yüklü yarıçap ile serbest yarıçap arasındaki farktır.

Günümüzde lastik üreticileri veya satış bayileri, özellikle binek otomobillerde, mevcut lastiklerin geniş tabanlı, daha basık seri lastiklerle değiştirilip değiştirilemeyeceği ve hangi ölçünün en uygun olacağı sorusu ile sık sık karşılaşmaktadırlar. Otomobil lastiklerinde orijinal ölçüdeki lastik ve jantın yerine basık serili bir lastiğe geçilebilmesi bazı kurallara bağlıdır. Aracın mevcut performansının azalmaması yeni takılacak ölçünün teknik değerlerinin orijinaline yakınlığı oranında sağlanır (Kormetal, 2006).

Yanlış lastik ölçüsü seçimi tehlike ve verim kaybı demektir. Değişimlerde temel ilke, araç altındaki orijinal tekerleğin dönme çevresine sadık kalmaktır. Başka bir ifadeyle, değişim sonucunda aracın yerden yüksekliği değişmemeli veya çok yakın toleranslarda olmalıdır. E.T.R.T.O. kitapçığında verilen tablodaki değerlere mutlaka sadık kalınmalıdır. Değişimlerde özellikle jant offsetine dikkat edilmelidir (Pirelli, 2006). Basık seriye geçerken yeni lastiğe karar verilmeden önce, aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir:

- Araç üreticisinin onayladığı ve önerdiği (eğer varsa) diğer bir ölçü lastik takılmalı,
- Aynı çapta yada daha büyük çapta lastik takılacaksa aracın yerden yüksekliğine uygun olmalı,
- Yük indeksi ve hız sembolü yada kategorisi (kar lastikleri hariç) orijinal lastikle aynı veya daha yüksek olmalı (Kormetal, 2006),

- Takılacak yeni jant için belirlenen lastik ölçüsü için jant üreticisi tarafından önerilen tabloda lastiğin bulunup bulunmadığına bakılmalı,
- Kullanılacak jantlar aynı offset'e sahip olmalı veya daha geniş jant takılması durumunda ölçü farkı, aracın mekanik ölçüleri ile küçük toleranslarla uyuşmalı,
- Jantın kesit genişliği ya eski jantla aynı olmalı yada aracın mekanik ölçülerine uygun olmalı,
- Bijon delik sayısı ve çapları aynı olmalı,
- Jantın göbek yüzeyi aracın poyra yüzeyi ile aynı olmalı (jantın göbeği ve poyra ile göbekten merkezlemeli bağlantılarda jant göbek delik çapı ile poyra çapının birbirine uygun ölçülerde ve toleranslarda olması çok önemlidir),
- Direksiyon tam tur çevrildiğinde, çamurluklara ve rot başlarına lastiğin sürtüp sürtmediği kontrol edilmeli,
- Arkaya 3 kişi oturduktan ve bagaja 50 kg yük konulduktan sonra araç sert bir şekilde esnetildiğinde arka çamurluk içlerine lastik omuzlarının veya yanak kısımlarının sürtüp sürtmediği kontrol edilmeli ve
- Yeni lastiği taktıktan sonra araç üreticisi firmanın önerdiği değerlerde lastik şişirme basınçlarının ayarlanmasına dikkat edilmelidir.

Eğer yukarıda belirtilen şartlara uyulmazsa; mekanik aksam ve lastiğin topuğunun zarar görme riski, sürüş zorlukları, yakıt tüketiminin artması, titreşim problemleri, düzensiz lastik aşınması, aracın gücünün kullanılmasındaki verim kayıpları ile emniyet ve konfor kayıpları ile karşılaşılacaktır (Kormetal, 2006).

Yeni takılan basık seri lastiğin dönme çevresi orijinal lastiğin dönme çevresine göre, $-%3 \sim +\%2$ arasında olmalıdır ($-%1,5 \sim +\%0$ tercih edilir). Tekerlek (lastik+jant) araca takıldığında, lastik ile aracın mekanik aksamı arasında temas eden nokta olmamalı, direksiyon manevrasında yeterli mesafe bulunmalıdır (temas, araç tam yükte iken ve direksiyona tam tur attırma şeklinde kontrol edilmelidir) (Kormetal, 2006).

Otomobile takılacak lastiğin hız sembolü ve yük indeksi orijinal lastiğinki ile en azından aynı olmalı, hiçbir zaman daha düşük olmamalıdır (kış lastikleri bu kuralın dışındadır; yük indeksi daha düşük olmamak kaydı ile hız sembolü orijinal lastiğin hız sembolünden daha düşük olabilir, ancak bu konuda dikkat edilmesi gereken husus, araç hızının artık söz konusu lastik hız sembolü ile sınırlı olacaktır) (Pirelli, 2006).

2.7. Lastik Taban Desen Özellikleri

Teknolojinin gelişmesiyle, araçların güçleri, dolayısıyla hızları artmış ve buna paralel olarak daha kaliteli yollar yapılmaya başlanmıştır. Bu şartlar altında araçların, özellikle ıslak zeminlerde, kış koşullarında (kar, çamur vs.) kontrolü zorlaşmıştır. Bu şartlar lastiklerde desen olgusunu zorunlu kılmıştır. Lastik teknolojisinde desen tasarımı, otomobilin icat edilmesinden günümüze kadar geçen süre içinde gelişerek devam etmektedir. Günümüzde, lastik desenleri daha spesifik ve fonksiyonel bir yapı oluşturacak şekilde ve bunu sağlayan gelişmiş cihazlarla (bilgisayar simülasyonları) tasarlanmaktadır (CMS, 2006).

Taban desen özelliklerine göre lastikler standart (çok amaçlı), her mevsim, özel amaçlı, kar, gibi çeşitlere ayrılmıştır. Lastiklerde taban desen tasarımı, akustik konforu (lastikten kaynaklanan düşük gürültü, ses yapma özelliği) direkt etkiler. Plastik konfor (lastiğin yoldaki mevcut bozuklukları, arızaları filtre etme özelliği) ise lastiğin karkas yapısına, topuk dolgu kauçuk karışımına ve bir bütün olarak lastiğin kauçuk karışımına bağlıdır (Pirelli, 2006).

2.7.1 Standart desenli (yönsüz) lastikler

Standart desenli (yönsüz) lastikler, değişik segmentlerde tasarlanabilir. Otomobil lastiklerindeki segmentasyon ise, SR/TR hız grupları 80 seri, SR/TR hız grupları 70/65 seriler, HR hız grubu, VR/ZR hız grupları, kış (winter) lastikleri olarak tanımlanır.

VR/ZR hız grubu ve kış lastikleri araçta kullanım yerlerine ve araçlara göre daha spesifik (özel amaçlı) kullanımlar için genellikle yönlü veya asimetrik desen yapısında tasarlanırlar. Standart desenli lastiklerde takma yönü yoktur. Yeni lastik janta dolayısıyla araca monte edilirken, araç hareket halindeyken lastiğin dönmesi gereken bir yönü yoktur. Buda pratikte, takma - sökme kolaylığı sağlayan bir özelliktir. Lastikten çok amaçlı performans alınması için tasarlanırlar.

Standart desenli lastiklerde performans özellikleri temel beklentileri karşılayacak düzeydedir. Genellikle otomobil üreticisi firmalar tarafından Orijinal Ekipman (O.E) olarak tercih edilir ve kullanılırlar (Pirelli, 2006).

2.7.2 Yönlü (directional) lastikler

Lastik terminolojisinde “directional” ifadesi, lastiğin araç altında dönmesi gereken bir yönü olduğunu belirtir. Genellikle lastiğe önden bakıldığında, blok ve kanalların merkeze yaklaştıkça oluşturdukları şekil hemen “ok başı” çağrışımı yaparak yön hissi uyandırdığından bu tip lastiklere yönlü (directional) lastik denilmektedir. Ancak, lastiğin dönüş yönü deseninden değil yanağındaki işaretlerden, şekillerden (ok şeklinde kabartmalar) veya yönlü olduğunu belirten yazılardan anlaşılır (Pirelli, 2006).

Lastik teknolojisinde yönlü (directional) desen tasarımının sağladığı avantajlar şunlardır:

- Islak zeminde, temas alanında su tahliyesi yüksektir. Ok şeklindeki taban deseni su film şeridini yırtarak zeminle temas alanındaki suyu hızla tahliye eder ve ıslak şartlarda daha güvenli sürüş imkanı verir (Pirelli, 2006).
- Kuru ve özellikle ıslak zeminde fren yapıldığında zemine temas eden kanal ve blokları “ters ok başı” oluşturarak kaymaya karşı daha fazla direnç gösterir ve frenleme mesafesi kısalmır.
- Daha az gürültü yapar, böylece akustik (ses) konforu daha iyidir.

Otomotiv sektöründe, günümüzde güçleri ve hızları artan araçların kontrolünde sağladığı avantajlar nedeniyle yönlü lastik desen tasarımının önemi her geçen gün artmaktadır.

Lastiğin yanağında yer alan ok işareti, lastiğin araç altındaki dönüş yönünü gösterir ve lastiğin ters takılmasını (dönüş yönünün değişmesi) önlemek için, takma-sökme işlemini yapan kişileri uyarmak amacıyla konulmuştur. Ters takılması durumunda lastikten alınacak üstün performans özellikleri kayba uğrayacağı unutulmamalıdır.

Araç üzerindeki lastiklerde herhangi bir nedenle sağ-sol yapılaşma zorunluluğu doğduğunda; lastik, yanağındaki ok işareti yönünde dönecek şekilde takılmalıdır.

Yedek lastik araca takılacaksa ve dönüş yönü uygun değilse en yakın serviste lastik jant üzerinde iç-dış yapılarak kullanılmalıdır.

Şekil 2.4’te Pirelli firması tarafından üretilen yönlü (directional) otomobil lastiği görülmektedir (Pirelli, 2006).



Şekil 2.4. Yönlü (directional) otomobil lastiği (Pirelli'den, 2006).

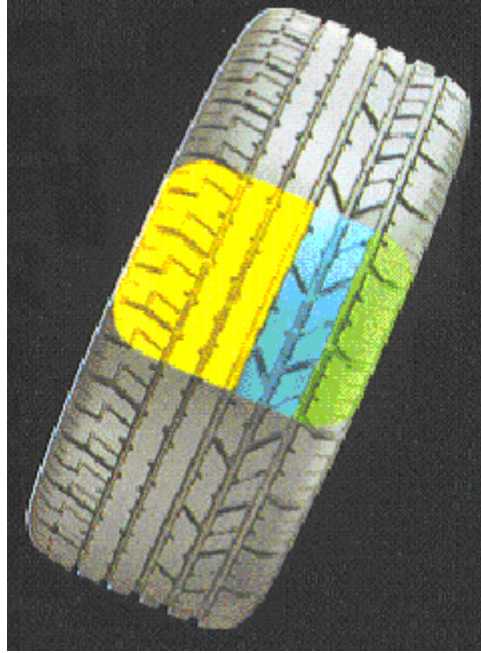
2.7.3 Asimetrik (asymmetric) lastikler

Değişken yol, iklim şartlarında araçtan beklenen performansın alınabilmesi, daha fonksiyonel lastiklerin tasarlanması ihtiyacını doğurmuştur. Bu nedenle, asimetrik taban desen tasarımı lastikler, önceleri yüksek performanslı otomobiller için özel üretilirken günümüzde diğer grup araçlar için hızla yaygınlaşmaktadır. Asimetrik desenin özelliği, tabandaki farklı blok ve kanal yapısının değişik performans beklentilerini karşılamasıdır. Lastik deseni dönüş yönüne göre ikiye bölündüğünde iki farklı desen ortaya çıkar. Asimetrik lastiklerin yanaklarında araç altında dönmesi gereken yönü olduğunu belirten işaretler veya yazılar vardır. Örneğin, “OUTER” gibi. Bu, lastik araca takıldığında “outer” yazan yanağın dışa geleceğini belirtir.

Asimetrik desenli lastikler, özel amaçlı performans almak için üretildiklerinden, temas alanında lastiğin desenindeki farklı bölümlerin görevi ayrı ayrıdır (Pirelli, 2006).

Örneğin, çevresel düz blok lastiğin düzgün dönmesini (yönel kararlılığını) ve kuru zeminde mükemmel tutunmayı sağlarken, ok başı şeklinde dizilen bloklar suyu tahliye etmeyi ve tutunmayı; iç omuzlara göre daha geniş ve uzun olan dış omuz blokları da virajlarda tutunmayı, merkezkaç kuvveti nedeniyle ortaya çıkan kuvvetlere karşı direnmeyi sağlar. Asimetrik lastiklerde dış omuz blokları genellikle geniş ve uzun dizayn edilir. Çünkü virajlarda lastiğin dış omuzlarına daha fazla yük biner ve dolayısıyla da fazla zorlanma ve deformasyon oluşur.

Şekil 2.5'te Pirelli firması tarafından üretilen asimetrik desenli otomobil lastiği görülmektedir (Pirelli, 2006).



Şekil 2.5. Asimetrik desenli otomobil lastiği (Pirelli'den, 2006).

2.7.4 Kış lastikleri

Lastiklerin mevsimsel kullanımına göre yapılan sınıflandırma yaz lastikleri ve kış lastikleri olarak tanımlanır. Kış lastikleri zemini karla veya buzla kaplı olan özellikle

yaz lastikleri ile tutunmanın çok zor olduğu yollarda kullanılmak için özel üretilen lastiklerdir. Kış lastikleri; çivisiz ve çivi ile kullanılan lastikler olmak üzere ikiye ayrılırlar (Pirelli, 2006).

2.7.4.1 Çivisiz (non-studdable) kış lastikleri

Bu tip kış lastiklerinin tabanında, çivilerin monte edileceği (çakılacağı) çivi yuvaları yoktur. Daha çok yumuşak veya sulu kar ile kaplı yollar için uygundur. Bu tip lastiklerin ıslak yollardaki performansı çok iyidir.

Buna karşılık kuru zeminlerde, taban desen tasarımları ve kauçuk karışımları nedeniyle çabuk ısınırlar ve akustik konforları iyi değildir. Çünkü kar lastiklerindeki lamellerin sayısı standart lastiklere göre çok fazladır. Bu, kış lastiklerinin karakteristik özelliğidir.

Öte yandan, günümüzde yüksek hızlarda da optimize edilmiş performans veren çok daha az ısınan ve akustik konforu (düşük ses üretimi) çok daha iyi olan kış lastikleri geliştirilmiştir. Şekil 2.6.'da çivisiz bir kış lastiği görölmektedir (Pirelli, 2006).



Şekil 2.6. Çivisiz otomobil kış lastiği (Pirelli'den, 2006).

2.7.4.2 Çivili (studdable) kar/kış lastikleri

Çok sert geçen kış şartlarında karlı ve buzlu zeminlerde kullanılmak amacıyla üretilen lastiklerdir. Bu tip lastiklerin tabanında, çivi çakılabilmesi için konulmuş çivi yuvaları mevcuttur.

Çivili lastikler, buz veya sıkışmış sert karla kaplı zeminlerde çok iyi çekiş, tutunma sağlar ve frenleme mesafesini azaltarak emniyetli olarak aracın durmasını sağlar. Ancak, kuru, ıslak ve yumuşak kar ile kaplı zeminlerde kullanıldıklarında yukarıda belirtilen olumlu özelliklerinin tersi bir etki gösterir. Çivilerin fırlama tehlikesi olduğundan, özellikle kuru zeminlerde kullanılmamalıdır. Hızla dönen lastikten fırlayan çiviler çok tehlikelidir. Bundan dolayı, çivili lastik kullanımı bazı ülkelerde yasaklanmış veya sınırlandırılmıştır. Bununla ilgili yasal düzenlemeler yapılmıştır.

Çivili kış lastiği; araç el kitabında belirtilen doğru lastik ölçüsünde, standart lastiğinin yük indeksinde veya daha yüksek yük indeksinde olmalıdır. Şekil 2.7.'de çivili kış-kar lastiği, dönme yönü ile birlikte görülmektedir (Pirelli, 2006).



Şekil 2.7. Çivili otomobil kış lastiği (Pirelli'den, 2006).

Uyulması gereken hız limiti konusunda, yerel yasal sınırlamalar (eğer varsa), ETRTO'nun tavsiyeleri veya lastik üreticisi firmaların tavsiyeleri dikkate alınmalıdır. Hız limiti, bazı ülkelerde yasalarla belirlenmiştir. Örneğin, aracın çivili lastiklerle kullanımında, İsviçre'de 2 ve 4 şeritli yollarda maksimum 80 km/saat hıza izin verilirken, otoyollarda ve şehir içinde çivili lastik kullanımına izin verilmemiştir (Pirelli, 2006).

2.8 Performanslı ve Uzun Ömürlü Lastikler İçin Uyulması Gereken Kurallar

- Hava basıncı: uygun olmayan hava basıncı ilerde tamiri mümkün olmayan hasarlar yaratabilir. Ayrıca, düzensiz ve erken aşınmaya da sebep olur. Hava basıncı, lastik soğukken ölçülmeli ve mutlaka araç üreticilerinin belirlediği hava basıncı değerlerine uygun olmalıdır. Düşük şişirme basıncı lastiğin iki omzunda, yüksek şişirme basıncı ise taban merkezinde çevresel ve düzensiz aşınmaya sebep olur.
- Rot ayarı: aracın mekanik ve süspansiyon sistemlerindeki aksaklıklar nedeni ile direksiyon ve araç yönü aynı olmayabilir. Ön düzen bozukluğu, sadece lastiklerde ekonomik kayba neden olmakla kalmaz, aynı zamanda aracın süspansiyon ve döner aksamına da zarar vererek zaman içerisinde yüksek mekanik tamir ve bakım masrafına yol açar.
- Balans ayarı: jant ve lastiğin uygun olarak eşlenmemesi hızlı sürüş esnasında zıplama, vuruntu, salgı, yalpa gibi konforsuzluklar hissedilmesine neden olur. Bu nedenle, jant ve lastiğin balans ayarı, uzman kişiler tarafından hassas biçimde yapılmalıdır.
- Rotasyon (yer değiştirme): lastiklerin, araçta takılı oldukları her değişik pozisyonda değişik aşınma hareketine maruz kaldıklarından, periyodik olarak yerlerinin

değiştirilmesi ömürlerini artıracaktır. Birbirine çapraz konumdaki lastiklerin değiştirilmesi, lastik üreticilerinin tavsiyesidir.

- Diş derinliği: zamanla lastiğiniz üzerindeki desen aşınarak kullanılmaz seviyeye gelir. Aşınmış lastikler aracın performansını düşürür, yakıt tüketimini artırır. Binek otomobiller için diş derinliği 1.6 mm'nin altına inmiş lastikleri kullanmak, can ve mal güvenliği bakımından tehlikedir. Ayrıca, kanunen yasaktır ve cezası trafikten men edilmedir.
- Yük miktarı ve yükleme biçimi: araç üreticisinin belirlediği, araç taşıma kapasitesi (istiap haddi) üzerinde yüklemeler; lastiğinizin çabuk ısınmasına; yanak, omuz ve topuk bölgelerinde arıza meydana gelmesine ve bu bölgelerin hızlı aşınmasına neden olur. Dengesiz yüklemeler de lastik ömrü üzerine olumsuz etki yapar.
- Fren ayarı: fren sistemi araç üreticisinin tavsiye ettiği aralıklarda kontrol edilmelidir. Ayarsız frenler, lastiklerde düzensiz ve hızlı aşınmalara sebep olabilir. Ani ve sert frenlemelerde kuvvet dağılımı lastiğe göre farklı olacağından, blok tipi aşınma olması ihtimali artar.
- Araç kullanımına uygun lastik seçimi: araç el kitabında belirtilen ebat ve kat muadilindeki lastikler kullanılmalıdır. Aracın tüm lastiklerinin aynı yapıda olması gerekir. Aynı aks üzerinde farklı yapı, desen ve aşınmada lastik takılması halinde araç performansı olumsuz etkilendiği gibi lastik düzensiz ve hızlı aşınır.
- Araç hızı: araç kullanım hızı arttıkça lastiğin sıcaklığı da yükselir. Bu sebeple taban kauçuğu normale göre daha çok aşınma gösterir.

Yol ve iklim şartları: düzgün olmayan yol yüzeylerinde ve sıcak yaz aylarında lastik normale göre daha çok aşınma gösterir (Pirelli, 2006).

- Sürücü alışkanlıkları: uzun ömürlü ve performanslı lastikler için en önemli faktörlerden birisi de araç kullanım alışkanlıklarıdır.

Bunların dışında, yüksek performans, sürüş güvenliği ve aracın uzun ömürlü olması için aşağıdaki kuralların uygulanması uzmanlar ve üreticiler tarafından tavsiye edilmektedir.

Bozuk ve taşlı yollarda yüksek hız yapılmamalı, ani ve sert frenler ve aracı hızlı kaldırıp patinaj yapmaktan kaçınılmalıdır. Aksi halde lastiklerde düzensiz ve erken aşınmalar meydana gelir.

Lastiği keskin kaldırım kenarlarına sürtmekten kaçınılmalıdır. Çünkü, lastiğin gövdesini oluşturan kordların çok hafif hasar görmesi bile, hasarın kord üzerinde yürümesi halinde lastikte tehlikeli olabilecek büyük arızalara sebep olabilmektedir.

Aracı kullanırken yoldaki çukurlara ve tümseklere dikkat edilmeli, kaldırımaya park etmekten kaçınılmalıdır.

Sıcak havada ve ağır yüklerle yüksek sürat yapılmamalıdır. Havanın sıcak olması; ağır yük ve yüksek süratten ötürü fazla ısınan lastiğin soğumasını zorlaştırır.

Araca uygun olmayan yüklemeden kaçınılmalıdır. Dengesiz yük dağılımı bazı lastiklerin üzerine fazla yük binmesine ve buna bağlı olarak hızlı aşınmaya sebep olabilir.

Üretildiği tarih üzerinden 5 yıl geçen dış ve iç lastiklerin dikkatle kontrol edilip kullanılması gerekmektedir. Eğer lastiğin üzerinde çatlaklar oluşmuşsa söz konusu lastik kullanılmamalıdır (Pirelli, 2006).

Lastiklerin mümkünse her kullanımdan önce gözle kontrol edilmesi gerekir. Lastiğe çivi, taş, cam gibi yabancı maddeler batmışsa bunlar çıkarılmalıdır. Hasar gören lastik, vakit geçirmeden tamir ettirilmelidir.

Hasar görmüş veya herhangi bir nedenle hava basıncı çok azalmış lastikle yola devam edilmemelidir.

Tüm supaplar iyi durumda temiz ve kapaklı olmalıdır. Supap kapakları lastiğin içine toz ve benzeri maddelerin girmesini önler.

İç lastiksiz (tubeless) lastikler mutlaka tubeless jantlara takılmalıdır. İç lastikli (tube type) lastiklerse kesinlikle iç lastiksiz kullanılmamalıdır.

Bijon somunlarının sıklığı düzenli olarak kontrol edilmelidir. Bijon somunlarının gevşek olması durumunda sürüş emniyetinin azalmasının yanı sıra lastikte düzensiz aşınma meydana gelecektir.

Lastiğin üzerinde belirtilen hız ve yük limitleri hiçbir şekilde geçilmemelidir. Aksi takdirde çok tehlikeli sonuçlar doğurabilecek lastik arızaları söz konusu olabilir.

Aracın tüm tekerleklerine aynı ebat, yapı ve desende lastik takılmalıdır. Farklı lastik kullanımı özellikle de farklı ebat ve yapıda lastik kullanımı araç ve lastik performansını çok olumsuz etkileyecektir.

Her dış lastik değişiminde jant supabı ve iç lastik değiştirilmelidir (Pirelli, 2006).

Lastik şişirme basınçları iki haftada bir kontrol edilmeli, basınç düşmüşse uygun seviyeye getirilmelidir. Isınan lastiğin hava basıncı yükselebileceğinden, lastiklerin hava basıncının lastik soğukken ölçülmesi ve ayarlanmasına dikkat edilmelidir.

Lastikte ısınma sonucu yükselen hava basıncını azaltmak için lastiğin havasını boşaltma yoluna kesinlikle gidilmemelidir.

Karlı ve buzlu havalarda daha iyi çekiş sağlayacağı düşüncesiyle lastik havası kesinlikle azaltılmamalıdır. Tersine, bu gibi durumlarda hava basıncını artırmak zemindeki karlı ve buzlu tabakayı yarmaya yardımcı olup çekişi artıracaktır.

Lastiklerin her 10.000 km'de bir rotasyonu tamamlanmalıdır. Radyal lastiklerde, dönüş yönünü değiştirmeden öndeki lastikler arkaya, arkadaki lastikler de öne takılmalıdır.

İki haftayı aşan park etmelerde lastik havası artırılmalı ve araç takoza alınmalıdır (Pirelli, 2006).

3. JANTIN YAPISI VE GÖREVLERİ

3.1 Giriş

Jant taşıtlarda lastikle aks sistemi arasında bulunan, lastiğin takıldığı ve desteklendiği, yük taşıyan ve dönen emniyet parçasıdır. Emniyet parçaları: araç üzerinde mal ve can güvenliğini direkt etkileyen yasal yükümlülükleri olan parçalardır.

Jant ve lastik aracın zeminle olan ilişkisini sağlar. Araçlar seyir halindeyken, yürüyen aksamla ilgili oluşabilecek herhangi bir aksaklık oldukça önemli sorunların yaşanmasına neden olabilir. Bu nedenle, üstün kalite ile üretilmiş, yüksek performansa sahip jant kullanımının önemi ortaya çıkar.

Bir jantın dayanıklı ve sağlam olması birçok açıdan önemlidir. Bu nedenle, boyut ve tasarım ne olursa olsun, her türlü yol ve kullanım koşuluna dayanıklı, uzun ömürlü, güvenli, aracın motor gücünü ve performansını yola kusursuz biçimde yansıtan jantların kullanılması çok önemlidir.

3.2 Jantın Yapısı ve Teknik Terimler

Jantlar kullanım yerlerine göre alçak basınçlı döküm yöntemiyle tek parça olarak üretilen tubeless jantlardan, 6 parçalı 25” çapında ağır iş makinaları jantlarına kadar farklı ebatlarda, şekillerde ve farklı spesifik özellikleri karşılayacak biçimde üretilirler. Tek parçalı jantlar haricinde, genellikle jantlar iki ana parçadan oluşur. Bu parçalara göbek (disk) ve kasnak adı verilir.

Göbek: kasnağı taşıyan ve aracı aks sistemine bağlayan üzerinde poyra, bijon, havalandırma ve el tutma delikleri bulunan parçadır. Kasnak ise lastiğin takıldığı ve desteklendiği, lastiğin janta oturduğu elemandır. Lastiğin jantla uyumlu biçimde

çalışmasını sağlamak için kasnak üzerinde flanş (kulak) adı verilen ve üzerine lastik yanaklarının dayandığı bölge bulunur. Kasnaktaki kulak bölgesinin geometrisi ve ölçüsel uygunluğu lastiğin jant üzerinde kaymaması, janttan fırlamaması ve tubeless lastiklerde hava sızdırmazlığı için çok önemlidir.

Tube type jantlarda kulak profilinin kasnak üzerinde tek bölgede bulunması nedeniyle kasnağın diğer bölgesinde hem lastiğin montajının yapılması hem de lastiğin simetrisinin korunması ve işlevini yerine getirebilmesi için kulak profilinin aynı geometrisini karşılayacak biçimde halkalar kullanılır. Bu tip jantlara çok parçalı jantlar adı verilir (JMS, 2006).

Bir genelleme yapmak gerekirse; tube type jantlar çok parçalı; tubeless (iç lastiksiz) jantlar ise tek veya iki parçalıdır. Özel durumlarda çok parçalı tubeless jantlar da kullanılmaktadır. Bu tip jantlarda sızdırmazlığı sağlamak amacıyla o-ring veya conta kullanılmaktadır. Şekil 3.1.'de ağır taşıtlarda kullanılan tubeless jantlar görülmektedir.



Şekil 3.1. Kamyon ve iş makinalarında kullanılan tubeless jantlar (JMS'den, 2006).

Ülkemize ilk defa 1980 yılında dünyanın en gelişmiş jant yapım teknolojisi sıvama (Flow Forming) ile ağır vasıta tubeless jant üretimine başlanmıştır. 5° Kanallı tubeless jant: 13", 14", 17" vs ölçülerde standart ve düşük profilli kamyonet lastikleri için simetrik ve asimetrik olarak üretilen jantlardır. 15° kanallı tubeless (iç lastiksiz) jant: 17.5", 19.5", 22.5" vs ölçülerde standart ve geniş kesitli (düşük profilli) lastikler için üretilen jantlardır. 5° Kanallı 4 parçalı tubeless jant ise düşük profilli, genellikle 80 serisi lastikler (20" profilli jant) için üretilirler (JMS, 2006).

İç lastikli kullanılmak üzere imal edilen tube type jantlar: kasnak, göbek, segman ve çemberden oluşur. Bazı jantlarda segman ve çember yerine kombine çember kullanılır.

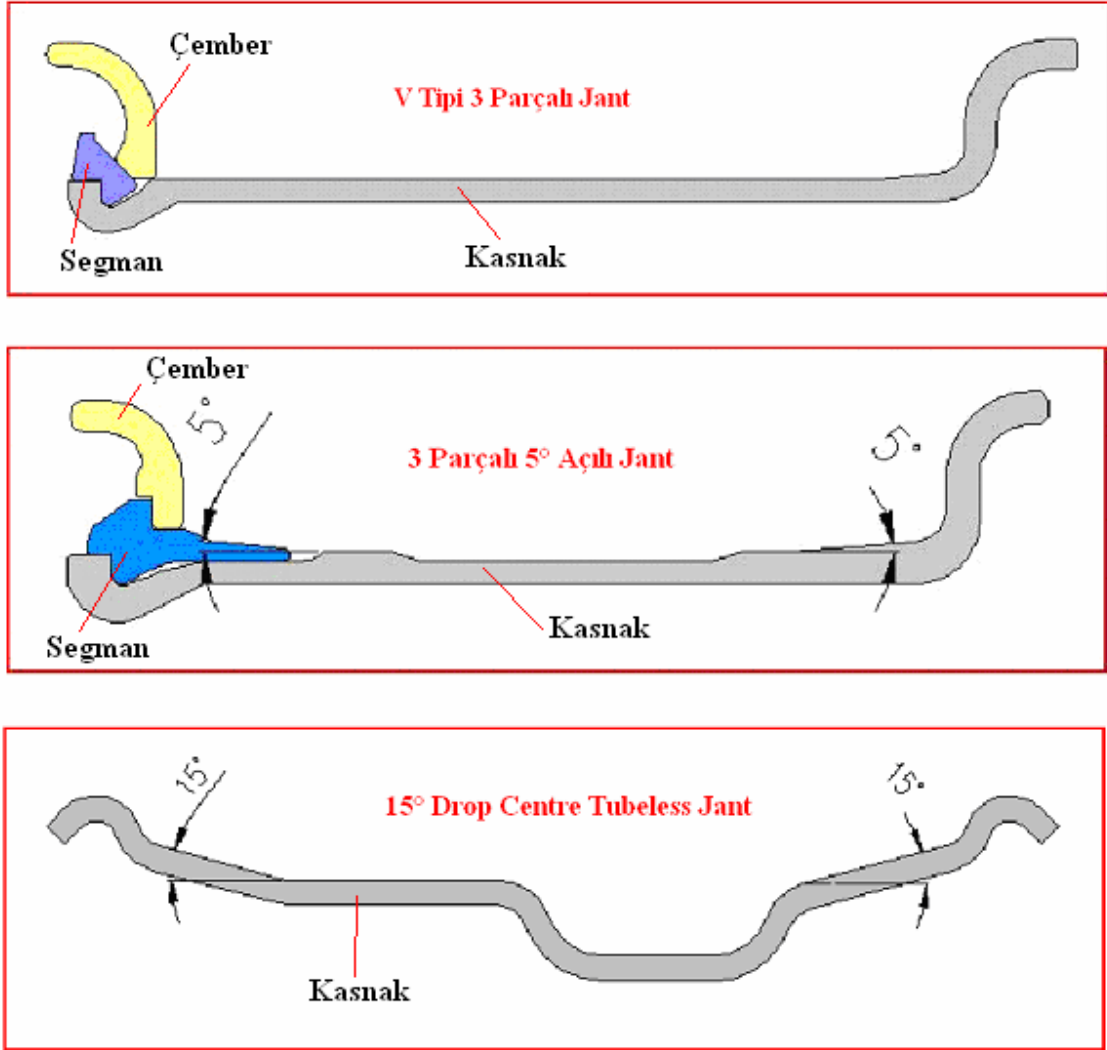
Çember sadece iç lastik kullanılan jantlarda, kasnak profili üzerine lastiğin oturtulmasını sağlayan ve kendi formu gereği segman aracılığı ile kasnak tırnak yuvasına sıkı geçme ile monte edilen destek parçasıdır.

Segman (kilit halka): kasnak tırnak yuvasına oturarak çemberi taşıyan ve formu gereği çemberi sabitleyen destek parçasıdır.

Kombine çember ise lastik tabanının oturduğu, çember ve segmanın birleşiminden oluşmuş yekpare bir parçadır.

Şekil 3.2'de çeşitli jant profilleri göbek (disk) olmadan şematik olarak gösterilmektedir.

Tubeless ve tube type jantların dışında özellikle ağır vasıtalarda ispit (split) adı verilen jantlar da kullanılmaktadır. İspit jantların temel özelliği jant göbeğinin olmamasıdır. Hem tube-type hem de tubeless kasnak ile kullanılabilir. Araç poyrasına bağlantıları, poyra üzerinde bulunan pabuçlar vasıtası ile yapılır (JMS, 2006).



Şekil 3.2. Tubeless ve tube type jant profilleri (JMS'den, 2006).

Şekli ve özellikleri ne olursa olsun, jant seçimi ve kullanımı için gerekli olan kritik ölçüler şunlardır:

3.2.1 PCD (taksimata dairesi çapı - pitch circle diameter)

Taksimata dairesi çapı: jant üzerinde birbirine 180° açı yapan iki bijon deliğinin merkezleri arasındaki milimetre cinsinden mesafeyi temsil etmektedir (JMS, 2006).

Uygulama kataloglarında bu değerler: 4x98, 5x100, 6x139.6, 8x275, 10x335 vb. gibi rakamlarla ifade edilir. Birinci örnekte 4: jantın bijon veya somun sayısını, 98 ise iki bijonun merkezleri ile jant eksenini arasındaki toplam mesafeyi belirtmektedir.

3.2.2 ET (offset)

ET yani Offset değeri, jantın tipik özelliklerinden birini temsil eder. Jantın ortasından geçen hayali eksen ile jantın araca bijonlarla bağlandığı yüzü (bijon deliklerinin olduğu eksen) arası mesafedir (Kormetal, 2006).

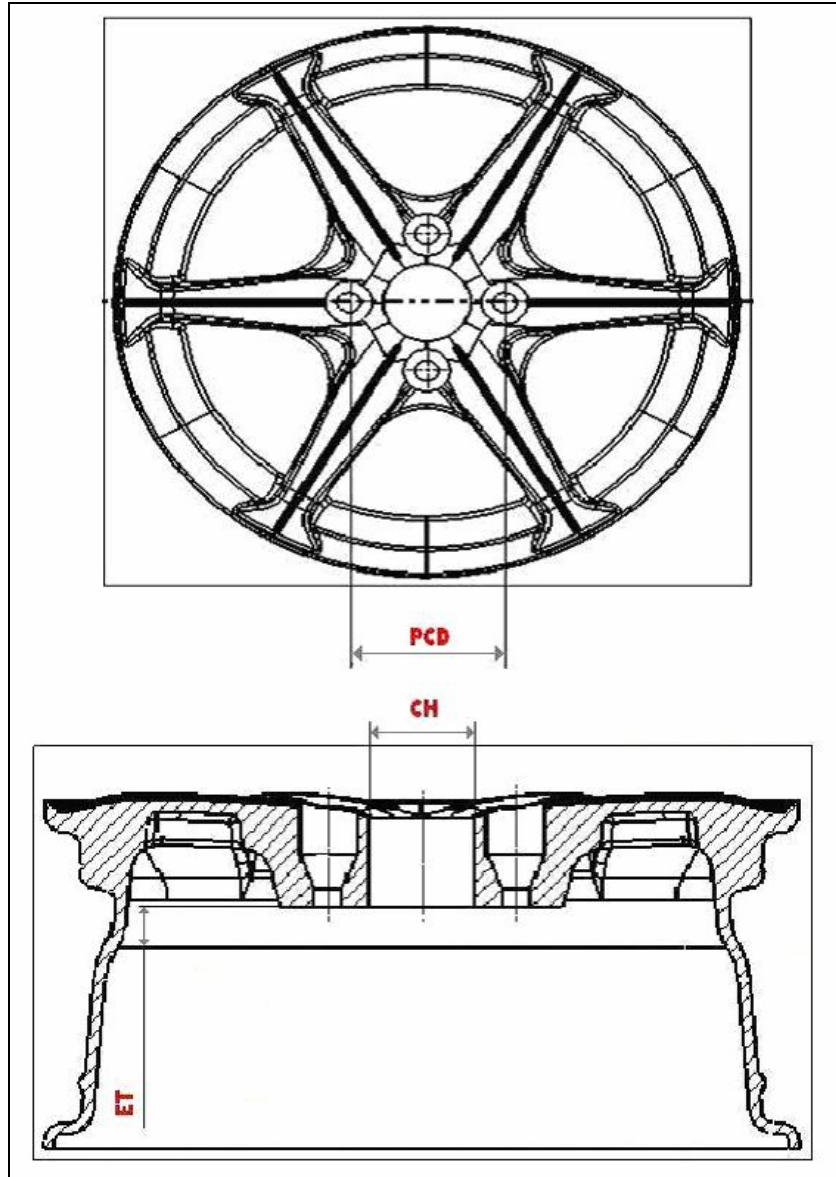
Offset, aracın yapısal özelliği ile ilgili olduğundan temel bir ölçüdür. Bundan dolayı lastik ve jant değişimlerinde dikkat edilecek en önemli faktörlerden biridir. Jantların üzerinde ölçü tanımlamalarında rakamsal olarak ve mm. cinsinden verilir (JMS, 2006).

3.2.3 CH - CBD (poyra çapı – centre hole/bore diameter)

CH değeri, jantın göbek ölçüsü dediğimiz, jantı araca monte ederken poyraya oturttuğumuz çapı milimetre cinsinden ifade eder.

Genellikle binek otomobil üreticisi firmalar birbirinden farklı CH değerleri kullanırlar. Buna karşın, kamyon otobüs ve iş makinaları gibi daha büyük ve ağır taşıtlarda kullanılan jantlarda poyra çapı (CH) değerleri daha standart durumdadır. Aynı standardizasyon taksimat dairesi çapı (PCD) için de geçerlidir. Poyra çapı ve taksimat dairesi çapı jantın ve dolayısıyla lastiğin araca en uygun biçimde bağlanabilmesi için ve bijon cıvatalarının hasar görmemesi için mutlaka uygun ölçülerde olmalıdır.

Şekil 3.3.'de alüminyum alaşımlı, tubeless (iç lastiksiz) bir binek otomobil jantındaki PCD (taksimat dairesi çapı), ET (offset) ve CH (poyra çapı) ölçüleri görülmektedir (Kormetal, 2006).



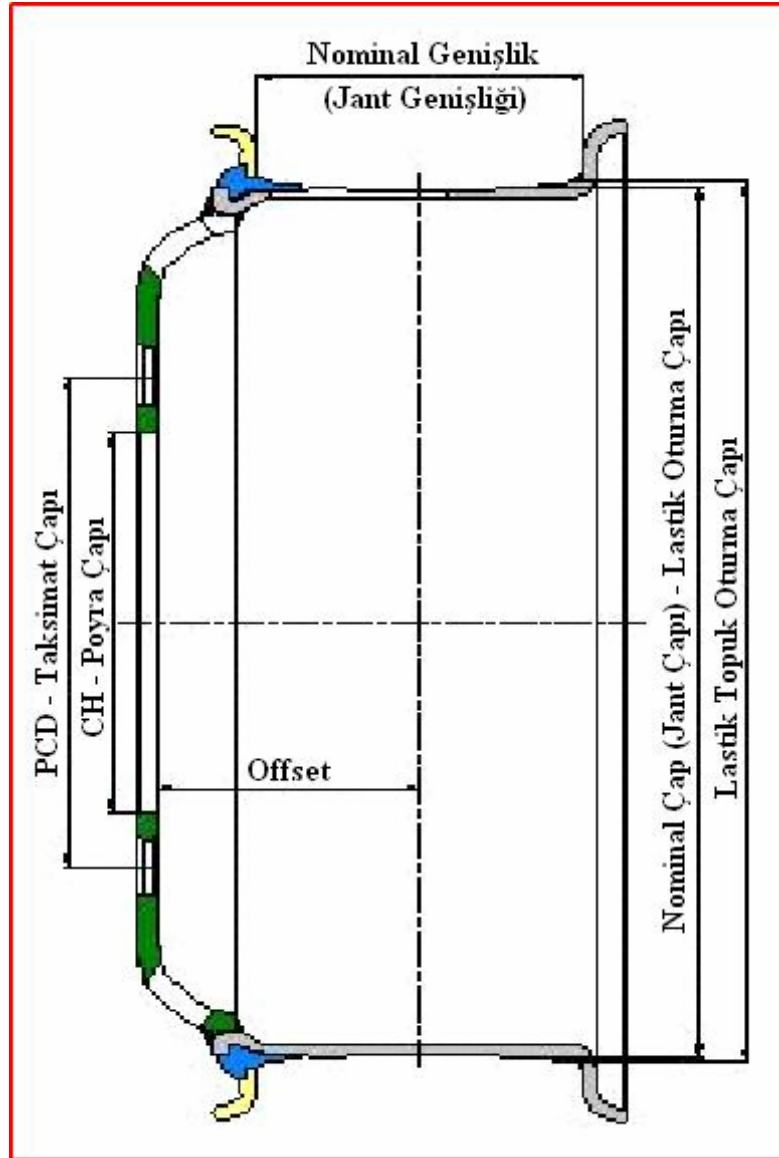
Şekil 3.3. Temel jant ölçüleri (PCD, ET ve CH) (Kormetal'den, 2006)

3.2.4 Jant genişliği (nominal genişlik – lastik oturma genişliği)

Jant genişliği: lastiğin janta oturduğu yüzeyin uzunluğunu inç cinsinden ifade eden ölçüdür. Jantların üzerinde markalanmış olan bu değer, jant çapı ile birlikte lastik seçimi için temel referans ölçüleri oluşturur. Jant genişliği farklı olan jantlarda, uygulama tablolarına ve jant üreticisi firmaların tavsiyelerine sadık kalınması koşulu ile aynı lastikler kullanılabilir (CMS, 2006).

3.2.5 Jant çapı (nominal çap – lastik oturma çapı)

Jant çapı: bu ölçü ise lastiğin janta oturduğu yüzeyin çapını inç cinsinden ifade eder. Lastik seçiminde en temel ölçü jant çapıdır. Çünkü lastikler, jant çapı referans alınarak üretilirler. Jant ve lastik seçiminde dikkat edilmesi gereken en önemli nokta: jant ve lastiğin aynı çap değerlerine sahip olup olmadığıdır. Şekil 3.4.'de tube type (iç lastikli), çok parçalı bir ağır vasıta jantındaki temel ölçüler görülmektedir (JMS, 2006).



Şekil 3.4. Janttaki temel karakteristikler (JMS'den, 2006).

Bu ölçülerin yanı sıra; jant karakteristiğini belirten kasnak açısı, lastik topuklarının oturma çapı, tubeless koruması, subap deliğinin şekli ve ölçüsü, bijon delik çapları, bijon delik çeşitleri gibi diğer ölçüler de jantın kullanım yerine, özelliklerine ve lastik seçimine göre değişiklik gösteren spesifik özellikler arasındadır.

3.3 Jant Üretim Teknikleri

Jant üretim tekniklerini iki sınıfta toplamak mümkündür. Bunlardan ilki genellikle otomobil ve hafif ticari araçlarda kullanılan jantların üretildiği alçak basınçlı döküm yöntemidir. Bu yöntemde genellikle alüminyum ve titanyum ağırlıklı metal alaşımları kullanılmaktadır. Diğer yöntem ise çelik sacdan yada haddelenmiş çelik profilden jant imalatıdır. Bu yöntemde ise sac plakaların veya profillerin belirli ölçülerde kesilip kıvrılması ve kaynatılması ile jant imalatı yapılmaktadır.

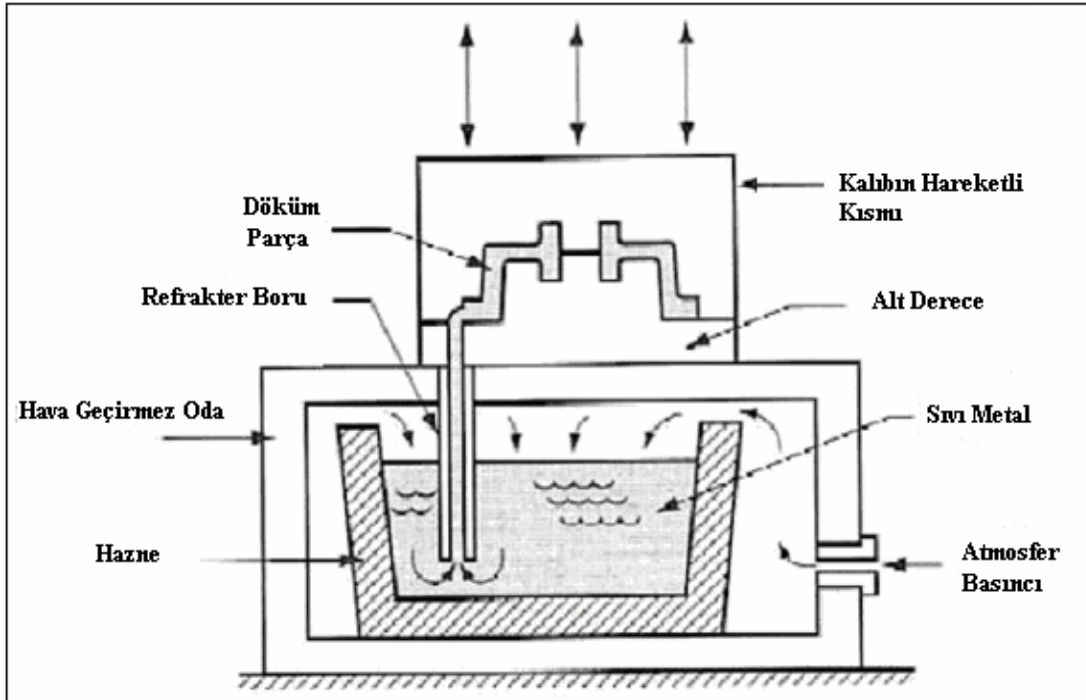
Döküm yöntemine benzer üretim teknolojisi ile gerçekleştirilen sıcak dövme ile de jant üretimi yapmak mümkündür. Ancak günümüzde dövme ile jant üretimi, diğer iki yöntemle oranla ekonomik olmaması nedeniyle daha az tercih edilmektedir. Dövme yöntemiyle, özellikle otomobil jantlarında, motor sporlarında yüksek performans veren hıza ve yüke dayanıklı jantlar yapmak mümkündür. Aşağıda döküm yöntemi ve sac malzeme ile jant üretim yöntemi detaylı biçimde açıklanacaktır.

3.3.1 Döküm yöntemi ile jant üretimi

Bu yöntemin en büyük avantajı: malzemenin belli standartlara bağlı kalmaksızın değiştirilmesi ve bu nedenle jantların sürekli daha yüksek hızlara dayanıklı, daha fazla yük taşıma kapasitesine sahip hale getirilebilmesi için geliştirilmesidir. Döküm malzemesi olarak kullanılan metaller alüminyum ve titanyum alaşımlarıdır. Bu metal alaşımlarından üretilen jantlara halk arasında çelik jant denmektedir. Aslında kaplamaları nedeniyle çelik benzeri parlak görünüme sahip olan bu jantlar yüksek

performans ve hız istenilen otomobillerde çelik jantlara göre daha iyi sonuç vermektedirler. Malzemede belli kalıplara bağlı kalınmaması sayesinde farklı alaşımlama teknikleri kullanılarak daha mukavim hafif alaşımlı jantlar üretilmektedir. Ağırlık avantajı nedeniyle özellikle motor sporlarında, döküm yöntemiyle üretilen alüminyum alaşımlı jantlar çelik jantlara göre daha fazla tercih edilmektedir.

Döküm yöntemleri arasında en sık kullanılan teknik alçak basınçlı döküm yöntemidir. Temel kalıcı kalıba döküm yöntemlerinde malzemenin kalıba dolmasını yerçekimi sağlar. Alçak basınçlı dökümde sıvı metal, kalıba alçak basınç sayesinde - yaklaşık 0,1 MPa - aşağıdan yukarıya doğru dolar. Bu yöntemin geleneksel döküm yöntemlerine göre avantajı; hazneden kalıba dolan sıvı metalin atmosfere açık sıvı metale göre daha temiz olmasıdır. Bu sayede gaz gözenekleri ve oksitlenme asgariye indirilirken, mekanik özellikler iyileşir. Şekil 3.5.'te alçak basınçlı döküm yöntemi şematik olarak gösterilmektedir (Güldoğan, 2005).



Şekil 3.5. Alçak basınçlı döküm yöntemi (Güldoğan'dan, 2005).

Jant üretimi için alçak basınçlı döküm yönteminde kullanılan kalıcı kalıplar; karmaşık şekilli, boyut toleransları oldukça dar olan ve çok sayıda üretilecek parçalar için tercih edilir. Dökülecek metalin gerektirdiği refrakterliğe sahip olması gereken kalıp malzemesi olarak genellikle özel kalite kalıp ve takım çelikleri kullanılır. Düşük sıcaklıkta eriyen metallerin dökümü için bronz da kullanılmaktadır. Döküm yöntemine ve kalıp malzemesine bağlı olarak tek bir kalıpla demir esaslı malzemelerden 3.000 ~ 10.000 arasında; alüminyum gibi düşük sıcaklıkta eriyen malzemelerden ise 100.000'e kadar parça dökülebilir.

Metal kalıcı kalıba döküm yönteminde katılaşma sırasındaki soğuma, kum kalıplardan daha hızlı olduğu için iç yapı daha ince tanelidir. Boyut hassasiyeti 0,25 mm olup, parça yüzeyleri temizleme işlemi gerektirmeyecek kadar yüksek kalitelidir. Metal kalıplarda kullanılan maçalar metal, kum veya alçıdan yapılabilir. Metal olmayan maçaların kullanılması halinde yöntem yarı kalıcı kalıba döküm olarak adlandırılır. Kalıp ömrünü arttırmak için kalıp boşluğu refrakter malzemelerle kaplanır ve bu sayede parçanın kalıptan çıkarılması da kolaylaşır.

Kalıcı kalıplar genellikle açılıp kapanan iki veya daha çok parçadan oluşur. Kalıp kapandıktan sonra oluşan boşluğa erimiş metal dökülür ve katılaşma beklendikten sonra kalıp açılarak parça çıkarılır. Bu işlemler elle yapılabileceği gibi, bir tertibat yardımıyla veya mekanizasyona geçilmesi halinde makinalar tarafından da yapılabilir. Kalıp üretiminde kalıp boşluğu ve diğer kanallar işlenerek açılır. Kalıcı kalıp tasarımı büyük deneyim ister. Metal kalıpların cidar kalınlığının belirlenmesinde ısı girdi ve çıktılarının dikkate alınması gerekir. Çünkü bu yöntemlerin başarısı kalıbın sürekli çalışma sıcaklığına bağlıdır. Kalıp cidar kalınlıkları genellikle 18 ~ 50 mm arasında seçilir. Kalıplar, gerektiğinde soğutulabilir biçimde tasarlanır.

Kalıcı kalıbın üstünlükleri şöyle sıralanabilir: ince taneli iç yapı sayesinde mekanik özellikleri daha iyidir. Hassas boyut toleransları sağlanabilir. Karmaşık parçaların üretimi mümkündür. Parçanın yüzey kalitesi iyi olup, temizleme masrafları düşüktür. Seri üretim için ekonomik bir uygulamadır (Güldoğan, 2005).

Yöntemin sakıncaları ise şunlardır: kalıcı kalıp pahalı olduğundan yöntem ancak seri üretimde ekonomiktir. Bu yöntemle her malzeme dökülemez ve yöntem sadece küçük parçaların üretimi için uygundur (Güldoğan, 2005).

Yukarıda bahsedilen sakıncaların yanında oldukça fazla üstünlüğe sahip olması nedeniyle; ayrıca, hem ekonomik olması hem de otomasyonla oldukça büyük üretim hacimlerine ulaşılmasına olanak tanınması sayesinde, alçak basınçlı döküm yöntemi günümüzde küçük çaplardaki jant imalatında en çok tercih edilen yöntemdir. 20 inç kadar çıkabilen çaplardaki jantlar alüminyum veya titanyum ağırlıklı alaşım malzemeleri kullanılarak sorunsuz biçimde dökülerek üretilmektedir.

Ek olarak, hafif alaşım döküm jantlar, gelişen teknoloji sayesinde, günümüzde sadece otomobillerde değil, aynı zamanda yüksek hızlara dayanıklı ancak nispeten düşük yük taşıma kapasitesine sahip otobüslerde ve bazı büyük ticari araçlarda da kullanılmaya başlanmıştır. Şekil 3.6.'da döküm yöntemiyle üretilmiş bu tip bir jant görülmektedir.



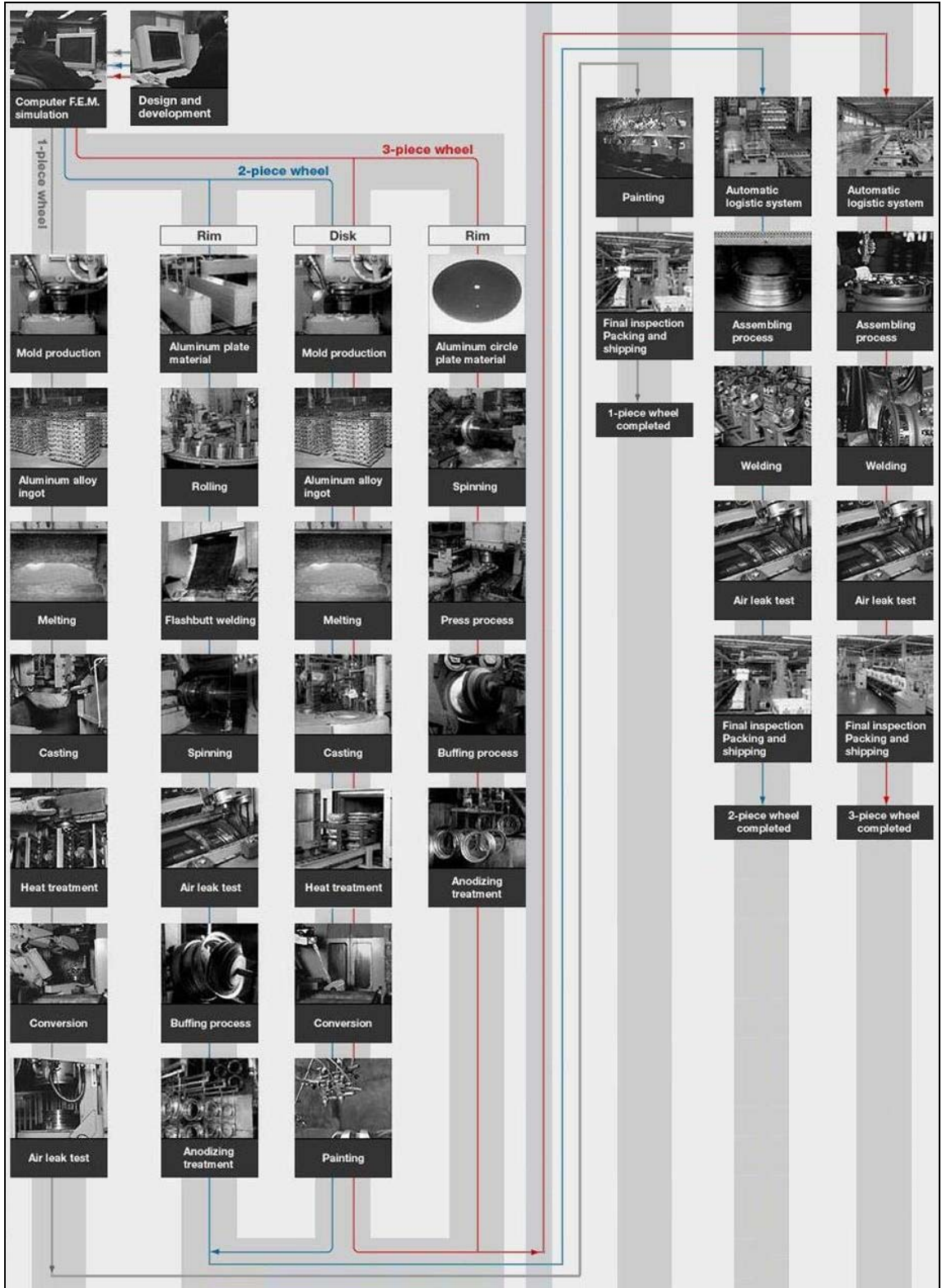
Şekil 3.6. Tek parça döküm yöntemi ile üretilmiş otobüs jantı - India Wheels

Döküm yöntemi ile jant üretimi; temelde döküm, talaşlı imalat ve boya proseslerinden oluşmaktadır. Türkiye'nin en büyük alüminyum alaşımlı jant üreticisi olan CMS'de gerçekleştirilen jant üretim aşamaları (iş akışı ve operasyon sıraları) kısaca şöyledir:

- Döküm (düşük basınçlı veya vakum ile döküm)
- Göbek delme
- X-ray kontrolü
- Talaşlı işleme
- Bijon-subap delme
- Tesviye
- Sızdırmazlık testi
- Astar boyama
- Sıvı boyama
- Ambalaj
- Ambar
- Yükleme ve sevkiyat (CMS, 2006)

Alüminyum alaşımlı jant üretiminde en sık kullanılan yöntem alüminyum ingot halindeki alaşımın kalıcı kalıba düşük basınçlı döküm yöntemiyle dökülmesidir. Günümüzde otomobil ve hafif ticari araç jantlarının çok büyük bir çoğunluğu bu şekilde üretilmektedir. Buna karşın, iki veya üç parçadan oluşan alüminyum alaşımlı jantlar da bulunmaktadır. Parçalı jantlarda, tek parçalı jantların aksine, kasnak ve göbek ayrı ayrı imal edildikten sonra birleştirilir. Birleştirme operasyonu genellikle gazaltı kaynağı kullanılarak yapılmaktadır.

Şekil 3.7.'de Japonya'nın dünyaca ünlü jant devi Enkei Wheels'in bir, iki ve üç parçalı alüminyum jantlarına ait operasyon sıraları görülmektedir (Enkei Wheels, 2006)



Şekil 3.7. Bir, iki ve üç parçalı alüminyum döküm jantlara ait operasyon sıraları (Enkei Wheels'den, 2006).

Şekil 3.7.'de görüldüğü üzere, Enkei Wheels'de tek parçalı jant üretimi için uygulanan operasyonlar (prosesler) tasarım ve ürün geliştirme faaliyetleri ile başlamaktadır. Daha sonra bilgisayar simülasyonları yardımıyla üretilen ürünün ön onay (fizibilite) çalışması yapılır. Jantın fiziksel özellikleri tamamıyla belirlendikten sonra alüminyum ağırlıklı alaşım malzemenin dökümü için kalıp imalat süreci başlatılır. Kalıp imalatı tamamlandıktan sonra üretim aşamasına geçilir. Bu aşamada ilk operasyon: döküm yöntemiyle alüminyum ingot adı verilen hammaddenin elde edilmesidir. Alüminyum ingotlar üretilen jant adedine göre belirli miktarlarda alınarak döküm ocaklarında ergitilirler. Ergitilen metal, önceden imalatı yapılmış olan metal kalıba dökülür ve jantın genel profili elde edilmiş olur. Dökümden hemen sonra jantın fiziksel özelliklerini (tokluk, mukavemet vb.) artırmak ve jantın dış yüzeyini belirli miktarda sertleştirmek amacıyla ısıl işlem uygulanır. Isıl işlem uygulanan jantın poyrası, bijon delikleri, lastiğin oturduğu kısımlar ve diğer hassas ölçüler CNC freze ve torna tezgahlarında işlenerek jant üretimi tamamlanır. Talaşlı imalattan hemen sonra jantın hava sızdırmazlığı test edilir ve jant boya prosesine gönderilir. Boyanan jantın kritik ölçüleri, yüzey ve boya kalitesi için son kontrol yapılır ve jant ambalajlanarak sevkiyata hazır hale getirilir.

İki parçalı jant üretimi ise tek parçalıya göre oldukça farklıdır. Kasnak ve göbek ayrı ayrı üretilir ve daha sonra bu iki parça kaynakla birleştirilerek jant üretimi gerçekleştirilir. İki parçalı jantın göbeği (disc), tek parçalı janta benzer biçimde üretilir. Göbek, alüminyum ingotun ergitilmesi, kalıba dökülmesi, ısıl işlem ve talaşlı imalat operasyonlarından sonra boyanarak montaja hazır hale getirilir. Kasnak (rim) üretimi için alüminyum ingot yerine alüminyum plakalar kullanılır. Alüminyum plakalar belirli ölçülerde kesildikten sonra kıvrım operasyonu ile silindirik hale getirilir. Malzemenin kasnak haline gelmesi için yakma alın kaynağı operasyonu ile parçanın uç kısımları oldukça yüksek elektrik akımı vasıtasıyla eritilerek kaynatılır. Daha sonra kasnak, profilin oluşturulması amacıyla soğuk şekillendirme yöntemiyle haddeye benzer dönen kalıplarla şekillendirilir. Burada, döndürme momentinin etkisiyle kasnağa şekil verildiğinden prosese spinning adı verilmektedir. Elde edilen kasnak profili hava sızdırmazlık testine tabi tutulduktan sonra kasnağı tam ölçüsüne getirmek (kalibrasyon)

amacıyla buffing adı verilen son şekillendirme operasyonu yapılır. İki parçalı jantlarda göbeğin aksine kasnakta boya operasyonu yapılmamakta, onun yerine elektriksel kuvvetler yardımıyla kimyasal kaplama işlemi uygulanmaktadır. Elde edilen kasnak ve göbek, montaj operasyonunda birleştirildikten sonra kaynatılarak jant üretimi gerçekleştirilir. Son olarak, hava sızdırmazlık testinden ve görsel kontrolden geçen jant ambalajlanır ve sevkıyata hazır hale getirilir.

Enkei Wheels'de üretilen üç parçalı jantlar ise üretim yöntemi ve operasyon sıraları açısından bakıldığında iki parçalı jantlara çok benzemektedir. Öyle ki göbek üretimi için iki parçalı jantlarda uygulanan operasyonlar aynen gerçekleştirilir. Kasnak üretiminde ise kullanılan hammadde farklıdır. Üç parçalı jantların kasnaklarında, alüminyum plaka yerine pul kesilmiş alüminyum levha kullanılır. Kasnak yuvarlak malzemedan üretildiğinden alın kaynak prosesine ihtiyaç yoktur. Pul malzeme, spinning prosesine tabi tutularak şekil verilir ve boyu uzatılır. Daha sonra preste uygun kalıplar kullanılarak ortası kesilir ve buffing operasyonu ile kasnak üretimi tamamlanır. Kimyasal kaplama yapılan kasnak ile göbeğin montajı ve kaynağı yapılır. Jant haline gelen ürün hava sızdırmazlık testinden ve son kontrolden geçer ve üretim tamamlanır.

İki parçalı jantlar iç lastiksiz (tubeless); üç parçalı jantlar ise iç lastikli (tube-type) olarak kullanıldıklarından iç lastiğin şişirilmesi ve kulak geometrisinin sağlanması amacıyla üç parçalı jantlarda halka kullanılır. Yukarıda açıklanan üretim aşamalarında halka üretimine değinilmemiştir. Halka üretimi de kasnak üretimine benzer biçimde kıvrırma ve alın kaynak operasyonları sonucunda elde edilir.

Alüminyum alaşımlı jant üretim tekniklerini, döküm yöntemlerini baz alarak incelediğimizde; ister alçak basınçlı isterse vakum ile döküm yöntemleri temelde birbirlerine çok benzemektedir. İki yöntemde de temel amaç eriyiğin hava ile temasını engelleyerek saf metal alaşımını kalıcı kalıba dökmek ve jantın ana profilini elde etmektir. Parçalı jant üretim teknikleri ise döküm ve soğuk şekillendirme yöntemlerinin bir karışımıdır. Çelik yani sacdan yapılmış jantlar, çok parçalı alüminyum alaşımlı jantların kasnakları gibi tamamıyla soğuk şekillendirme metotlarıyla üretilmektedirler.

Günümüzde çok parçalı alüminyum jantlar yüksek performansa ihtiyaç duyulan otomobillerde kullanılmaktadır.,

Yukarıda üretim akışı açıklanan Japon Enkei Wheels firması dünyanın en üst düzey motor sporu organizasyonu olan Formula 1'de yarışan McLaren Mercedes takımının hafif ancak dayanıklı ve yüksek performanslı iki parçalı jantlarını üretmektedir.

Alüminyum ağırlıklı hafif metal alaşımı ve ısıl işlem prosesleri sayesinde aşırı hıza, yüke, sürtünmeye ve burulmaya dayanıklı olarak imal edilen bu tip jantların sac plakadan yapılan çelik jantlara göre en büyük avantajı hafif olmaları ve hafifliklerine rağmen çelik jantlar kadar dayanıklı olmalarıdır.

3.3.2 Soğuk şekillendirme yöntemi ile jant üretimi

Soğuk şekillendirme yöntemleri ile jant üretiminde en sık kullanılan malzeme çelik sacdır. Otomobil ve diğer küçük araç jantlarının imalatında da kullanılan bu yöntem; küçük ebatlar için döküm yöntemiyle alüminyum ve titanyum alaşımlı jant üretiminin ivme kazanması nedeniyle, günümüzde daha çok otobüs, kamyon, forklift ve iş makinası jantlarının imalatında kullanılmaktadır.

Sacdan jant üretiminde en sık kullanılan soğuk şekillendirme metodu: akış ile şekillendirme diye adlandırabileceğimiz sıvama (flow forming) yöntemidir. Yukarıda, iki ve üç parçalı alüminyum jant üretiminde açıklandığı üzere, bu yöntemde de belirli ölçülerde kesilen levhaların sıvanmadan önce kıvrılması yani silindir haline getirilmesi ve yakma alın kaynağı (flash butt welding) ile kıvrılan uçların ergitilerek kaynatılması gereklidir.

Sıvama yöntemiyle iki veya daha çok parçalı jant imalatı yapmak mümkündür. Parçalı jantlarda en önemli iki parça olan kasnak ve göbek ayrı ayrı imal edildikten

sonra montaj yapılır ve kaynatılarak delik delme, büyütme vb. gibi final operasyonlarına hazır jant haline getirilir.

Özellikle ağır tonajlı kamyon, iş makinası ve forklift jantları imalatı yapan JMS Makina Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de halen kullanılmakta olan sıvımalı kasnak üretimi için gerekli operasyonlar şöyledir:

- Giyotin kesim (cutting),
- Kıvrırma (bending),
- Yakma alın kaynağı (flash butt welding),
- Çapak sıyırma ve kaynak ezme (Deburring and pressing),
- Kalibre (expanding / shrinking),
- I. Sıvama (1st flow forming / 1st rolling),
- II. Sıvama (2nd flow forming / 2nd rolling) (JMS, 2006).

Çelik sac hammadde deposundan alındıktan sonra giyotin tezgahına getirilir. Giyotinde jantın ebadına göre belirli ölçülerde kesilen kasnaklar yukarıda belirtildiği üzere kıvrılır ve alın kaynak operasyonuna hazır hale getirilir.

Sacdan jant üretiminde sıvama operasyonu kadar alın kaynak operasyonu da çok önemlidir. Bunun en önemli nedeni lastiği taşıyan kasnağın alın kaynak yöntemiyle birleştirilmesidir. Kaynak kalitesinde herhangi bir kusur oluştuğunda kasnağın çatlaması, delinmesi veya yırtılması sonucunda lastiğin hava kaçırmaması sorunu ile karşılaşmaktadır.

Yakma alın kaynağından çıkan kasnağın test edilmesi için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan ilki ve en pratik olanı sıvı penetrasyon yöntemiyle çatlak kontrolüdür. Bu yöntemle yüzey çatlakları kolaylıkla bulunabilmektedir. Kaynak kalitesinden tamamıyla emin olmak istendiğinde ultrasonik veya radyografik muayene

yapılması gereklidir. Bunun dışında kasnak imalatı sırasında hava sızdırmazlık testiyle de alın kaynakta herhangi bir hasar olup olmadığını öğrenmek mümkündür.

Alın kaynak kalitesini test etmenin en ucuz ve hızlı yolu ise sadece kasnak üretim operasyonlarını takip etmektir. Öyle ki yakma alın kaynağından sonra yapılan kalibre ve sıvama operasyonlarında kasnağın zarar görmeden şekillendirilmesi, o kasnağın kaynak kalitesi hakkında en önemli veriyi teşkil etmektedir. Şekil 3.8.'de JMS'de kullanılan yakma alın kaynak makinası görülmektedir.



Şekil 3.8. Yakma alın kaynak hattı - Leifeld (JMS'den, 2006).

Alın kaynak operasyonundan sonra sac plakadan kasnak üretimine geçilmiş olur. Bu işlemden önce kıvrılarak yuvarlak hale getirilmiş malzemenin uçlarından geçirilen yüksek akım ile ısıtılması ve uçların birbirine vurdurularak puntalanması ile kalıcı birleşme söz konusudur. Ancak, alın kaynak operasyonu sırasında yüksek akım nedeniyle ergiyen

fazla metalin sıyrılarak atılması ve sıyrılan bölgenin ezilerek düzeltilmesi gereklidir. Bu nedenle alın kaynak prosesi içinde çapak sıyrma ve kaynak ezme operasyonlarını da birlikte düşünmek gereklidir. Şekil 3.9.'da JMS'de kullanılan çapak sıyrma tezgahı görülmektedir.



Şekil 3.9. Çapak sıyrma tezgahı - Leifeld (JMS'den, 2006).

Alın kaynak prosesinde kaynak ezme işleminden sonra kasnağın kenarlarında kalan fazlalıkların atılması ve kaynak yüzeyinin düzeltilmesi için gerekli hallerde uç kesme ve kaynak taşlama operasyonları da prosese eklenebilmektedir. Bu operasyonlardan sonra kasnak; kalibrasyon, yani istenilen ölçülerin elde edilmesi amacıyla; dikey veya yatay olarak çalışabilen içeri veya dışarı doğru açılan konik kalıplara sahip kalibre tezgahına verilir. Burada asıl amaç: alın kaynak prosesi sonrasında tam dairesellik ve çap ölçüsü sağlanamayan kasnağın ovalliğini almak ve sonraki sıvama operasyonunun karakteristiğine göre kasnağın iç veya dış çapını tam ölçüsüne getirebilmektir.

Kalibre edilen kasnak sıvama yöntemiyle şekillendirilmek üzere sıvama tezgahına koyulur. Sıvamanın teknik anlamı motordan gelen dönme momenti sayesinde belirli bir kalıba bağlı şekilde döndürülen iş parçasının yine dönen ve belirli profillere sahip röleler (sıvama topları) ile şekillendirilmesidir.

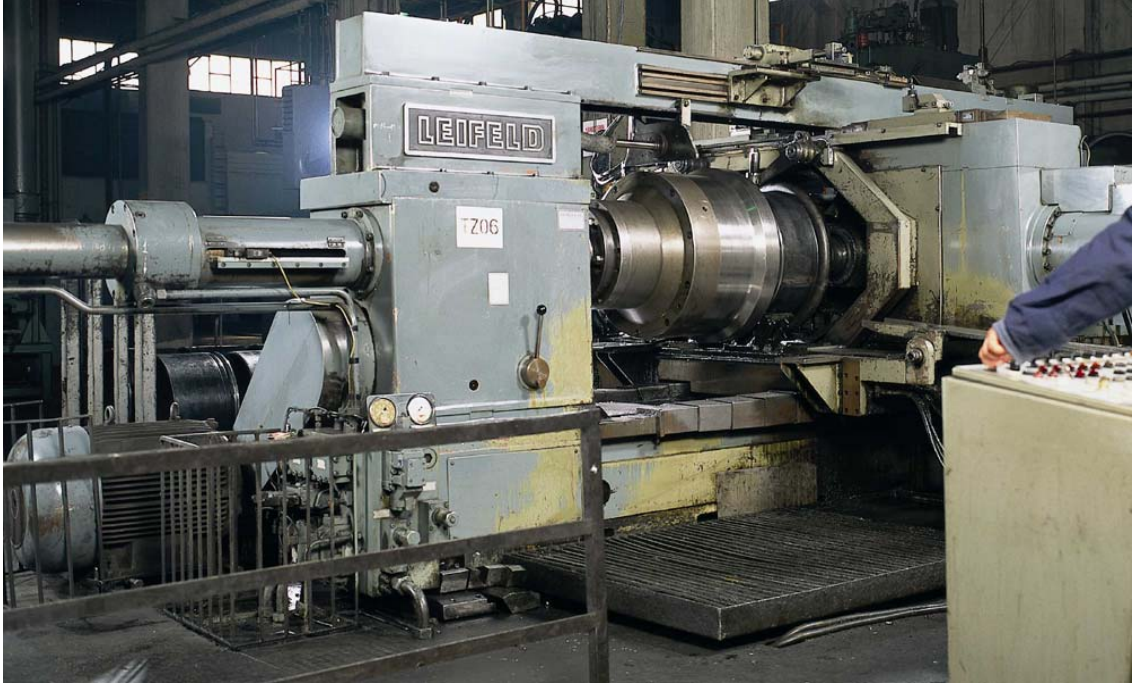
Şekillendirme sırasında, isteğe bağlı olarak iş parçasının kalınlığının bir miktar düşürülmesi ile boyu uzatılır. İngilizce anlamı akış ile şekillendirme (flow forming) olan sıvamanın tanımı buradan gelmektedir. Parçanın belirli bölgeleri belirli miktarlarda uzatılarak lastiğin oturacağı alan elde edilir. Öte yandan, boy uzaması istenmeyen, sadece şekil ve ölçü karakteristiği bakımından kritik olan profiller veya kesitler de sıvama yöntemiyle elde edilebilir.

Geleneksel derin çekme ve ütüleme yöntemlerinin parçanın geometrisi ve üretim maliyeti nedeniyle doğru çözüm olmadığı operasyonlarda sıvama makinaları ile şekillendirme ideal sonucu garanti etmektedir. Öte yandan, derin çekme ile sıvamanın beraberce kullanılabildiği üretim teknikleri de vardır. Sıvama yöntemiyle soğuk şekillendirme yönteminin avantajları şunlardır:

- Nihai ürün merkez ekseni boyunca simetriktir (silindirik/konik parçalar),
- Nihai ürünün boy/çap oranı derin çekme ile elde edilemeyecek kadar büyük olabilir,
- Nihai üründe farklı et kalınlıkları parçanın her bölgesinde elde edilebilmektedir,
- Yüzey kalitesi oldukça iyi olan parçalar elde edilmektedir,
- Parça et kalınlığındaki azalma akış ile %90'a kadar çıkabilmektedir,
- Sıvama ile ölçüsel uygunluk rahatlıkla sağlanmaktadır.

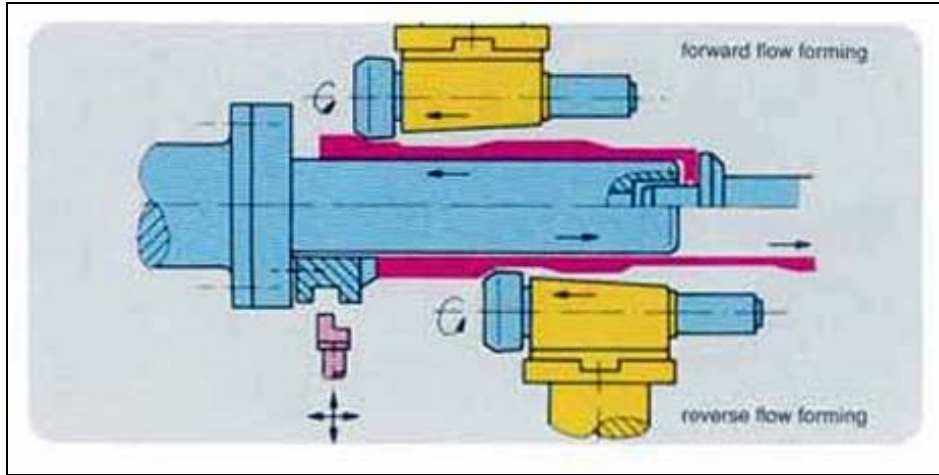
Sıvama yönteminin bir diğer özelliği ise tek bir iş parçasının belirli bölgelerinin farklı operasyonlarda sıvaması suretiyle çok farklı geometrilerin elde edilmesidir. Bu sayede, kaynakla veya diğer yöntemlerle ayrı ayrı parçaların birleştirilmesine gerek yoktur. Dolayısıyla, montaj maliyeti yoktur. Ayrıca, proses oldukça hızlı olduğundan, yüksek üretim kapasitelerine olanak sağlamaktadır.

Jant üretiminde sıvama metodu en uygun çözümlerden biridir. Çünkü bu yöntemle kasnak ve göbek imalatı rahatlıkla yapılabilir. Malzeme seçimi açısından incelendiğinde ise ister alüminyum isterse çelik her türlü malzemeden jant üretimi yapılmaktadır. Burada önemli olan nokta malzemenin akma mukavemeti ve uzama katsayısıdır. Özel tasarlanmış güçlü makine ve kalıplar – toolingler kullanıldığında St52 kalitedeki çelik malzemeler sıvama yöntemiyle rahatlıkla şekillendirilebilir. Şekil 3.10.'da JMS'de kullanılan sıvama makinası görülmektedir.



Şekil 3.10. Sıvama makinası - Leifeld (JMS'den, 2006).

Özellikle kamyon, forklift ve iş makinası gibi üç veya daha fazla parçalı endüstriyel jantlarda sıvama yöntemi sıklıkla kullanılmaktadır. Bunun en büyük nedeni farklı kesitler elde edilmesi ve sıvama yöntemi ile malzemenin ezilmesi nedeniyle mukavemetin artmasıdır. Şekil 3.11.'de bağımsız röleli sıvama makinasında şekillendirme operasyonu şematik olarak görülmektedir.



Şekil 3.11. Sıvama operasyonunun şematik gösterimi (JMS'den, 2006).

Şekil 3.12.'de kamyon jantlarında kullanılan kasnağın farklı sıvama operasyonları ile düz bir silindirden nihai kasnak profiline dönüştürülmesi sırasında kasnağın aldığı şekiller adım adım görülmektedir.



Şekil 3.12. Sıvama ile kasnak üretiminde oluşan farklı profil kesitleri (JMS'den, 2006).

Şekilde üç parçalı kamyon jantında kullanılan kasnak profili görülmektedir. Giyotin tezgahında belirli ölçülerde kesilen kasnaklık sac sıvama makinasına konur ve öncelikle halkalara yataklık yapacak olan segman yeri oluşturulur. Daha sonra boyunun uzatılması ve lastiğin oturması için belirli bir çap ölçüsüne getirilmesi amacıyla sıvama yapılır ve son olarak lastiğin jantın üzerinde oturmasını sağlamak amacıyla yan halkanın simetriği olan kulak (flaş) kısmı oluşturulur. Yukarıda da açıklandığı üzere, sıvama yöntemiyle silindirik parçalar çok hassas ölçü aralıklarında farklı kalıplar kullanılarak şekillendirilebilirler. Profiller incelendiğinde ikinci operasyonun, aynı yöntem kullanılmasına rağmen, birinci ve üçüncü operasyonlara göre yaptığı işlem oldukça farklıdır. Sıvama ile yalnız malzemeyi uzatma değil, aynı zamanda, ezme, kıvrırma ve bükme işlemleri de yapılabilmektedir. Bu tip kasnaklar kullanılarak üretilen jantlar genellikle iç lastiklidir. Tubeless yani iç lastiksiz jantlarda kullanılan kasnaklar ise geleneksel sıvama yöntemiyle üretilmelerine karşın daha hızlı ve pratik olan ve hadde istasyonlarına benzeyen rölelerle imal edilirler. Şekil 3.13.'de tubeless kasnak üretiminde kullanılan soğuk şekillendirme (röle) hattı görülmektedir.



Şekil 3.13. Tubeless kasnak hattı – Hess Engineering (JMS'den, 2006).

Sıvama ile şekillendirme yönteminin dışında hazır profilden kasnak üretimi de ağır tonajlı araçlarda kullanılan jantlar için oldukça uygundur. Halka imalatında kullanılan haddeleme kasnak profilleri için de geçerlidir. Bu yöntemde hadde topları sayesinde önce uzatılıp sonra da form verilen sıcak çelik kütüklerden kasnak profili elde edilmektedir. Daha sonra belirli ebatta kesilen profiller aynen sacdan kasnak üretiminde olduğu gibi kıvrılıp kaynatılır. Aslında, profilden kasnak imalatı sıvama yöntemine çok benzemektedir. Bunun nedeni İki prosesin mantığının da dönme momenti kaynaklı şekillendirme olmasıdır. Öte yandan, Profilden kasnak imalatının sıvama ile kasnak imalatına oranla tek dezavantajı profil malzemenin çelik saca oranla %40 ~ 50 oranında daha pahalı olmasıdır.

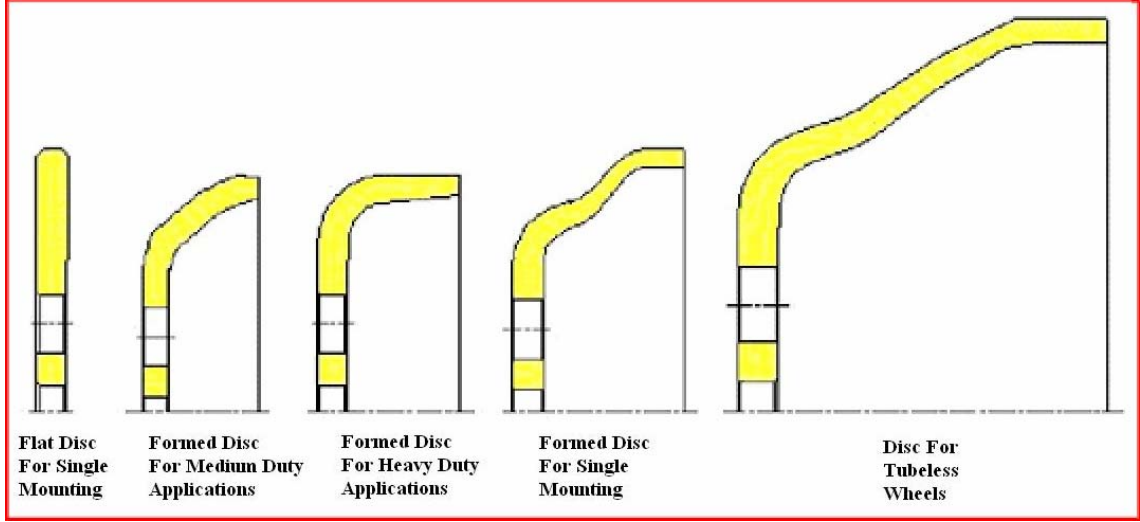
Soğuk şekillendirme ile göbek üretiminde ise temelde iki yöntem mevcuttur. Bunlardan ilki yüksek tonajlı hidrolik preslere bağlanan derin çekme kalıpları ile pul şeklinde kesilmiş sacın basılması yöntemidir.

Presin ürettiği yüksek basınç sayesinde erkek kalıp pulu dişi kalıba doğru basar ve tas şeklinde göbekler elde edilir. Bu göbeklerin en büyük avantajı tüm kesitte kalınlığın homojen dağılmasıdır. Bu sayede çok ağır şartlar altında kullanılacak olan iş makinası jantlarının üretimi mümkün olmaktadır.

İkinci yöntem ise kasnak imalatında da kullanılan sıvama yöntemidir. Sıvama öncesinde pul kesilir. Pul, dönen toplar vasıtasıyla şeklini alacağı kalıba doğru sıvanır. Bu sayede karmaşık profilli göbeklerin imalatı kolaylıkla yapılabilmektedir.

Ayrıca, profilin girintili çıkıntılı olması nedeniyle, göbek aşırı yüke karşı yüksek dayanıma sahip olmaktadır. Sıvama ile göbek üretiminin bir diğer avantajı ise dönen şekillendirme toplarının değdiği yerlerde malzemenin kalınlığının incilmesi ve buna karşın boyunun uzamasıdır. Bu sayede daha küçük çaplı pulların kullanılması mümkün olmaktadır.

Şekil 3.14.'de sıvama yöntemiyle üretilen ve hem tubeless hem de tube-type jantlarda kullanılabilen göbek kesitleri görülmektedir.



Şekil 3.14. Sıvama yöntemiyle ile şekillendirilmiş göbek kesitleri (JMS'den, 2006).

Tek parçadan dökümle jant üretimi dışındaki tüm üretim yöntemlerinde ayrı ayrı hazırlanan kaskak ve göbek montaj yapılmak suretiyle birleştirilir. İki veya daha fazla parçadan oluşan jantların hemen hemen hepsinde montaj şekli aynıdır. Tabii ki jantın geometrisine bağlı olarak bazı farklı yöntemler de kullanılmaktadır.

Montaj öncesinde dikkat edilmesi gereken en önemli nokta kaskak ve göbeğin birbirlerine göre uyumlu olmasıdır. Bazı montaj tiplerinde boşluklu geçme, bazılarında ise sıkı geçme bağlantılar yapılır. Bu nedenle, özellikle sıkı geçme bağlantılarda kaskak ve göbek montaj ölçü toleranslarına uymak zorunludur. Aksi takdirde jantın araca takıldığında düzgün çalışmasını engelleyen aşırı yalpa veya salgı ile karşı karşıya kalınabilir. Montaj işlemi belirli aparatlarla veya preslere bağlanan özel kalıplarla gerçekleştirilir. Bunun nedeninin montaj yapılacak jantın ölçüsel hassasiyetine göre montaj ekipmanlarının farklılık göstermesidir.

Montaj işleminde birleştirilen kasnak ve göbeğin tamamıyla tek parça haline getirilebilmesi için kaynak veya perçin kullanılması gereklidir. Günümüzde, jant üretim sektöründe perçin ile birleştirme ortadan kalkmıştır. Kaynak ise gelişen teknoloji ve ortaya çıkan yeni yöntemler sayesinde giderek kaliteli ve robotların veya otomatik tezgahların kullanılmasıyla otomasyona uygun hale gelen bir birleştirme yöntemi haline gelmiştir.

Jant montaj kaynağında gazaltı kaynak (G.A.K.) en sık kullanılan metottur. Gazaltı kaynak tiplerinde ise jant malzemesine uygunluğu ve kaliteli kaynak dikişi nedeniyle M.A.G. (metal argon gas) yöntemi en yaygın yöntemdir. Tozaltı kaynağı ve gelişen diğer yöntemler de jant imalat sanayinde kullanılmaktadır. Ancak, gazaltı kaynağın beraberinde getirdiği robot kullanımına uygunluk, kaliteli dikiş, iyi nüfuziyet ve seri üretim özellikleri jant üreticilerine avantaj sağlamaktadır. Şekil 3.15.'te otomatik döner tablalı bir kaynak tezgahında gazaltı kaynak ile yapılan 3 parçalı 8-20" kamyon jantı montaj kaynağı operasyonu görülmektedir.



Şekil 3.15. Gazaltı kaynak ile kasnak ve göbeğin birleştirilmesi (JMS'den, 2006).

Kaynaktan sonra hemen hemen üretim prosesi tamamlanan jant; gerekli durumlarda çeşitli frezeleme, delik büyütme, delme, tornalama, çapak alma gibi talaşlı işlemlerden geçirilir. Bu operasyonlar da tamamlandığında jant üretim prosesinde kimyasal temizlik boya ve test aşamalarına geçilir.

Parçalı jantlarda temelde iki kritik kontrol noktası yani geleneksel ölçü aletleri ile ölçülemeyen ürün veya prosesler mevcuttur. Bunlar kaynak ve boyadır.

Hem kasnak üretiminde kullanılan alın kaynak hem de montaj operasyonunda kullanılan gazaltı kaynak; tahribatlı ve tahribatsız muayene yöntemleri kullanılarak çeşitli periyotlarla kontrol edilebilir. Bu yöntemler arasında en pratik olanı ve dolayısıyla en sık kullanılanı sıvı penetrasyon yöntemi ile yüzey çatlaklarının kontrolüdür.

Diğer kritik kontrol noktası olan boya operasyonundan önce tüm jantlara kimyasal temizleme ve kaplama prosesi mutlaka uygulanmalıdır. Kimyasal temizlik, esasında kaplama öncesi yüzey hazırlama olarak da tanımlanabilir. Temizleme operasyonunda yağ alma işlemi yapılır. Konveyörle veya kaldırma ve taşıma araçları ile yağ alma tanklarına daldırılan veya üzerlerine nozüllerden yağ alma kimyasalları püskürtülen jantlar kaplama operasyonuna hazır hale getirilirler.

Yağ almadan sonra aktivasyon olarak tabir edilen fosfat kaplama öncesi kimyasal ve elektriksel olarak yüzeyin hazırlanması operasyonu gerçekleştirilir. Fosfatlama ise jantın paslanmasını ve diğer korozif etkilere karşı dayanıklı olmasını sağlayan ve boya öncesi mutlaka uygulanması gereken bir prosestir. Fosfat tabakasının kalınlığı malzemeye ve yüzeyin pürüzlülüğüne göre değişiklik gösterir, ancak tabakanın 6 mikrondan ince olması tavsiye edilmez.

Fosfat kaplama tankından veya nozül hattından çıkan jantlar elektriksel nötrleşme ve fosfat tabakasının kalıcılığını sağlamak amacıyla aktivasyon işleminin tersi olan

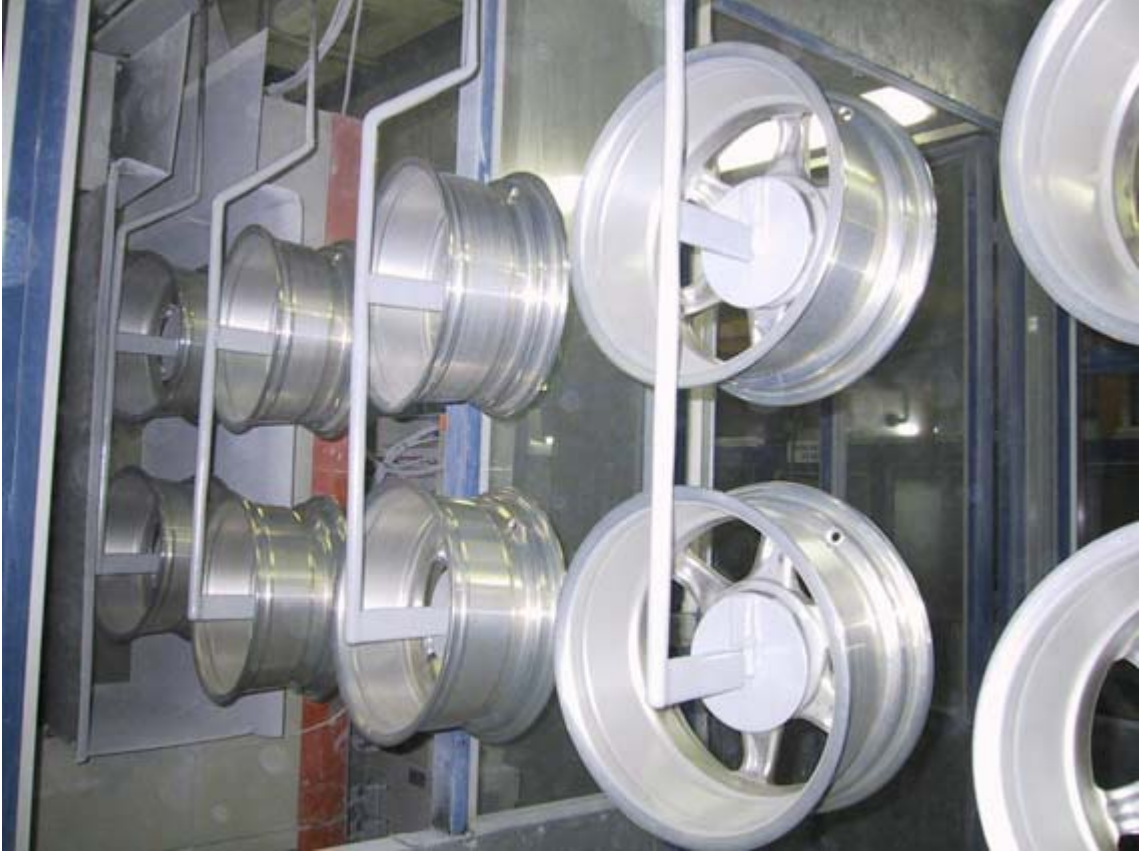
pasivasyona tabi tutulduktan sonra kurutma fırınından geçerek boyaya hazır hale gelirler.

Kimyasal temizleme ve kaplama prosesi ile kurutma prosesinde dikkat edilmesi gereken en önemli değişken sıcaklıktır. Sıcaklığın istenilen veya tavsiye edilen değerlerden farklı olması kaplama kalitesini olumsuz etkiler. Ayrıca, kurutma fırını sıcaklığı da jantların boya öncesi kurumamasına veya tersine aşırı ısınarak fosfat tabakasının zarar görmesine neden olur.

Boya operasyonu ise genelde iki şekilde gerçekleştirilir. Bunlardan ilki geleneksel yöntem olan boya tabancası ile boyamadır. Kurutma fırınından çıkan jantlar boya operatörlerinin veya robotların bulunduğu boya istasyonlarına gelirler. Burada öncelikle korozyona karşı dayanımı artıran astar boya, sonra da janta rengini veren son kat boya ile boyanan jantlar pişirme fırınına gönderilerek belirli sıcaklık ve sürede fırında tutulurlar. Burada amaç boyanın jantın yüzeyine tamamıyla yapışması ve fosfat tabakası ile birlikte dayanıklı bir kaplama oluşturmasıdır.

İkinci yöntem ise kataforez boya tanklarına daldırılan jantların elektriksel kuvvetlerle “+” ve “-” kutup oluşturulması suretiyle astar boya ile kaplanmasıdır. Bu yöntemde, astar boyadan sonra uygulanan yöntemler birinciyle aynıdır. Yöntem, geleneksel astar boyamaya oranla çok daha iyi sonuç vermektedir ancak, astar boya ile farklı renklerle boyamak mümkünken, kataforez boya ile tankta tek renk boya olduğundan çeşitli renklerde boyama olanağı bulunmamaktadır. Bu nedenle farklı renklerde boyanacak jantlar konveyöre aynı anda asılamamaktadır.

Şekil 3.16.’da alüminyum alaşımli otomobil jantı üretimi yapan bir işletmede boya operasyonu öncesi kimyasal temizleme ve kaplama işlemleri tamamlanmış jantlar görülmektedir.



Şekil 3.16. Jant kimyasal temizleme ve boya tesisi – Elba Jant.

3.4 Jantlara Uygulanan Testler

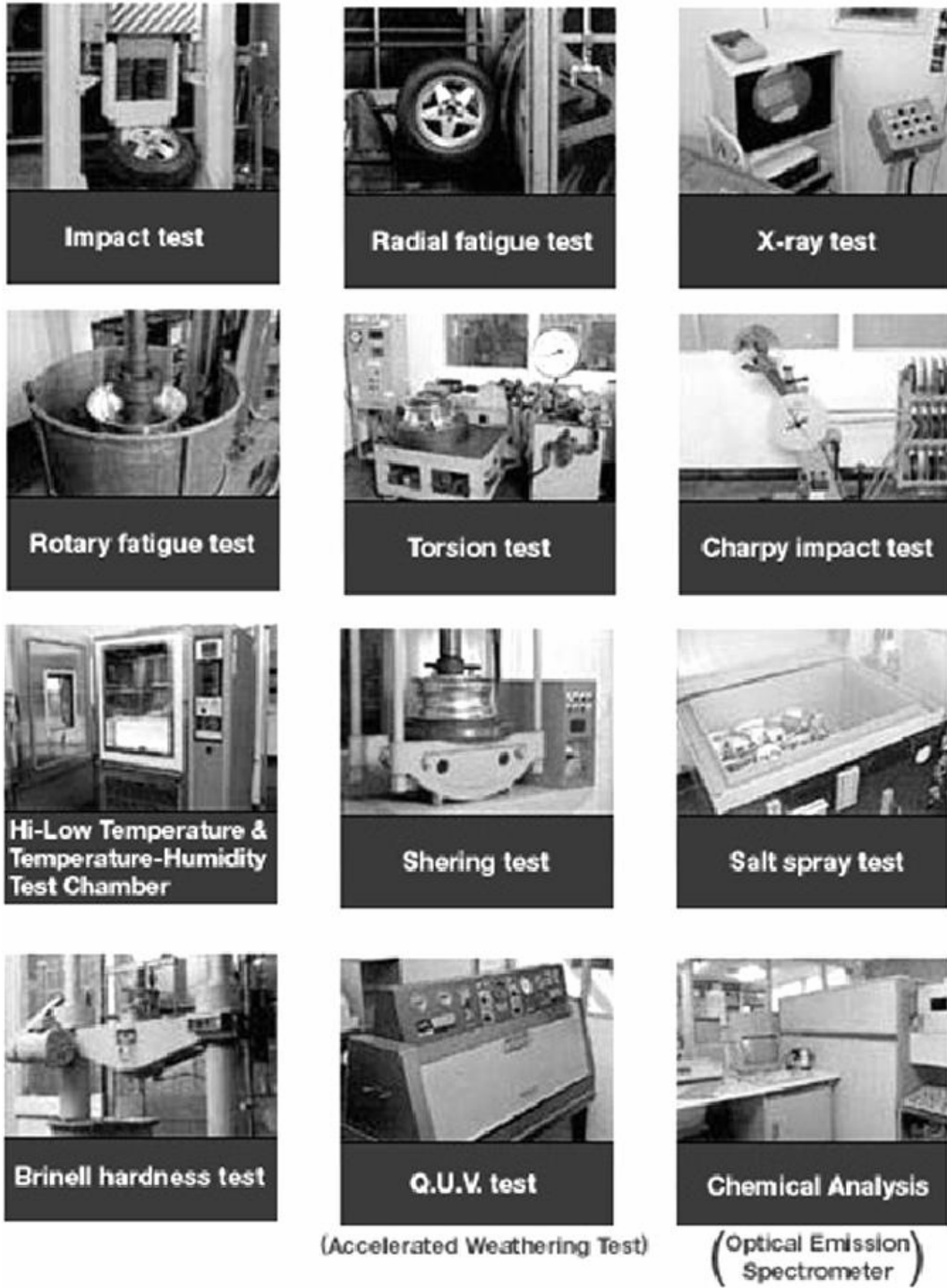
Jantın teknik resminde ve standartlarda belirtilen spesifikasyonlarda üretilmesini sağlamak amacıyla bijon çapı, bölüm daire kirişleri, bijon delik eksenini, bijon delik konumları, hava delik çap ve kaçıklıkları, ayna yüzeyi düzlemsellikleri, poyra çapı, göbek ve kasnak yalpası/salgısı, göbek ve kasnak profil taramaları proses akışı sırasında önceden belirlenmiş kontrol periyotlarında kontrol edilir. Ayrıca, jant imalatı öncesinde ve sonrasında kalite ve dayanımı belirleyen kriterleri ölçmek amacıyla çeşitli kimyasal ve mekanik testler de yapılmaktadır.

Aşağıda alüminyum alaşımlı jant üretimi yapan CMS’de uygulanan testlerin listesi verilmiştir (CMS, 2006).

- Optical Emission Spectrometer (optik emisyon kimyasal analiz cihazı)
- Metallurgical Microscope (metalurji mikroskobu)
- Tensile test machine (çekme testi cihazı)
- Hardness test machine (sertlik ölçüm cihazı)
- Impact test 13° (13° darbe testi)
- Impact test 90° (90° darbe testi)
- Radial fatigue test (radyal yorulma testi)
- Dynamic cornering fatigue test (50 kN) (dinamik yorulma testi, 50 kN)
- Dynamic cornering fatigue test (2 axles) (çift eksenli dinamik yorulma testi, 50 kN)
- Flange energy absorption test (flanş enerji absorpsiyon testi)
- Flange vertical deformation test (flanş dik deformasyon testi)
- Surface integrity test equipment and apparatus (yüzey pürüzlülüğü ölçümü)
- X-ray machine (radyoskopik muayene sistemleri)
- Paint gloss measurement device (boya parlaklık ölçüm cihazı)
- Colour spectrometry (boya renk ölçüm spektrometresi)
- Paint adhesion test apparatus (boya yapışma test aparatları)
- Coating thickness measurement device (boya kalınlık ölçüm cihazı)
- Stone chip resistance test (taş darbelerine dayanım testi)
- Salt spray test (tuz testi)
- Corrosion test equipment according to DIN 50021-CASS (Cass – tuzlu sis test ekipmanı)
- Climate test chamber (nem testi)
- Water immersion test (suya daldırma testi) (CMS, 2006).

Jant imalatı öncesinde hammaddelere yapılan testlerden, jantın aracın altındaki davranışını ölçmek için yapılan radyal yorulma testlerine kadar uygulanan çeşitli test ve analizler otomotiv sektöründe emniyet parçası olarak tanımlanan jantın kalitesini artırıcı yönde etki yapmakla kalmamakta, aynı zamanda jantın dayanıklılığının belirlenmesi yönünde üreticiye ışık tutmaktadır. Bu nedenle, jant seçimi yaparken üretici firmanın

bu testleri ne kadar sıklıkla ve ciddiyetle yaptığının bilinmesi gereklidir. Şekil 3.17.'de Enkei Wheels'de uygulanan çeşitli testler görülmektedir.



Şekil 3.17. Jantlara uygulanan testler (Enkei Wheels'den, 2006).

3.5 Hafif Alaşımlı Jantlarla Çelik Jantların Karşılaştırılması

Bir çoğumuz hafif alaşımlı jant dendiğinde aracımızın spor ve sükseli bir görünüm kazanmasını hedefleriz. Ancak, bu tür aksesuarlar sadece dış görünüme kazandırdıkları sportif görünüm dışında aracın performansına ve yol tutuşuna önemli katkıda bulunur. Otomotiv teknolojisinde yaşanan gelişmeler, motor ve karoser kadar jantların tasarımında da hissedilmektedir. Özellikle jantın ağırlığı, ölçüleri, konstrüksiyonu ve dizaynında yapılan değişiklikler, aracın performansını ve yol tutuşunu önemli ölçüde arttırmaktadır. Ayrıca, son yıllarda yapılan araştırmalar jantın, fren sisteminin soğutulmasında da etkili olduğunu tespit etmiş durumdadır. Araç yol alırken, jantın rotasyonu ile sirküle edilen hava, kolların arasından fren diskine iletilmekte, böylece frenlerin daha verimli olması sağlanmaktadır (Kormetal, 2006).

İdeal jant ölçüsü tamamen aracın motor gücü, ağırlığı ve büyüklüğü gibi unsurlarla belirlenmektedir. Yüksek güç üreten bir motorun gücünü yola aktarabilmesi için çekişinin iyi olması, bunun için de lastik yüzeyinin uygun genişlikte olması gerekmektedir. Dolayısıyla lastikle jant genişliği uyumlu olmalıdır. Küçük sınıftaki otomobiller için 12 inçten başlayan jant çapı, büyük ve yüksek performanslı otomobillerde 20 inç kadar çıkmaktadır. İş makinası, traktör, kamyon vb. araçlarda ise jant çapı 33 inç kadar çıkmaktadır. Jant malzemesinin dayanıklılığı da önemli bir faktördür. Ülkemiz yol şartları göz önüne alınacak olunursa, sağlamlık daha da önem kazanmaktadır. Kalitesiz bir jant, darbelere dayanıklı olmadığı takdirde ölümcül kazalara neden olabilir.

Çelik ve hafif metal alaşım olmak üzere iki gruba ayrılan jantlar, özellikle otomobillerde kullanılan jantlarda, motor sporlarından elde edilen tecrübelerle geliştirilmektedir. Böylece, jantın daha sağlam ve uzun ömürlü olması sağlanmaktadır. Jant alırken dikkat edilmesi gereken en önemli unsur, üreticilerin belirlediği değerlerin dışına çıkılmamasıdır. Jantların TSE, EN ve CE belgeli olup olmadığına da dikkat edilmelidir (Kormetal, 2006).

Hafif metal jantlar, çelik jantlara göre yapısal özellikleri ve tubeless lastiklerle uyumları sayesinde, araç denge ve direksiyon hakimiyetine olumlu yönde katkıda bulunmaktadırlar (Kormetal, 2006).

Hafif metal jantlar, alüminyum ve titanyum gibi metal alaşımlarından üretilirler. Bu tip metallere üretilen jantların, sacdan üretilen (çelik) jantlara göre en önemli avantajları hem hafif olmaları hem de daha sağlam olmalarıdır. Bu nedenle, alüminyum alaşımlı jantlar, araç toplam ağırlığını azaltır ve yakıt ekonomisine katkıda bulunur.

Hafif metal jantlar, yapısal özellikleri itibariyle, dış etkenlerden kaynaklanan darbeleri kolay absorbe ederler. Ayrıca, çelik jantlara göre iyi alaşımlanmaları halinde ekstra güvenlik sağlarlar. Hafif metal jantlar, sacdan üretilen jantlara göre lastik ve fren sistemlerinde oluşan ısıyı hızla transfer ettikleri için ömürleri daha uzundur.

Hafif metal alaşımlı jantlar, otomobillerde üstün özellikleri nedeniyle tercih edilmelerine rağmen; forklift, kamyon, otobüs, traktör, tır ve iş makinalarında çelik jantlar kullanılmaktadır. Çelik jantlar, alüminyum-titanyum alaşımlı jantlar gibi döküm yöntemiyle üretilenler ancak, sıvama yöntemiyle veya çelik hadde profiliyle üretilen jantlar özellikle ağır vasıtalarda sağladıkları üstün yük taşıma kapasitesi ve sağlamlıkları nedeniyle tercih edilmektedirler.

3.6 Jant Seçimi, Kullanımı, Temizliği, Bakımı ve Tamiri

Jant seçiminde, üzerinde durulması gereken en önemli konu, jantın araca uyumudur. Jantın araca uyumlu olup olmadığı, araç üreticisinden öğrenilebilir veya jant servislerinde bulunan uygulama tablolarından yararlanılabilir. Araç üreticisinin tavsiye etmiş olduğu teknik değerlerin dışına çıkmamaya özen gösterilmelidir. Yanlış seçilecek jant, aracın maksimum hız, fren mesafesi, rot-balans ayarı ve yakıt tüketimi gibi teknik

değerlerine olumsuz etkilerde bulunabilir. Bunun için, yeni bir jant seçiminde, konuyla ilgili teknik servislerden mutlaka bilgi alınmalıdır (Kormetal, 2006).

Jantlar aracın daima en kirli yerleridir. Çünkü aşındırıcı özelliği olan fren (balata) tozları, yoldaki tuz ortamı, taş ve çakıllar, çeşitli atıklar ve diğer yabancı maddeler jantlara sürekli temas ederler. Bu nedenle, jantlar monte edilmeden önce cilalanmalı, böylece üzerlerinde bir film tabakası oluşturularak temizlik kolaylaştırılmalıdır.

Jantın boya ve kaplamasına en az aracın gövdesine gösterilen kadar özen gösterilmelidir. Jantlarda boyalı ve/veya kaplamalı bir dış yüzey mevcuttur. Bu hassas boya tabakasına zarar vermeden temizleyebilmenin en doğru yolu yumuşak, hafif bir sabun ve duru suyla jantı yıkamaktır (Kormetal, 2006).

Jantı periyodik olarak cilalamak, jant yüzeyinin dış elementlerden korunmasını sağlayacaktır. Kesinlikle aşındırıcı temizleyiciler, metal katkılı temizleme süngerleri, parlatici bileşimler, solvent, benzin, tiner, deterjan ve benzeri kimyasal çözücü maddeler kullanılmamalıdır. Aksi takdirde, jant yüzeyi üzerindeki boya ve koruyucu kimyasal tabaka zarar göreceğinden, jantın korozyona ve paslanmaya karşı mukavemeti azalacaktır. Sert olmayan bir fırça veya süngerle jant üzerindeki yağ ve benzeri izler çıkartılabilir. Jantlar, sert cisimlerin darbelerinden korunmalıdırlar. Aracın temizliği için otomatik yıkamalardan uzak durulmalıdır. Bazı otomatik yıkama istasyonları araç üzerindeki kirleri çıkarmak maksadıyla yıkama öncesi veya yıkama esnasında asit katkılı temizleyiciler kullanmaktadır, bazıları ise lastik ve jantları temizlemek için sert fırçalar kullanmaktadır. Bu iki tür işlem de jantın dış yüzeyine zarar verir. Lastik ve jantlar buhar ile temizlenmemelidir. Sıcak buhar ile yapılan temizlemeler jantın boyasının ve kaplamasının donuklaşmasına sebep olmaktadır. Ayrıca, jantların sıcakken temizlenmesi sakıncalıdır. Temizlik için jantlar soğuyana dek beklenmelidir. Su yüksek sıcaklık değerlerinde daha çabuk kurur. İşte bu yüzden eğer jant sıcak iken temizleme işlemi yapılırsa, temizlik yapılan su ve sabun karışımı daha hızlı kuruyacaktır ve jant yüzeyinde bir sabun tabakası oluşacak yada lekelenmeler olacaktır. Jantları birer birer temizlemek daima en sağlıklı yöntemdir. Eğer, birini sabunlu bırakıp

diğer jant temizlenirse, diğer jant yüzeyindeki sabun kuruyacak ve yüzeyde lekelenmeler oluşacaktır. Jant temizlendikten sonra araç temizlenmeye devam edilecekse, jantları temizlerken kullanılan fırça veya sünger mutlaka değiştirilmelidir. Çünkü, jantı temizleme sırasında fırça veya süngere bulaşan parçacıkların aracın gövdesini çizme veya aşındırma riski bulunmaktadır.

ERTRO standartları tavsiyesine göre hasar görmüş jant tamir edilemez ve kullanılamaz. Jant üzerinde kaynak, doğrultma, talaş kaldırma, boyama, bijon somunu veya göbek deliği (poyra) büyütme ve eksen kaydırma işlemleri kesinlikle yaptırılmamalıdır.

Jantlar, üretici firmalar tarafından trafiğe izin verilen yol koşullarında ve araç firmalarınca belirtilen aks yüklerine göre test edilir ve satışa sunulurlar. Uygun olmayan yol koşullarından ve aşırı yüklemelerden dolayı jantlarda çatlama, kırılma, kaynakta patlama gibi problemlerin oluşacağı unutulmamalıdır. Özellikle ülkemizde, ağır tonajlı araçların izin verilenin çok üzerinde yüklerle yüklenmesi sonucunda jantın kırılması veya lastiklerin patlaması nedeniyle çok ciddi kazalarla karşı karşıya kalınmaktadır (Kormetal, 2006).

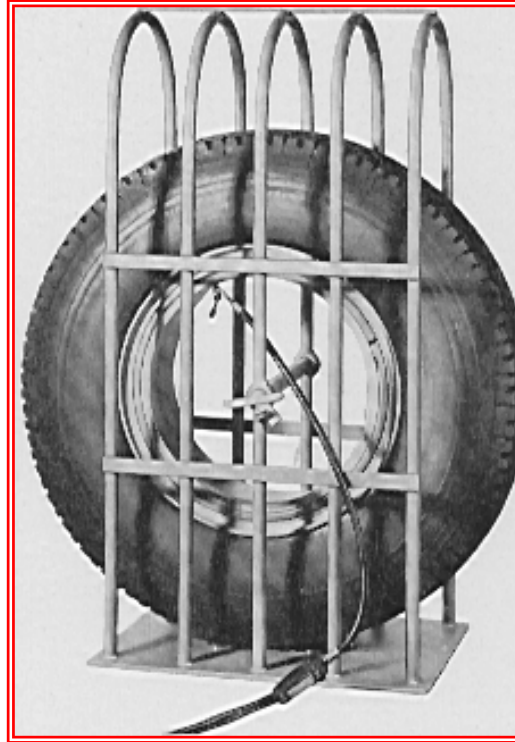
3.7 Jant ile Lastiğin Montajında Dikkat Edilmesi Gerekenler

- Lastik takarken lastikle jant arasına su girmemesine dikkat edilmelidir. Islatılmış gazete kağıdıyla sızdırmazlık kontrolü yapılmamalı ve hava basmakta kullanılan kompresörün suyunun devamlı boşaltılmasına özen gösterilmelidir. Eğer hava içinde su giderse değişen balanssızlığa neden olur.
- Lastik takarken jantın çatlak ve delik olmamasına dikkat edilmelidir. Çatlak ve delik yere kesinlikle kaynak lehim yaptırılmamalıdır. Kaynak ve lehim balanssızlığa neden olur (Kormetal, 2006).

- Janta takılacak lastik ebadı janta uygun olmalıdır. Lastikler, jant üzerine uzman kişiler tarafından, uygun makine ve ekipmanlara sahip servislerde, doğru makinelerle takılmalıdır. Aksi takdirde, lastik üzerinde topuk dönmesi gibi arızalarla karşılaşmaktadır (Kormetal, 2006).

Şekil 3.18.'de yüksek basınçta hava basılan çok parçalı kamyon jantı ile kullanılan lastiğin, jant montajı yapıldıktan sonra, şişirilmesi için kullanılan kafes görülmektedir. Kafesin amacı: 10 bar veya biraz daha yüksek basınçla şişirilen lastiğin patlaması veya halkaların yüksek basınç sebebiyle fırlama ihtimaline karşı yaralanma hatta ölüm riskini en aza indirmektir (JMS, 2006).

Özellikle ağır tonajlı araç jantlarında, lastik ile jantın montajı ve lastiğin şişirilmesi işlemi eğitim almış ve yeterli tecrübeye sahip uzman personel tarafından gerçekleştirilmeli ve tüm güvenlik önlemleri alınmalıdır.

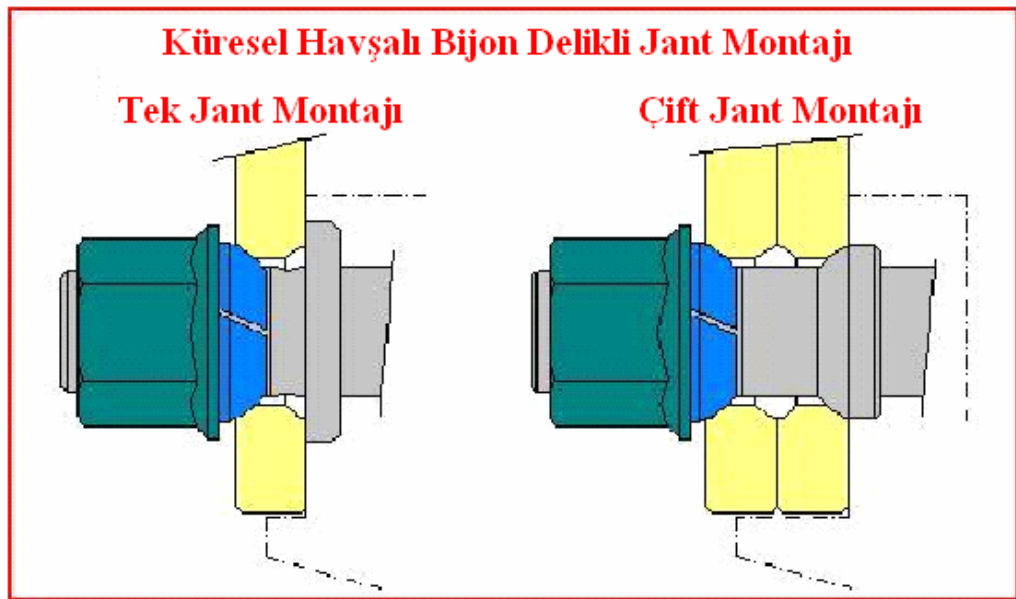


Şekil 3.18. Lastik şişirmek için kullanılan kafes (JMS'den, 2006).

3.8 Bijon Civataları ve Somunlarının Sıkılması

Doğru jant montajı, ancak bijon veya somunların önerilen tork değerlerinde sıkılmasıyla mümkündür. Bu tork değerleri araç el kitabında veya araç satıcılarında bulunabilir. Çapraz sıkma metodu kullanılması tavsiye edilir. Yani bijon somunları birer atlanarak veya karşılıklı olarak sıkılmalıdır. Jantı gereğinden fazla torkla sıkmak, somun veya bijon dişlerini kırabilir, poyrayı eğebilir ve fren sistemini zedeleyebilir (Kormetal, 2006).

Otomobil jantlarının aksine kamyon, otobüs ve iş makinası gibi ağır tonajlı araçlarda kullanılan jantlar kimi zaman tek, kimi zaman ise ikili olarak takılır. Özellikle kamyon ve tırlarda ön akslara birer jant takılırken; ağır yükün taşınabilmesi için arka akslarda ikişerli jant kullanılması gereklidir. Bu tip bağlamalarda jantların göbek dış yüzeyleri birbirine birleştirilerek montaj yapılır. Bu nedenle, lastiklerin birbirlerine değmemesi veya araçta bulunan herhangi bir aksamla temas etmemesi için jant genişliği ve offset seçiminin doğru yapılması çok önemlidir. Şekil 3.19.'da küresel havşalı bijon delikli jant montajı ile ilgili şematik resim görülmektedir (JMS, 2006).



Şekil 3.19. Tek ve çift jant montajında bijon civata ve somunları (JMS'den, 2006).

4. TAKIM ÇELİKLERİNİN ÜRETİMİ VE ISIL İŞLEMİ

4.1 Giriş

Genel anlamda bütün metal, plastik, seramik, refrakter ve ahşap malzemelerin şekillendirilmesinde (talaşlı, talaşız imalatta) kullanılmak üzere tasarlanan çeliklere Takım çelikleri adı verilir. Kullanım şartlarına ve uygulama alanlarına göre takım çelikleri aşağıdaki biçimde sınıflanır:

- Soğuk İş Takım Çelikleri,
- Sıcak İş Takım Çelikleri,
- Plastik Takım Çelikleri,
- Yüksek Hız Çelikleri.

Takım çelikleri, kullanım alanlarına göre aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdırlar:

- Yüksek Mukavemet,
- Yüksek Sertlik,
- Yüksek Aşınma Direnci,
- Yüksek Sertleştirilebilirlik,
- Yüksek Süneklik,
- Yüksek Tokluk,
- İyi Yüksek Sıcaklık Özellikleri,
- Yüksek Isıl İletkenlik,
- Düşük Isıl Genleşme,
- Yüksek İşlenebilirlik,
- İyi Kaynaklanabilirlik,
- İyi Parlatılabilirlik (Ganiyusfoğlu, 2005).

Bu özelliklerin tamamının aynı çelikte toplanmış olması beklenemez, ancak kullanım yerine bağlı olarak en uygun malzeme, toplam ekonomiye yani kalıptan beklenen ömür/performans dikkate alınarak seçilir. Takım çelikleri, içerdikleri alaşım miktarlarına bağlı olarak şu şekilde gruplandırılırlar:

- Alaşimsız Çelikler,
- Düşük Alaşımlı Çelikler,
- Yüksek Alaşımlı Çelikler,
- Hız Çelikleri.

Ayrıca takım çelikleri içinde ifade edilen kimi paslanmaz çelikler bulunmaktadır. Bu çeliklerin uygulama alanları genişlemekte ve yaygınlaşmaktadır. Benzer biçimde günümüzde giderek daha geniş uygulama alanı bulan bir diğer takım çeliği grubu ise Toz Metalurjik çeliklerdir. Alışılmış döküm-dövme üretim biçiminin yani geleneksel metalurjinin ötesinde bir üretim tekniğine dayandığı için TM olarak anılan bu malzemeler Türkiye’de de geniş bir kullanım alanına sahiptir (Ganiyusufoğlu, 2005).

4.2 Çelik Kalitesi

Takım çeliği yüksek oranda alaşım elementi içerir. Yüksek oranlı alaşım elementi, çeliğin ergitilmesinden dökümüne ve işlenmesine kadar her aşamasında diğer çelikleri üretilmesinden farklı sistemlerin kullanılmasını zorunlu kılar. Takım çeliğinin kalitesi de çeliğin üretiminde uygulanan bu işlemlere bağlıdır. Bu işlemlerin hedefi, kalıp çeliğinin aşağıdaki özelliklere sahip olabilmelerini sağlamaktır; bu özellikler aynı zamanda çeliğin kalitesini de ifade eder:

- Dar Kimyasal Bileşim,
- Homojen Kimyasal Bileşim,
- İnce Taneli Homojen Mikro Yapı,
- İşlenmiş Yüzeyler (Kabuk Soyulmuş) (Ganiyusufoğlu, 2005).

4.3 Çelik Üretimi

Takım çeliği üretimi, çelik üretimi içerisinde özel bir öneme sahiptir. Çok yüksek nitelikli çelikler olan takım çeliklerinin üretiminde kullanılan yöntemler, son derece kaliteli ve ileri teknoloji ürünü proseslerden oluşmaktadır.

Alışılmış çelik üretim süreçlerine ek olarak, çok temiz hurda (özellikle paslanmaz çelik hurdası) girdi olarak kullanılır. Metal ergitme işlemi elektrik ark ocaklarında (EAO) yapılır ve mutlaka ergitme sonrası gaz alma, kalsiyum enjeksiyonu vb. işlemler çeliğin kalitesini artırmak için eriyiğe tatbik edilir. Şekil 4.1.'de bir çelik üretim fabrikasında bulunan elektrik ark ocağı görülmektedir (Ganiyusufoğlu, 2005).



Şekil 4.1. Elektrik ark ocağı Uddeholm, İSVEÇ (Ganiyusufoğlu'ndan, 2005).

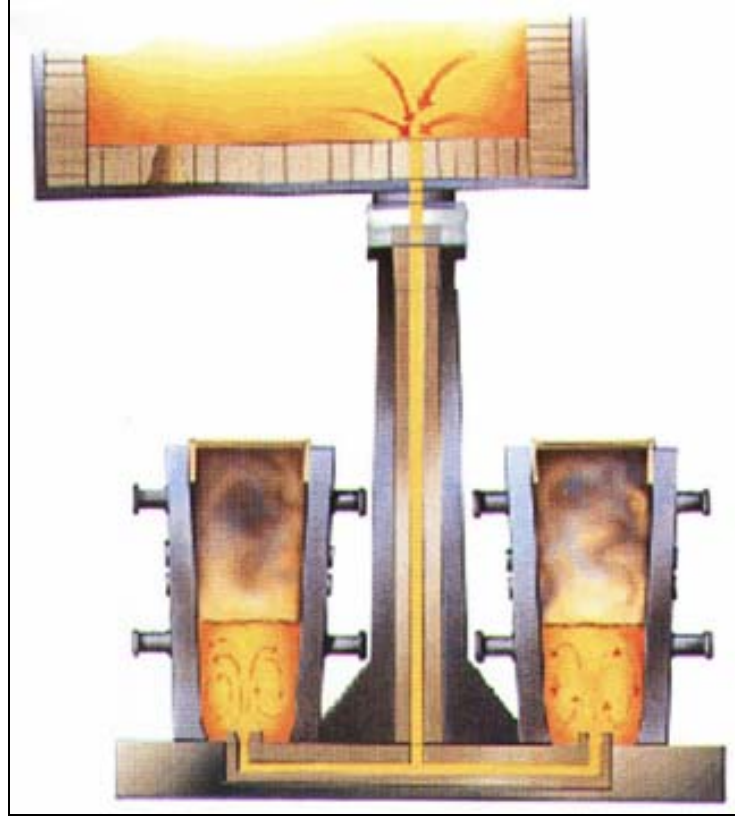
Döküm işlemi, yine çeliğin kalitesini artırmak için dipten döküm yöntemi ile gerçekleştirilir. Böylece elde edilen ingotlar, cüruf altı ergitme (ESR) işlemi gördükten sonra yani yeniden ergitilerek iç yapı homojenliği daha da yükseltildikten sonra, dövülerek ısıtılma alınır. Burada dövülmüş çeliğin mikro yapısı modifiye edilir ve gerek dövme gerekse de ısıtılma sırasında oluşan bozunmuş tabakaların çelikten uzaklaştırılması için kütükler talaşlı işleme girer. Böylece kabuk soyulmuş hale gelen bu kütükler, daha sonra ultrasonik çatlak kontrolünden geçirilerek diğer tahribatlı veya tahribatsız muayene yöntemleri için hazır hale getirilir. (Ganiyusufoğlu, 2005).

4.3.1 Ergitme ve kimyasal bileşim

Çeliğin kimyasal bileşimi, her bir element için daima belli sınırlar içinde değişir. Bu sınırlar ne kadar dar olursa çeliğin özellikleri de, kütüğün farklı bölgelerinde farklı olmadığı gibi, kütükten kütüğe de değişmez (Ganiyusufoğlu, 2005).

4.3.2 Pota metalurjisi ve döküm

Kütüğün her bölgesinde, çekirdeğinde ve yüzeyinde kimyasal bileşimin belli sınırlar dahilinde aynı olması; işleme kolaylığı ve ısıtılma işlemde kalıbın her bölgesinde aynı sertliğin elde edilebilmesi gibi bir dizi özellik kazandırır. Takım çeliklerinde uygulanan pota metalurjisi ve dipten döküm sistemi ile segregasyonu (belli bölgelerde alaşım elemanlarının ve kalıntıların birikmesi) azaltmak ve blok ısıtılma işlemi ile birlikte kombine dövme sistemleri uygulamak homojen kimyasal bileşimi garantileyen üretim koşullarıdır. Takım çeliklerinin en önemli özellikleri tokluk ve sünekliktir. Çeliğin iç yapısının mümkün olduğunca dayanıklı olması ve gerektiğinde kuvvet veya gerilim karşısında esnek olması çok önemlidir. Ayrıca, ağız dökülmesine, çatlak oluşmasına ve çatlakların ilerlemesine karşı malzemenin gösterdiği direnç mümkün oldukça yüksek olmalıdır. Şekil 4.2.'de dipten döküm yöntemi şematik olarak gösterilmektedir (Ganiyusufoğlu, 2005).



Şekil 4.2. Dipten döküm yöntemi (Ganiyusufoglu'ndan, 2005).

4.3.3 Cüruf altı ergitme

Kimyasal bileşimle oynayıp yeni bileşimler geliştirerek süneklik ve tokluğu artırmanın belirli sınırları vardır. Öte yandan, iki malzemenin kimyasal bileşimi aynı olsa dahi, mikroyapıları farklı olabilir. Çeliğin hücre yapısı olarak adlandırılan mikroyapının ince ve her bölgede aynı, yani homojen olması, bu özellikler açısından çok önemlidir. Taneler ne kadar ufak ve biçimleri ne kadar küreye yakın olursa, çeliğin özellikleri de o kadar yüksek olacaktır. İşte bu yüzden, takım çelikleri, vakum altında gaz giderme ile saflığı bozan oksijen, azot ve hidrojen gibi gazlardan arındırılırlar. Kalsiyum (Ca) enjeksiyonu ile sülfürler küresel hale getirilir ve en önemlisi cüruf altı ergitme işlemi ile çelik yeniden ergitilerek içerdiği son safsızlıklardan da kurtulması sağlanır. Bu sayede, son derece temiz bir mikroyapı ve tok bir çelik elde edilmiş olur. (Ganiyusufoglu, 2005).

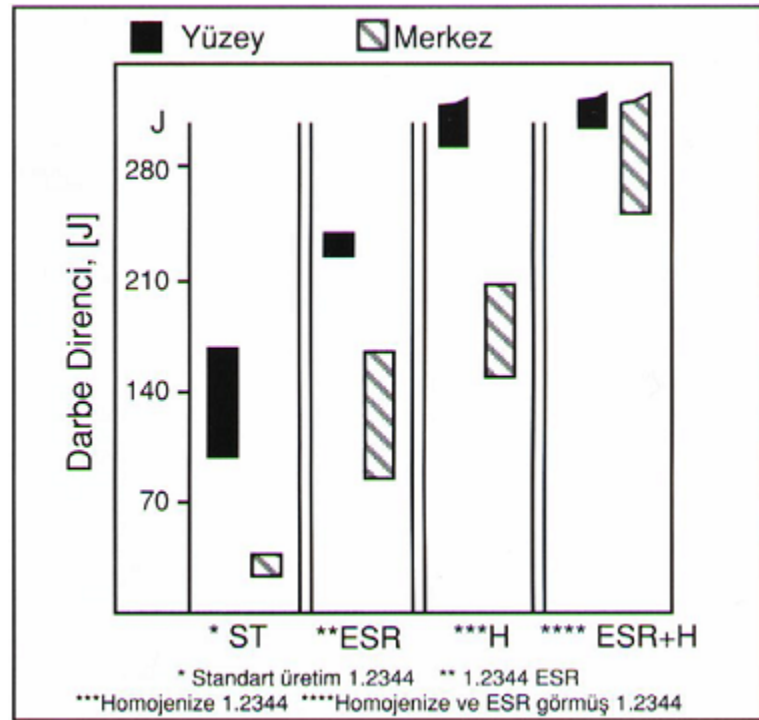
Şekil 4.3.'te bir çelik üretim tesisinde bulunan ESR – cüruf altı ergitme ünitesi görülmektedir (Ganiyusufoğlu, 2005).



Şekil 4.3. Cüruf altı ergitme ünitesi EWK – KREFELD (Ganiyusufoğlu'ndan, 2005).

ESR görmüş malzemelerin homojen ve temiz iç yapıları; mekanik özelliklerde kendini yüksek tokluk ve süneklik olarak ifade eder. Özellikle metal enjeksiyon söz konusu olduğunda kullanılan kalıp çeliğinin tokluğu ve sünekliği büyük önem taşır. Kuzey Amerika Basınçlı Dökümcüler Birliği (NADCA) kalıp çelikleri için minimum tokluk ve süneklik seviyeleri tespit etmiştir. Kabul edilen seviyeler standart 1.2344 malzemenin sahip olduğu değerlerin üzerindedir. Bu yüzden, 1.2344 bileşiminde olan fakat tokluk ve süneklik değerleri daha yüksek olan çelikler tercih edilmelidir.

Ek olarak, kalıp çeliğinin mekanik özelliklerinin, kalıbın çalışan bölgesinin çekirdeğinde bulunan çelikte yüksek olması gerekmektedir. Şekil 4.4.'de 1.2344 bileşimine sahip ancak değişik üretim aşamalarından geçirilerek üretilmiş farklı malzemelerde Darbe Direnci (tokluk) değerleri karşılaştırılmıştır. Görülmektedir ki uygulanan işlemler ile hem tokluk artmakta hem de çeliğin yüzeyi ile çekirdeği arasındaki süneklik farkı azalmaktadır (Ganiyusufoğlu, 2005).



Şekil 4.4. Farklı üretim teknikleriyle üretilmiş 1.2344'lerin karşılaştırmalı toklukları (Ganiyusufoğlu'ndan, 2005).

4.3.4 Dövme

Takım çeliklerinin içerdiği yüksek oranlı alaşım elemanları (Cr, V, Mo, W vb.), çeliğin katılaşma yapısında yoğun olarak kaba karbürler halinde bulunur. Bu karbürler ayrıca ağ yapısındadır.

Tokluğu düşüren ve çeliği kırılgan yapan bu ağ yapısının parçalanması ve karbürlerin olabildiğince küçültülerek yapı içine dağıtılması istenir. Bunun için de takım çelikleri haddelenerek şekillendirilmekten ziyade dövülerek şekillendirilirler. Şekil 4.5.'de çelik üretimi yapan bir fabrikada bulunan dövme hattı görülmektedir (Ganiyusufoğlu, 2005).



Şekil 4.5. Dövme tesisi Uddeholm, İSVEÇ (Ganiyusufoğlu'ndan, 2005).

4.3.5 Blok ısıt işlemleri

Dövme işlemleri sonrasında, yuvarlak yada lama olarak şekillendirilmiş bütün çelikler, ısıt işleme girerek homojenizasyon işlemine tabi tutulurlar. Bu işlem ile döküm yapısındaki mikro segregasyon kaldırılmaya çalışılır. Dövme ile kombine yapılan bu ısıt işlemlerde tatbik edilen özel işlemler sayesinde malzeme özelliklerinin daha da geliştirilmesi söz konusudur (Ganiyusufoğlu, 2005).

4.3.6 Talahlı işleme

Gerek dövme sırasında gerekse ısıt işlemlerde kütüklerin yüzeyinde meydana gelen oksidasyon (tufal oluşumu) etkisini ve dövme sırasında oluşan yüzey çatlaklarını ortadan kaldırmak gerekir. Bu yüzden, kütüklerde mutlaka kabuk soyma işlemi yapılmalıdır. DIN standardına göre, üretim ölçüsü ile kullanım ölçüsü arasında fark vardır ve çelik mutlaka bu kullanım ölçüsüne indirildikten sonra kullanılmalıdır. Çizelge 4.1.'de DIN normuna göre çelik üretim ölçüsüne göre kullanım için düşürülecek çaplar (mm) verilmiştir (Ganiyusufoğlu, 2005).

Çizelge 4.1. Takım çeliklerinde üretim ölçüsüne göre kullanım için düşülmesi gereken çaplar (Ganiyusufoğlu'ndan, 2005).

Üretim Ölçüsü (mm)	Kullanım Ölçüsü (mm)	Üretim Ölçüsü (mm)	Kullanım Ölçüsü (mm)
10	8	22	19,5
12	10	25	22,5
14	12	30	27
15	12,5	35	32
16	13,5	40	36,5
18	15,5	45	41,5
20	17,5	56	50

4.3.7 İnceleme ve kalite kontrol

Kabuk soyma işleminin bir diğer getirisi, elde edilen temiz yüzeyde rahatlıkla çatlak kontrolünün yapılabilmesidir.

Ultrasonik veya radyografik muayene yapılan çeliklerde, gerek görüldüğünde sıvı penetrant uygulamasıyla yüzey çatlakları da kontrol edilmelidir.

Ayrıca, takım çelikleri; kimyasal bileşim ve sertlik değerlerini içeren sertifikalarla veya kalite kontrol raporlarıyla beraber kullanıcıya ulaştırılmalıdır (Ganiyusufoğlu, 2005).

4.4 Takım Çeliklerinin Isıl İşlemi

Tavllanmış çeliklerden üretilen takımlar ve kalıplar, son işlemeden önce sertleştirme ve menevişlemenin yapıldığı bir ısıl işlemde geçirilirler. Isıl işlemde sonra sertlik kontrol edilerek takım son ölçüye getirmek için işlenir.

Doğru çelik seçiminin yanı sıra uygun ısıl işlem de çok önemlidir, zira, kusurlu bir ısıl işlemin en iyi kalite çeliği bozduğu ve en iyi ısıl işlemin bile kalitesiz bir çeliğe fazla değer kazandıramadığı unutulmamalıdır.

Isıl işlem özetle: Çeliğin dayanıklılık ve sağlamlığını etkileyen yapısal özelliğini iyileştirmek için onun yüksek sıcaklıklara kadar ısıtılıp çeşitli ortamlarda ani olarak soğutulması işlemi yani su verme; bu ani soğutmadan doğan gerilimin, çeliğin tekrar 700°C'ye kadar ısıtılması suretiyle normalize tavına tabi tutularak giderilme işlemi yani tavlama ve metalin kristal yapısının değişim noktasına yakın fakat daha alçak bir sıcaklıkta uygun bir süre ısıtılması ve birden soğutularak istenilen kıvamın (iç yapı) elde edilmesi işlemi yani menevişleme proseslerinden oluşmaktadır (Ganiyusufoğlu, 2005).

4.4.1 Sertleştirilebilirlik

Yetersiz veya üniform olmayan sertleştirilebilirlik daha uygun bir çelik seçimiyle önlenabilir. Sertleştirilebilirlik tüm çelik cinsleri için bir fiziksel ölçüdür. Belli bir hacim içindeki sertlik derinliğini ve yüzey sertleştirilebilirliğini ifade eder.

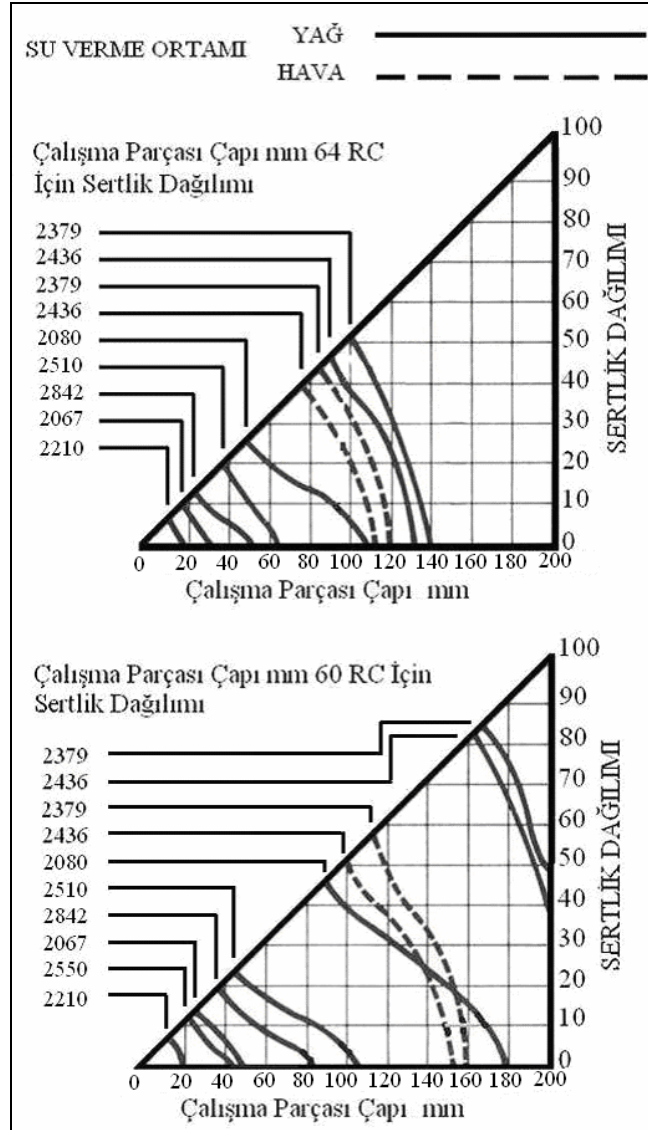
Karbon içeriği göz önüne alınmaksızın her çeliğin sertleştirilebilirliği çoğunlukla kesit kalınlığına bağlıdır. Eğer su verme işlemi kullanılan malzemenin yapısına uygun yöntemle yapılmazsa, sertleşebilirlik sadece daha kötü olmakla kalmaz aynı zamanda daha az üniform olur.

Şekil 4.6.'da yağda ve havada sertleşen ve yaygın kullanım alanı olan çelikler için sertlik derinliği, parçanın çapına bağlı olarak, 64, 62, 60 ve 58 HRC sertlikleri için verilmiştir.

Diyagramda gösterilen değerlerin uygulanması parçanın şekline bağlıdır. Bir takımındaki ince bir diş, bütün takım yeterli sertliği sağlamazsa bile gerekli sertliği alabilir.

Sertleştirilebilirlik yüzeyin kesite oranına bağlıdır. Daha düşük alaşımlı bir çelik için bu oran daha önemlidir. Şüpheli bir durumda daha iyi sertleştirilebilirlik özelliğine sahip çelikler tercih edilmelidir.

Örneğin, aşağıdaki diyagramda 1.2379'un kimyasal bileşimine sahip takım çeliğinden yapılmış 120 mm çapında bir parçanın 64 HRC için, yağda sertleştirmeye göre sertlik derinliğini araştırırsak; birinci diyagramda 120 mm'nin dikey çizgisi ile 2379'un eğrisinin kesiştiği nokta 30 mm sertlik derinliğine karşılık gelmektedir. 2379'un bu eğrisinin 45°lik üçgenin çizgisine değen noktasında aşağıya inildiğinde, 100 mm, sertleşmiş tabakanın sonu olarak ortaya çıkmaktadır (Ganiyusufoğlu, 2005).



Şekil 4.6. Bazı takım çelikleri için çalışma parçasının kesitindeki sertlik dağılımı (Koçak'tan 2006).

4.4.2 Takım çeliklerinin ısıl işleminde izlenen kademeler

Isıl işleme başlanmadan önce parçalar, mutlaka belirli ölçülere kaba işlenmelidir. Talaşlı işlem yapılmadan ısıl işleme alınan bir takım çeliğinden, ne sertlik ne de ısıl işlem sonrası şekil ve tokluk bakımından verim almak mümkün değildir. Aşağıda, takım çeliklerinin ısıl işleminde takip edilecek yöntemler ayrıntılarıyla açıklanmıştır (Koçak, 2006).

4.4.2.1 Gerilim giderme tavrı:

Her işleme sonrasında ısıl işlemde ölçü ve/veya şekil değişimine yol açan gerilmeler oluşur. Bu gibi durumlarda sonuç pahalı bir şekilde yeniden işlemektir. Bu nedenle, zor bir işlemeden sonra ve karışık şekilli takımlarda gerilimleri azaltmak için ısıl işlemde önce gerilim giderme tavlaması yapılır. Talaşlı işlem sonucu gerilim dengesi bozulmuş parça 600 ~ 650 °C’de en az iki saat tavllanır. Büyük ölçülü takım ve kalıplarda her 50 mm et kalınlığı için 1 saat fazla tavlama yapılmalıdır. Bu işlemde sonra parça fırında yavaşça soğumaya bırakılır. Gerilim giderme tavrı, sertleştirme işleminde çarpılma ve çatlama riskini azaltır. Çelik üreticileri bu işlemi şiddetle tavsiye etmektedirler. İşlem, tüm takım çeliklerine ve çarpılma riski olan makine parçalarına uygulanır (Koçak, 2006).

4.4.2.2 Ön ısıtma

Parçanın bütün kesitinin dengeli ısınabilmesi için ön ısıtma çok önemlidir. Bu nedenle, yüksek alaşımlı çelikler için uygun bir ön ısıtma işlemi ihmal edilmemelidir. Düşük ısıl iletkenlik ve farklı kesitler yüzünden sertleştirme sıcaklığına hızla ısıtmada çarpılmaya, hatta takımların çatlmasına yol açabilen önemli miktarlarda ısıl gerilmeler meydana gelebilir. Bu sebeple sıcaklık-zaman diyagramlarına gösterilen ön ısıtma kademeleri sıkı sıkıya uygulanmalıdır.

Çeliğin tüm kesitleri aynı sıcaklığa ulaştığı an, parça bir sonraki ön ısıtma sıcaklığına ısıtılarak sertleştirme sıcaklığına kademe kademe yaklaşmış olunur. Sertleşme sıcaklıklarına göre, çeliklere uygulanacak ön ısıtma kademeleri ve sıcaklık aralıkları şöyledir:

a) 900°C’nin altında sertleştirilen çelikler 1 veya 2 kademe:

1. Kademe: 400~500°C,
2. Kademe: 600~650°C (Koçak, 2006).

b) 900°C'nin üstünde sertleştirilen yüksek kromlu soğuk iş ve sıcak iş çelikleri 3 kademededir:

1. Kademe: 400~450°C,
2. Kademe: 600~650°C,
3. Kademe: 800~850°C

c) Yüksek hız çelikleri 3 veya 4 kademededir:

1. Kademe: 400~450°C,
2. Kademe: 600~650°C,
3. Kademe: 800~850°C,
4. Kademe: 1000 ~ 1050°C

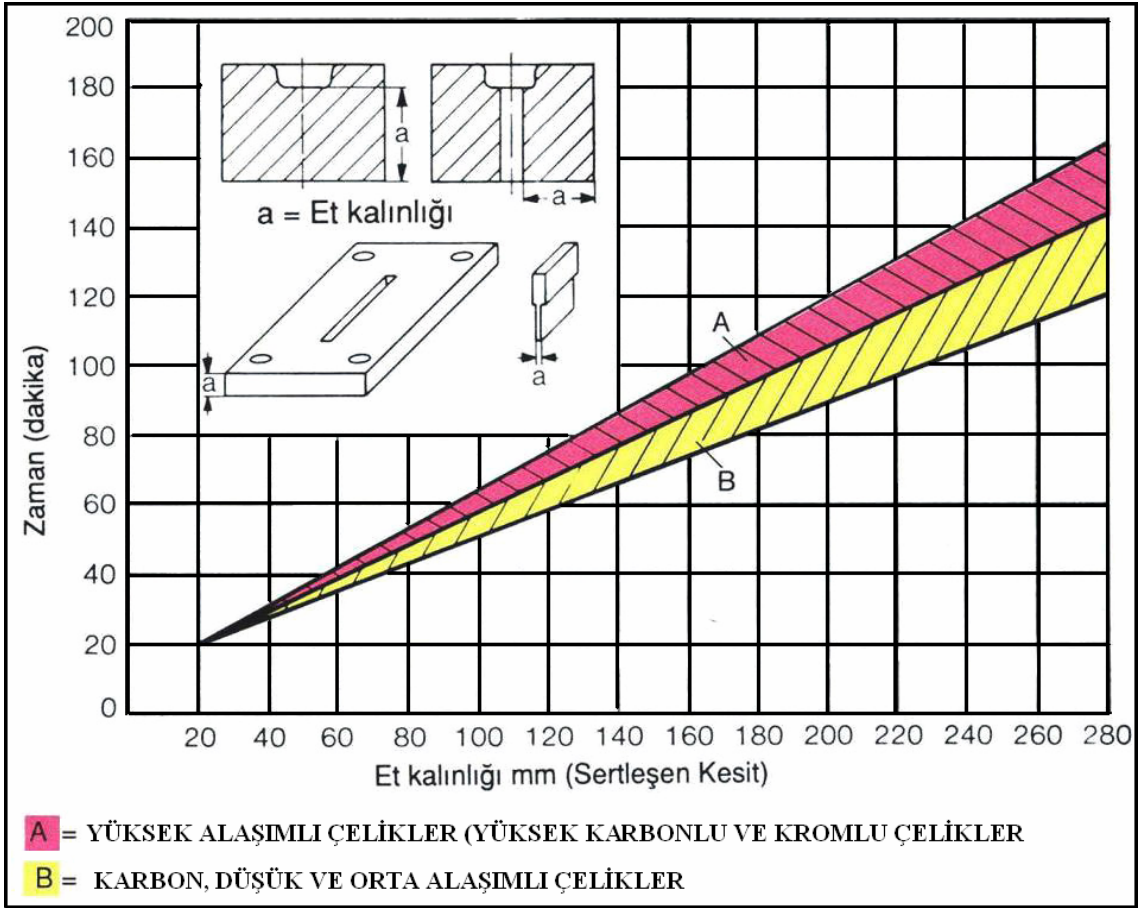
Önemli ve karışık şekilli parçalarda kademe sayısı artırılabilir. Her ön ısıtma kademesinde ve sertleştirme sıcaklığında, ani ısıtma etkisi ile oluşabilecek kısmi gerilimleri önlemek için parçada homojen ısı dağılımı sağlanarak köşelerin, kenarların ve ince kesitlerin dengeli ısınması sağlanır ve tane irileşmesi önlenir.

Isıl işlemin elektrikli fırında mı, kamaralı fırında mı, yoksa tuz banyosunda mı yapılacağı tartışılmalıdır. Elektrikli veya kamaralı fırınlarda yapılan ısıl işlemlerde 1. ön ısıtma kademesi ihmal edilebilir. Bu durumda parçanın oksidasyona ve dekarbürizasyona yol açabilecek indirgeyici (redükleyici) ortamdan korunması için fırına kok kömürü veya dökme demir talaşı konulmalıdır. Öncelikle parçanın çalışan yüzü kağıtla kaplanır. Tuz banyosu kullanılıyorsa, hava sirkülasyonlu bir fırında veya benzer bir üniteye 400°C'de ön ısıtma gereklidir. Tutma süresi her 1 mm et kalınlığı için 0.5 dakikadır (Koçak, 2006).

4.4.2.3 Östenitleme

Parçanın tüm kesiti ısıdıktan sonra, sıcaklık son ön ısıtma kademesinden sertleştirme sıcaklığına çıkarılır. Parça bütünüyle bu sıcaklığa eriştikten sonra yapıda

dönüşüm oluncaya kadar sıcaklık sabit tutulur. Şekil 4.7.'de görülen diyagram, sertleşme sıcaklığına ulaştıktan sonra parçanın et kalınlığına bağlı olarak bu sıcaklıktaki tutma süresini seçmek için kullanılmaktadır. Bu diyagramla parçanın tuz banyosunda kalma süresi de belirlenebilir (Koçak, 2006).



Şekil 4.7. Düşük, orta ve yüksek alaşımli çelikler için et kalınlığına bağlı sertleşme zamanı (Koçak'tan, 2006).

Sertleşme zamanını belirlemek için çelik üreticilerinin hazırladığı katalog değerlerinden de yararlanılmalıdır. Parça bu sıcaklıkta gereğinden az tutulursa dönüşüm olmaz; çok tutulursa da tane büyümesi olur. Her iki durumda sakıncalı olduğundan zamanın iyi ayarlanması gereklidir (Koçak, 2006).

4.4.2.4 Su verme

Çeliğin cinsine göre ve parçanın tasarımına bağlı olarak soğuk iş çeliklerinin sertleştirilmeleri yağda, tuz banyosunda veya havada yapılabilir. Tuz banyosunda sertleştirmede çalışma parçaları denge sıcaklığına erişinceye kadar banyoda tutulur, daha sonra havada soğutulur. Oda sıcaklığına aniden soğutarak su verme, ısıl gerilmeden ötürü meydana gelen çatlaklar oluşturacağından ani soğutmadan kaçınılmalıdır. Amaca en uygun sertleştirme; parçaları önce 80°C'ye dengeli soğutup sonra da sıcak suyla yıkayarak meneviş fırınına almakla mümkün olur.

Parçada çarpılma riskini azaltmak için ısıl gerilmelerin düşük seviyede olduğu su verme ortamı tercih edilmelidir. En olumlu sonuç veren soğutma ortamı vakum altında yüksek basınçlı gaz kullanımudur. Vakum altında soğutmada çarpılma riski azalmakta, ayrıca, soğutma hızı ve soğutma rejimi son derece kontrollü gerçekleştirilmektedir.

Tuz banyosuyla soğutma yapılacaksa banyoların mutlaka sıcaklığı kontrol altında tutacak donanımına sahip olması gerekir. Hava ile soğutmada, havanın her yönden eşit gelmesine dikkat edilmelidir. Karbon çeliklerinin düşük sertlik derinliği yüzünden sertleştirilebilirlikleri de düşüktür. Özellikle derin şekillere su verme sırasında buhar kabarcıkları suda ısı akımını geciktirerek yükseldiklerinden yüzeyde kısmen yumuşak noktalar oluşur. Bundan başka su kabarcıklarının oluşumu suya %10-12 tuz ilave edilerek azaltılabilir. Bu nedenle, karbonlu takım çeliklerine su vermede bu yöntem uygulanmalıdır. Yüksek karbonlu takım çeliklerinin çoğunluğu için yağda su verme, parçalar çok küçük kalınlıklardaysalar mümkündür. Bu yöntemde suyun veya takımın su içinde hızlı bir şekilde karıştırılması gereklidir (Koçak, 2006).

4.4.2.5 Dengeleme

Çelik 80°C'nin altına soğutulduktan sonra hemen menevişlenmeyecekse 100 ~ 150°C sıcaklıktaki bir fırına konur. Özellikle geniş parçalar, çekirdekte en uygun

dönüşünüm elde edilmesi için tüm kesiti boyunca sıcaklık dengelenmesinde tutulur. Dengeleme süresi 100 mm et kalınlığı için 1 saattir. Bu işlemle iç gerilimlerden doğacak çatlama riski en aza indirilir (Koçak, 2006).

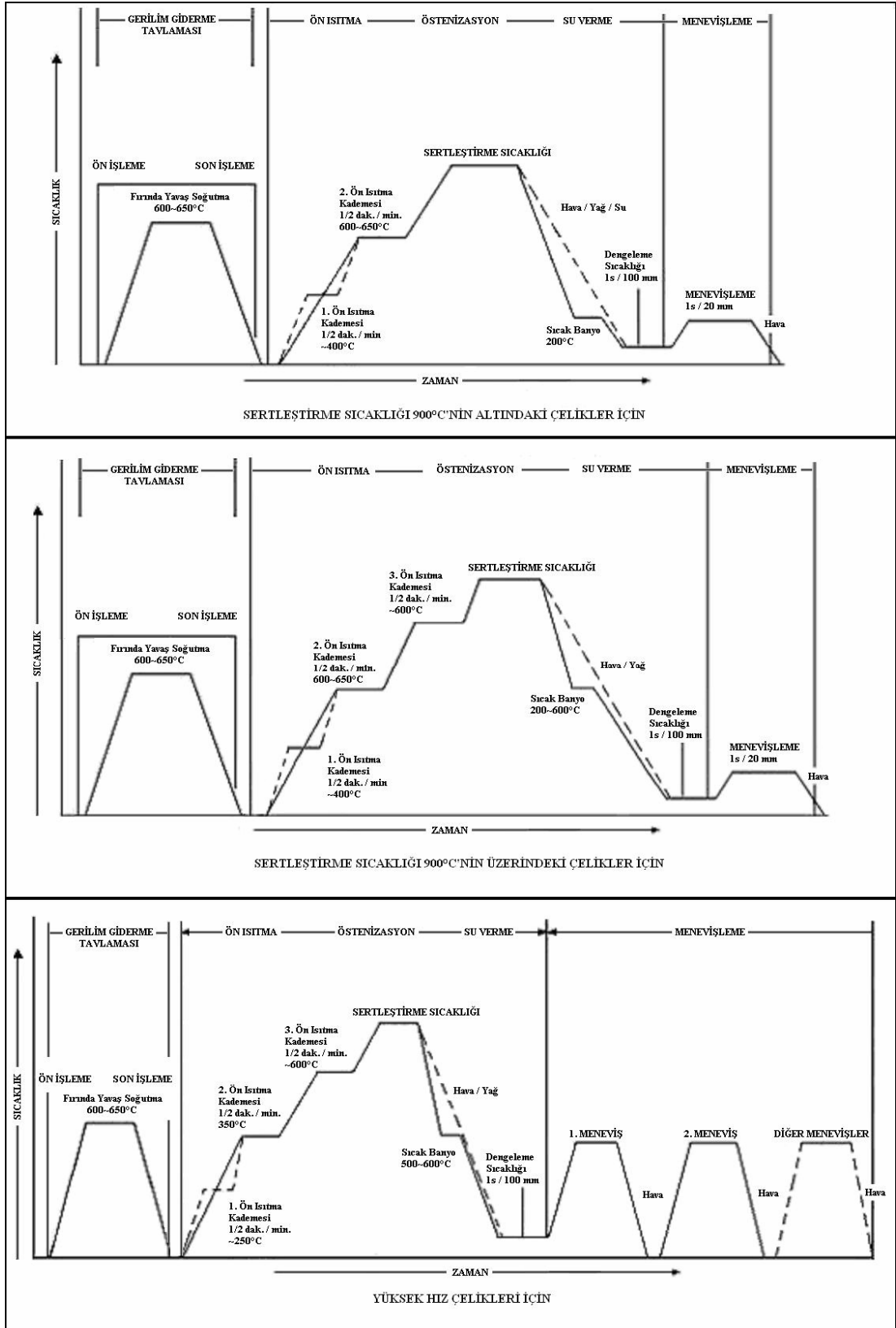
4.4.2.6 Menevişleme

Sertleştirilmiş çeliğin son kullanım şartlarındaki beklentilere bağlı olarak 200 ~ 600 °C seviyelerine yeniden ısıtılıp bu sıcaklıkta belirli bir süre bekletilmesidir. Böylece sertleşme sonrası cam kadar sert ve kırılabilir olan yapı daha az sert ama tok bir yapıya dönüşmüş olur. Menevişleme işlemi, çeliğin uygun bir sertlik-tokluk özelliği kazanabilmesi için çok önemlidir. Sertleştirilmiş çelikler, su vermeden ve su verme çatlaklarını engellemek için yapılan dengelemeden sonra hemen menevişlenmelidir. Çelik türlerine göre sıcaklık, zaman ve meneviş sayısı katalog ve prospektüslerden veya çelikle ilgili malzeme bilgi sayfalarında verilen meneviş eğrilerinden bulunabilir. Parça, uygun olan çalışma sertliğine göre meneviş sıcaklığına yavaşça ısıtılır. Menevişleme zamanı 2 saatten az olmamalıdır. Meneviş sıcaklığında tutma süresi 20 mm et kalınlığı için 1 saattir. Daha sonra parça havada soğutulur ve sertliği kontrol edilir. Menevişleme sıcaklığı için en yüksek sertliği sağlayan sıcaklığın seçilmesi uygun olur (Koçak, 2006).

4.4.2.7 İkinci ve Üçüncü Menevişleme

Genelde birinci menevişten 15-20° düşük seçilir. Sıcak iş çeliklerinde menevişleme süresi 10 saate kadar çıkmaktadır. İkinci ve üçüncü menevişleme süresi ne kadar uzun olursa, çeliğin dayanma gücüne etkisi o oranda iyi olur.

Sonuçta parça istenilen sertliğe bu menevişle getirilir. Yüksek hız çeliklerinde üçüncü menevişleme mutlaka uygulanmalıdır. Şekil 4.8.'de takım çeliklerinin ısıtılmasında izlenen kademelerin şematik görünümü verilmiştir (Koçak, 2006).



Şekil 4.8. Takım çeliklerinin ısıl işleminde izlenen kademeler (Koçak'tan, 2006).

Şekil 4.8.'de; birinci diyagramda, sertleştirme sıcaklıkları 900 °C'nin altında olan alaşımsız veya alaşımlı soğuk ve sıcak iş takım çeliklerinin ısıtılması için; ikinci diyagramda, sertleştirme sıcaklıkları 900 °C'nin üstünde olan alaşımlı soğuk ve sıcak iş takım çeliklerinin ısıtılması için ve üçüncü diyagramda 900 °C'nin üstünde sertleştirilen sıcak iş takım çeliklerinin ve bazı soğuk iş takım çeliklerinin ısıtılması için verilmiş zaman-sıcaklık diyagramları görülmektedir. Soğuk iş takım çeliklerinde yüksek sertlik ve tokluk değerleri elde edebilmek için farklı ısıtma yöntemleri uygulanmaktadır. Örneğin, Thyrodur 2379 takım çeliğinin menevişe dayanımını artırmak için özel ısıtma başvurulabilir. Daha yüksek Östenitleme sıcaklığı seçilerek çözülen karbür miktarı artırılır. Böylelikle, çeliğin menevişleme direnci artar. 530 °C'de iki veya üç kez menevişlemeden 60 HRC sertlik elde edilir (Koçak, 2006).

4.4.3 Takım çeliklerinde özel ısıtma işlemleri

Özellikle takım çeliklerinde, menevişleme, sertlik kontrolü, temizlik ve taşlama veya bileme işlemlerinden sonra, parçaya, bazı özel işlemlerle yüzey sertliği, paslanmazlık vb. özellikler kazandırmak için nitrasyon, tenifer ve sert kromaj gibi işlemler de uygulanabilir. Kabuk sertleşen çeliklerin aşınma dayanımı yüksek bir yüzey ve tok bir çekirdek avantajları vardır. Bu özellikleri elde etmek için, duruma göre karbon yüzdesini artırmak gerekir (Koçak, 2006).

4.4.3.1 Karbonlama (karbürizasyon – sementasyon)

Karbonlama, çeliklerin dış yüzeylerinin karbon emdirilerek, aşınmaya daha dayanıklı olmasını sağlamak için yapılır. İşlem katı, sıvı veya gaz ortamda yapılabilir. Karbonlama tabakasının kalınlığı sıcaklık ve zamana bağlıdır.

Tozda karbonlama: Plastik kalıplarda kullanılan alaşımlı kabuk sertleşen çeliklerde, kabuk bölgesine aşırı karbon yayılmasını önlemek için orta dereceli karbon verici tuzlar

kullanılır. Üniiform bir karbonlama etkisi elde edebilmek için karbonlama kutuları parçaların şekline uygun olmalıdır. Parçanın şekli uygun bir karbonlama derinliği elde edilmesine etki eder. Takım çelikleri ile ilgili bilgi sayfalarında, genelde bir saatte 0,1 mm karbonlama tabakası elde edildiği belirtilmektedir. Parçada kullanılan çelikten yapılan test çubuklarındaki karbonlama derinliğini ölçmek için, bu numuneler de parçayla birlikte kutu içine karbonlamaya girmelidir (Koçak, 2006).

Tuz banyosunda karbonlama: Kutu karbonlamasına oranla, tuz banyosunda karbonlamanın aşağıdaki avantajları vardır:

- a-) Kutulama ve kutudan çıkarma işlemlerindeki zaman kaybının önlenmesi.
- b-) Daha kısa karbonlama süresi.
- c-) Karışık şekilli takım ve kalıplarda bile üniiform karbonlanmış tabaka elde edilmesi.
- d-) Çeklikle ilgili bilgi sayfalarında verilen prospektüslere uyulması ve işlemin uygun biçimde yapılması halinde, tuz banyosunda karbonlama ile saatte 0,3 mm kalınlık elde edilir (Koçak, 2006).

Gazda Karbonlama: Kutu ve tuz banyosunda karbonlamada sabit bir karbon verici ortam sağlanırken, gazda karbonlamada karbon seviyesi geniş limitler içinde değişebilir. Ayrıca, gazda karbonlamada, tabakanın üniiform olması garantidir ve yeterince karbonlanmış tabakanın ekonomik olarak elde edilmesi mümkündür. Tuz banyosunda karbonlama gibi gazda karbonlamada da çeliği doğrudan sertleştirmek mümkündür (Koçak, 2006).

4.4.3.2 Karbonlama sıcaklığından soğutma

Karbonlamadan sonra ara tavlama yapılırsa, takımlar tercihen sıcak banyoda soğutulmalıdır, çünkü bu durumda ısıl gerilmeler ve çarpılmalar en düşük seviyeye çekilmiş olur. Bunu yanı sıra gerilme çatlakları tehlikesi azalır. Sıcak banyo mümkün değilse parçalar yağda veya havada soğutulmalıdır (Koçak, 2006).

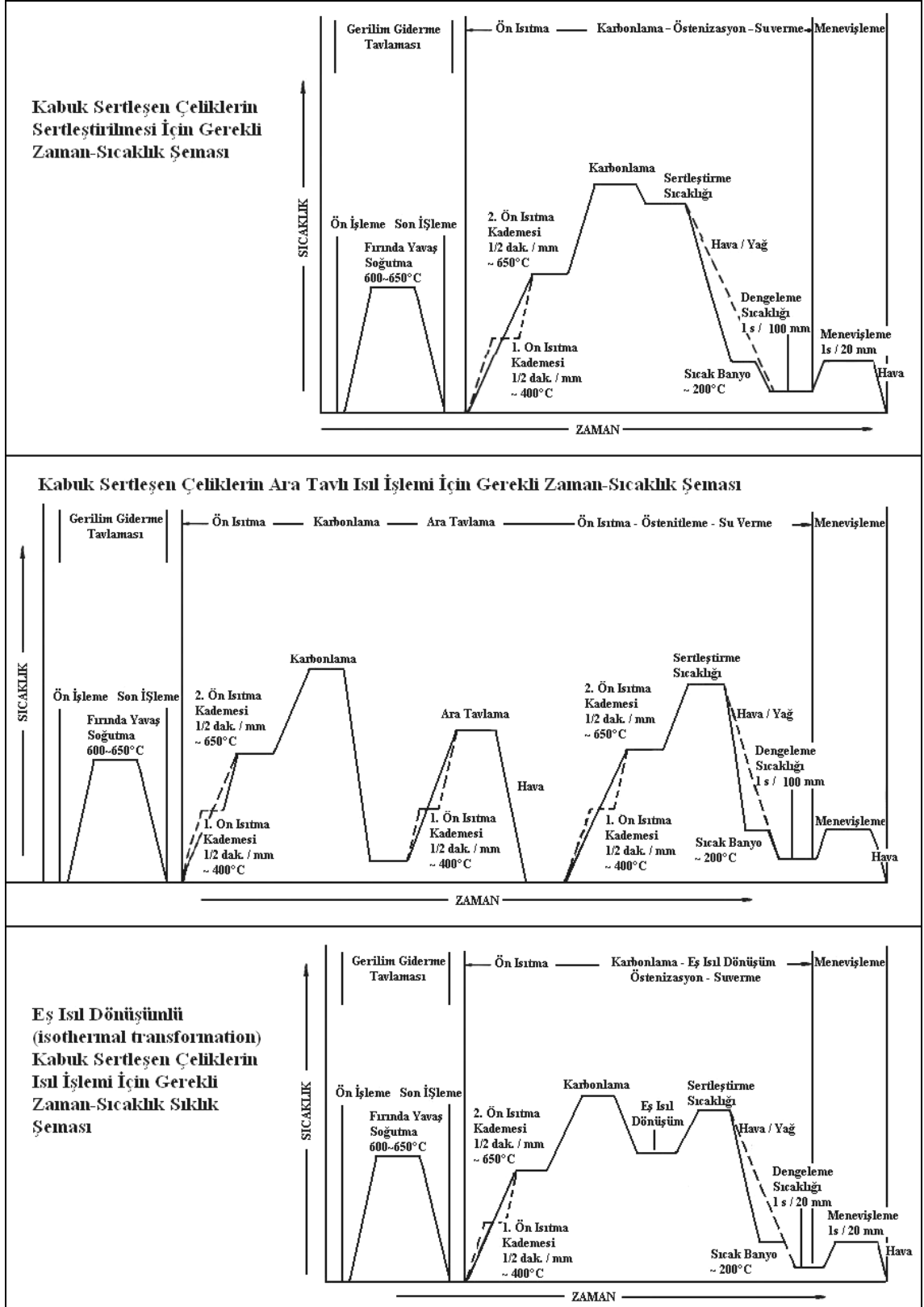
4.4.3.3 Ara tavlama

Karbonlama sıcaklığından soğuttuktan sonra bir ara tavlama ile bazı çeliklerde daha üniform yapı elde etmek mümkündür. Ara tavlama sıcaklıkları ve süreleri için üreticilerin tavsiye ettiği değerleri kullanmak uygun olur. Genelde ıslah çelikleri için ara tavlama süreci 2 ~ 5 saat arasındadır. Şekil 4.9.'da kabuk sertleşen çeliklerin sertleştirilmesi için gerekli zaman–sıcaklık diyagramları verilmiştir (Koçak, 2006).

4.4.3.5 Nitrasyonla Yüzey Kaplama

Tüm yüzey işlemleri içinde en önemli yere sahip olan işlem nitrasyondur. Çalışma sırasında parçanın yüzey sıcaklıkları 600 °C'yi geçmiyorsa veya çok kısa bir süre için geçiyorsa nitrasyon bu kalıplarda kullanılabilir. Parçaların nitrasyondan önce sertleştirilmesi yapılır ve nitrasyon sıcaklığının altında menevişlenir. Sertleştirilmiş durumda alınan çelikler 600 ~ 650 °C'de nitrasyona tabi tutulur. Nitration sırasında çarpılma oluşumunu önlemek için kaba işlemeden sonra gerilim giderme yapılır. Kalıplar nitrasyondan sonra taşlanamaz, çünkü nitrasyon tabakası oldukça incedir. Çizelge 4.2.'de yüzey kaplama işlemleri ve özellikleri görülmektedir. Nitrationdan önce kalıplar temizlenmeli ve yağlardan arındırılmalıdır.

Nitrasyon, tuz banyosunda, gazda veya kutu içerisinde azot verici kimyasal tozlarla yapılabilir. Nitration ve tenifer banyosunda şunlara dikkat etmek gerekir: Önce kalıplar 400 °C'ye ısıtılmalıdır. Tuz banyosu nitrationu 520 ~ 570 °C'de yapılmalıdır. Tutma süresi istenilen nitration tabakasının kalınlığına bağlıdır. Süre genellikle 2 saattir. Gaz nitrationu 480 ~ 540 °C'de yapılır. Plastik kalıplar için nitration süresi bu metoda 15 ~ 30 saattir. İstenilen yüzeyler bakır, nikel veya ticari pastalarla kaplanarak buraların nitration olması önlenir. Toz nitrationu, 500 ~ 570 °C arasında yapıldığında etkin olur. Nitration yapılacak çeliğe göre reaksiyon hızlandırıcı miktarı, nitration zamanı ve sıcaklık seçilir (Koçak, 2006).



Şekil 4.9. Kabuk sertleşen çelikler için zaman – sıcaklık diyagramları (Koçak'tan, 2006).

Çizelge 4.2. Yüzey kaplama işlemleri (Koçak'tan, 2006).

Yüzey Kaplama İşlemi	İşlem Sıcaklığı °C	Takım Çelikleri İçin Gerekli Özellikler ve Ön Şartlar	Tabaka Kalınlığı	Yüzey Sertliği
NİTRASYON	470 ~ 570	Menevişlemeye karşı direnç, sertleştirilmiş ve menevişlenmiş durumda	1 mm'ye kadar	Max. 1200
BORLAMA	800 ~ 1050	Yüksek sıcaklıklara dayanıklılık, Si içeriği az olmalı	0.4 mm'ye kadar	Max. 2000
KARBONLAMA	860 ~ 900	Düşük C içeriği, aşırı ısıtma dayanımı	2 mm'ye kadar	Max. 900
OKSİTLEME	300 ~ 550	Menevişlemeye karşı direnç, yüzey yağlardan aşındırılmalı	0.01 mm ye kadar	---
KIVILCIM YAYINIMI	2000 ~ 4000	Hiçbiri	0.1 mm ye kadar	~ 950
CVD	> 900	Yüksek sıcaklıklara dayanım, metalik parlak yüzey	6 ~ 9 µm	Max. 4800
PVD	450 ~ 500	Meneviş dirençli yüksek sertlik	2 ~ 5 µm	2000~2500
KROM KAPLAMA	70 ~ 70	Cr içeriği düşük, temiz yüzey	1 mm'ye kadar	1000~1200

4.4.3.6 İzotermal dönüşüm

Bir ara tavlama yerine, perlit sahasında bir izotermal dönüşüm sağlanabilir. Perlit fazında izotermal dönüşüm, daha sonraki östenizasyon için bir ön yapı oluşturur ve en düşük distorsiyon (çarpılma) oluşumunu sağlar (Koçak, 2006).

4.4.3.7 Sert krom kaplama

Sert krom kaplama kalıp üretiminde özellikle plastik kalıplarında büyük öneme sahiptir. Korozif olarak aktif ortamda kimyasal dayanımları ve korozyon dayanımlarının yanı sıra aşınma dayanımları da yüksektir (Koçak, 2006).

Krom kaplama sırasında kaplanacak metalde yapısal değişim olmaz. Bu nedenle boyut değişikliği de olmaz. Bununla birlikte ölçüde istenen değişimler krom kaplama ile belli kalınlıklar dahilinde yapılır. Krom tabakasının kalınlıkları 5 ~ 200 µm arasında değişir. 0,5 ~ 1 mm kalınlıklar da mümkündür. Sert krom kaplamada, parçaların ve krom kaplanacak yüzeylerin uygun biçimde hazırlanması gerekir. Krom tabakasının yapısı, yapışıcı bir zeminin yüzey durumuna bağımlı olduğundan, yüzey ince taşla taşlanmalı ve hatta parlatılmalıdır. Krom kaplama sırasında krom tabakasının ve malzemenin içine hidrojen girerek gevrekleşmeye yol açar. Bu yüzden, krom kaplamadan sonra her kalıp, hidrojenin dışarı atılması için 180 ~ 260 °C arasında birkaç saat ısıtılmalıdır (Koçak, 2006).

4.4.3.8. Sıfırlı soğutma

Bu işlem sadece çatlama ihtimali olmayan kalıplar için uygulanabilir. Isıl işlemde sonra takım çeliklerinin normalde yapılarında bir miktar östenit kalır. Bu kalıntı östenit bir süre sonra martenzite dönüşebilir. Bu yapısal değişim ölçülerde kabul edilemez küçük değişikliklere yol açabilir. Özellikle ölçü aletlerinde - 80 °C'ye soğutmakla, yapıda hala mevcut olan kalıntı östenitin martenzite dönüşümü mümkün olur. Kalıntı östeniti düşük seviyeye indirmek veya hemen hemen tamamını ortadan kaldırmak için bir Sıfırlı soğutma işleminin ardından 120 ~ 150 °C'de bir gerilim giderme tavlama tavsiye edilmektedir. Bu işlem ne kadar çok tekrarlanırsa alınan sonuç da o kadar iyi olur (Koçak, 2006).

4.4.3.9. Ara gerilim giderme

Çok ağır gerilmelere maruz kalan kalıplarda orijinal meneviş sıcaklığının 30 ~ 50 °C altında zaman zaman yeniden menevişlenmesi ile çalışma sırasında oluşan gerilimlerin azaltılması mümkün olur. Bu işlem ile kalıbın ömrü artar. Ara gerilim giderme, çelik üreticileri tarafından, özellikle metal enjeksiyon kalıplarında tavsiye edilmektedir (Koçak, 2006).

5. KALIPLARIN TASARIMI VE İŞLENMESİ

5.1 Konstrüksiyon Tasarım

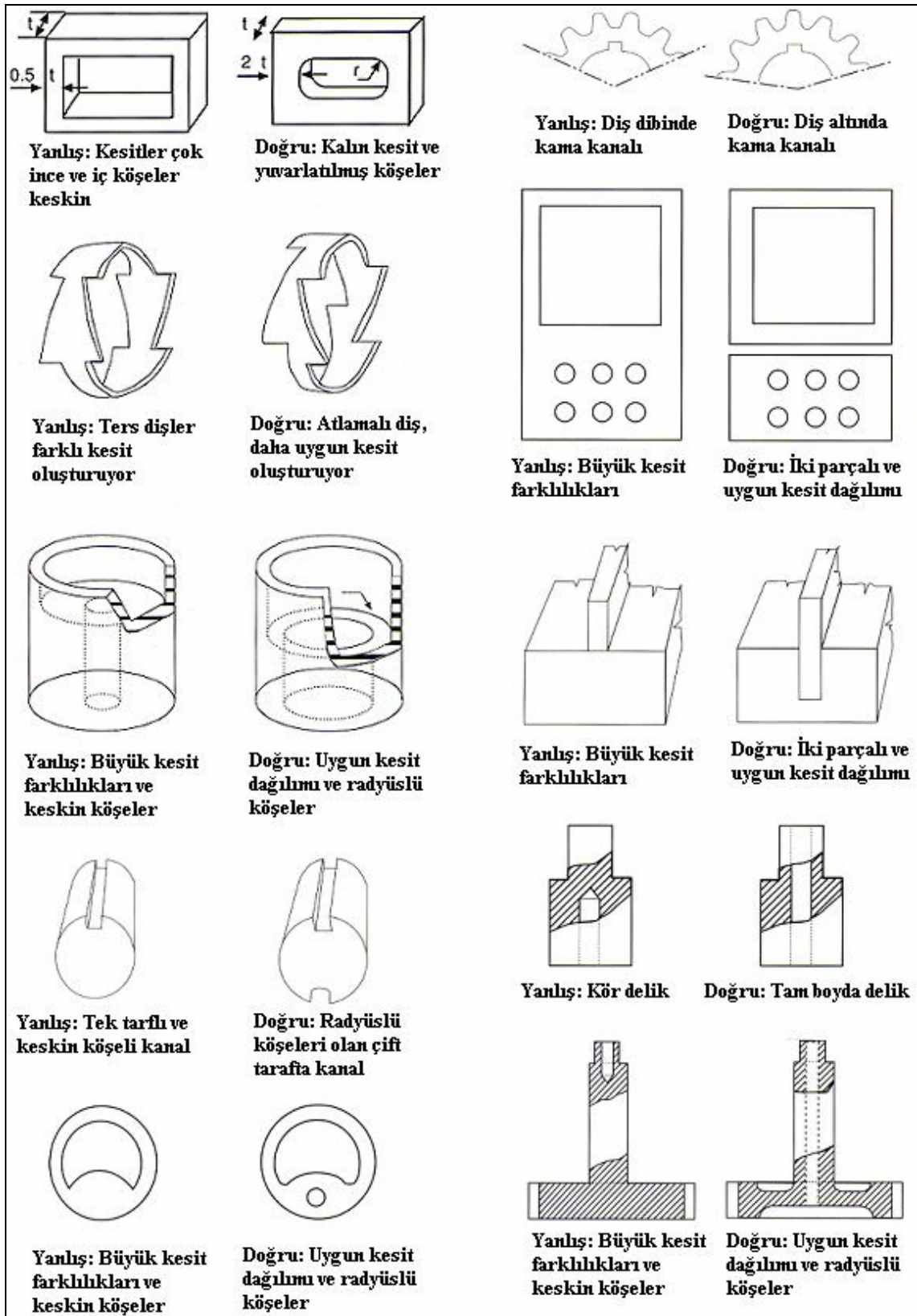
Kalıp ve takımların konstrüksiyonu ve tasarımı ekonomik olarak kullanılmalrı açısından çok önemlidir. Üretilcek parçadan başlayarak bir yanda parçanın geometrik şekli, diğer yanda mümkün olduğu kadar fazla sayıda üretime imkan veren uygun bir şekil ile kalıbın tasarımı yapılmalıdır.

Çok ideal biçimde işlenmiş, ısı işlem görmüş ve uygun bir takım çeliğinden yapılmış kalıp, eğer hatalı bir tasarım yapılırsa çok erkenden kırılabilir. Zaman kaybı ve maliyet için iyi bir tasarım ve ısı işlem şarttır. Sertleştirilmiş kalıplarda iç gerilmeler nedeni ile birçok önemli hatayla karşılaşılır. Kalıbın ısı işlemde aşırı ölçüsel değişikliğe uğramasını veya çatlamasını bazı tasarım değişiklikleri ile önlemek mümkündür.

İdeal şekil, ısı işlemde parçanın tüm kesit ve yüzeylerinde aynı hızda ısı veren veya ısı alan şekildir. Pratikte böyle bir şekil olanaklı değildir. Ancak, tasarımcının buna en yakın şekli yaratmaya çaba göstermesi gerekir. Uygun tasarım için büyük kesit farklılıklarından kaçınılmalıdır, olabildiğince basit ve simetrik şekil sağlanmalıdır ve keskin köşelerden kaçınılmalı, uygun radyus değerleri kullanılmalıdır.

Şekil 5.1.'de kalıp tasarımında uyulması gereken bazı temel kurallar doğru ve yanlış örneklemelerle görülmektedir.

Çok keskin köşeli veya çok ani kesit değişiklikleri özellikle periyodik yükler altında çentik etkisi yaparlar. Keskin çentikler, örneğin yazı veya işaret izleri, zımbalı şekiller, taşlama izleri veya silme izlerinin özellikler kritik durumları vardır. Bu gibi durumlardan, özellikle kesit değişimlerinin olduğu noktalarda sakınılmalıdır (Ganiyusufoğlu, 2005).



Şekil 5.1. Kalıp tasarımında uyulması gereken temel kurallar (Ganiyusufoğlu'ndan, 2005).

Çentiklerden etkilenme özelliği, malzemelerin sertliğinin artmasıyla artar. Ne kadar yüksek sertlik seçilirse, yüzeyi ve kenarları işlemede o kadar dikkatli olunması ve radyusların mümkün olduğunca büyük seçilmesi gereklidir. Kalıplar kullanılırken, şekilden dolayı çentik etkisinden tamamıyla kaçınılmaz. Ayrıca, yukarıda belirtildiği üzere ısı işlem sırasında yapısal dönüşümlerden ve takımın çekirdeği ile yüzeyi arasındaki sıcaklık farklılığından kaynaklanan ve deformasyona yol açan gerilmeler oluşur. Sıcaklık farklılıkları takımın şekline ve ölçüsüne bağlıdır. Takım veya kalıbı tasarlayan kişi mümkün olduğunca simetrik bir şekil çıkarmaya önem vermelidir.

Üretilen parçanın hacmi arttıkça, sıcaklık farkı yüzünden kalıpta bir alt parça oluşturmanın uygun olup olmadığı incelenmelidir. Bu konstrüksiyon tasarımı, öncelikle aşınan veya hasar gören tek parçaların değiştirilme avantajını ortaya çıkarır. Isıl işlem sırasında takımın içindeki ince kesitli yerlerde daha hızlı soğumadan dolayı östenitten martenzite dönüşüm kalın kesitli yerlere göre daha hızlıdır. Bu gibi durumlarda iç yapıda hasar olup olmayacağı da hesaba katılmalıdır (Ganiyusufoğlu, 2005).

5.2 Kalıplar İçin Talaşlı İmalat

Kalıp üretiminin en önemli aşaması talaşlı imalattır. Kalıp maliyetleri üzerine yapılan çalışmalar, kalıp üretim maliyetinin en az yarısının talaşlı işlemden kaynaklandığını göstermektedir. Kalıp karmaşıklıkça, talaşlı imalat giderek daha da önemli hale gelirken, işlenen malzemenin yani takım çeliğinin de işlenebilirlik özelliği önem kazanır (Ganiyusufoğlu, 2005).

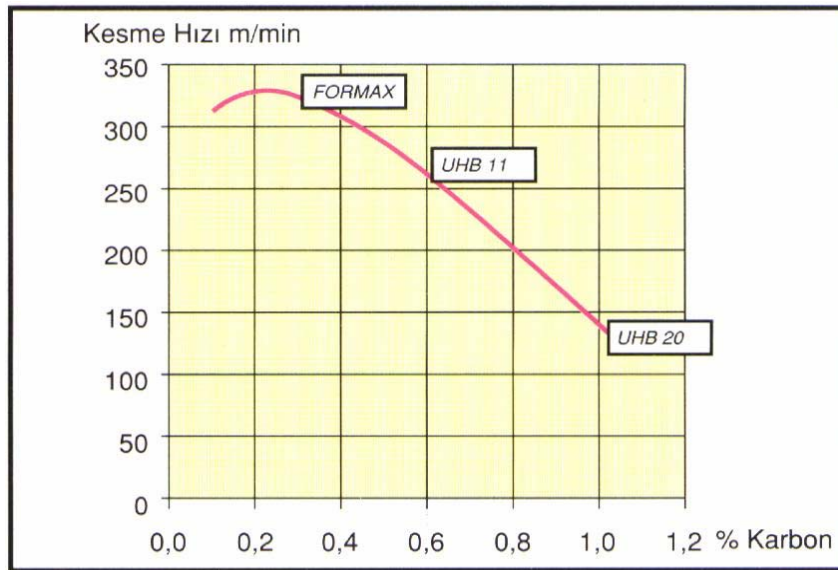
Yüksek tokluk ve yüksek parlatılabilirlik özelliği istenen yeni takım çelikleri geliştirilirken, bu çeliklerin aşırı temiz iç yapısı nedeniyle işlenebilirlikleri de düşmektedir. Bu nedenle, kalıbın tasarımına başlanmadan önce, kullanılacak takım çeliği için malzeme kalitesi ve işlenebilirlik arasındaki optimum noktayı yakalamak çok önemlidir. İşlenebilirlik, verilen malzemenin kesme takımları ile işlenmesi sırasında

göstermiş olduğu dirençle ters orantılıdır. Takım çeliklerinde işlenebilirliği etkileyen ana faktörler:

- Çeliğin kimyasal kompozisyonu;
- Mikroyapı;
- Malzeme içerisindeki kalıntıların miktarı ve
- Malzeme içerisinde arta kalan gerilmelerdir.

Kimyasal kompozisyonun işlenebilirlik üzerinde çok büyük etkisi vardır ve genel bir kural olarak, bir çeliğin alaşım oranı yükseldikçe, kesici takımlar ile işlenebilirlik azalır.

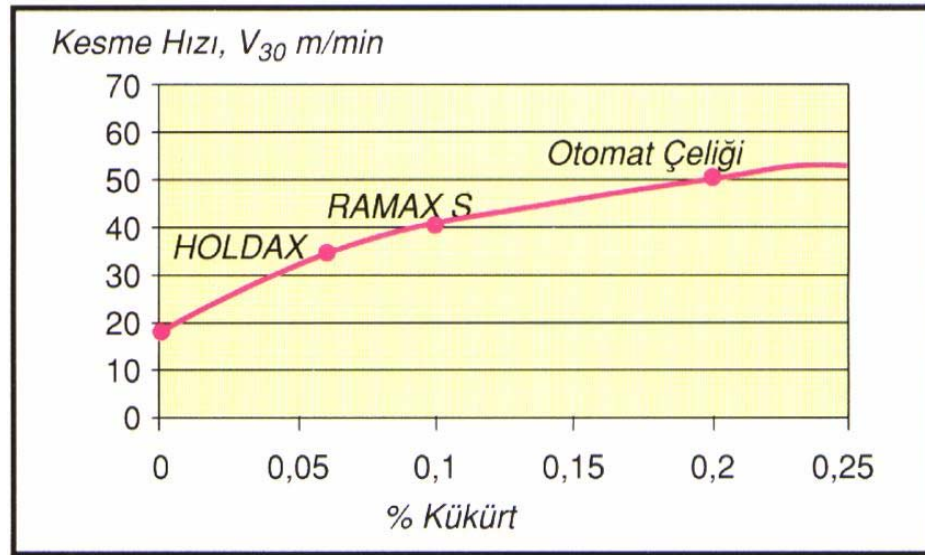
Şekil 5.2.'de karbon içeriğine bağlı olarak, üç farklı takım çeliğinde, kesici takım ömrünü gerçekleyebilmek için yani takımın veya kesici uçların üreticiler tarafından tavsiye edilen ömürlerine uygun kullanım sağlayabilmek için uyulması gereken kesme hızları “m/dak” cinsinden verilmiştir. Görüldüğü gibi, çeliğin içinde bulunan karbon oranı yükseldikçe işlenebilirlik ve ömür için çok düşük kesme hızlarına inilmesi gerekmektedir (Ganiyusufoglu, 2005).



Şekil 5.2. Takım ömrünün karbon içeriğine göre değişimi (Ganiyusufoglu'ndan, 2005).

Öte yandan, şekil 5.3.'te görüldüğü üzere; çelik içindeki kükürt miktarının artışı, daha yüksek kesme hızlarına çıkılmasına olanak sağlamaktadır. Bunun nedeni, kükürdün çelik içerisinde Sülfür (MnS) olarak bulunmasıdır. Çelik içindeki MnS, yumuşak bir öge olup kısa talaş oluşumunu destekler ve kesici köşelerde yağlayıcı etkide bulunarak aşınmayı yavaşlatır.

Şekilde, kükürt içeriğine bağlı olarak, HSS (High Speed Steel) takım ile tornalama sırasında ulaşılabilecek kesme hızları gösterilmiştir (Ganiyusufoğlu, 2005).



Şekil 5.3. Takım ömrünün kükürt içeriğine göre değişimi (Ganiyusufoğlu'ndan, 2005).

Kalıpların talaşlı işlenmesinde, ülkemizde HSS (yüksek hız çelikleri) ve karbür uçlu takımlar son derece yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, sermet, seramik, kübik bor nitrid vb. takımlar da giderek artan bir uygulama alanı bulmaktadır.

Gelişen tezgah teknolojileri ve tutucu dizaynları ile işlenebilirliği zor takım çeliklerinin kullanımı; yüksek hassasiyette işleme ve sert malzeme işleme daha olanaklı hale gelmektedir ve bu olanaklar giderek daha yüksek oranda değerlendirilmektedir.

Takımlar ve kalıp işleme yöntemleri arasında tornalama, frezeleme, planyalama ve taşlama genel olanlardır. Kesme işleminin şekillendirme yöntemleri arasında ise elektro erozyon ve soğuk baskı oldukça sık kullanılmaktadır (Ganiyusufoğlu, 2005).

5.2.1 Elektro erozyon - electro discharge machining - ile işleme

Bu metot, bir elektrottan ark etkisiyle çıkan kıvılcımın, işlenecek olan parçanın yüzeyindeki metali yakarak uzaklaştırmasıdır. Uzaklaştırma, elektrotun şekline göre olur. Elektro Erozyonun (EDM) avantajı, çok miktarda aynı şekil verilecek takımlarda veya sertleştirilmiş malzemelerden üretilecek kalıplarda ortaya çıkar. Bununla birlikte elektro erozyon, diğer talaş kaldırma yöntemlerine göre oldukça ekonomiktir.

Elektro erozyonun olumsuz etkisi parça yüzeyinde ortaya çıkar. Yüzeyin 30~50 mikron altına kadar inebilen yanmış tabakada oluşan mikro çatlaklar ve boşluklar parçanın mukavemetinin azalmasına; kalıbın veya takımın, öngörülen süreden çok daha kısa zamanda kırılmasına yol açabilir. Akım yoğunluğu ve dielektrik ortam, yüzeydeki gerilmelere ve yani sertleşen tabakanın derinliğine doğrudan etki eder. Yüzeydeki gerilmeler, malzemenin orijinal meneviş sıcaklığının 30°C altında yapılan bir bitirme işlemi ile azaltılabilir.

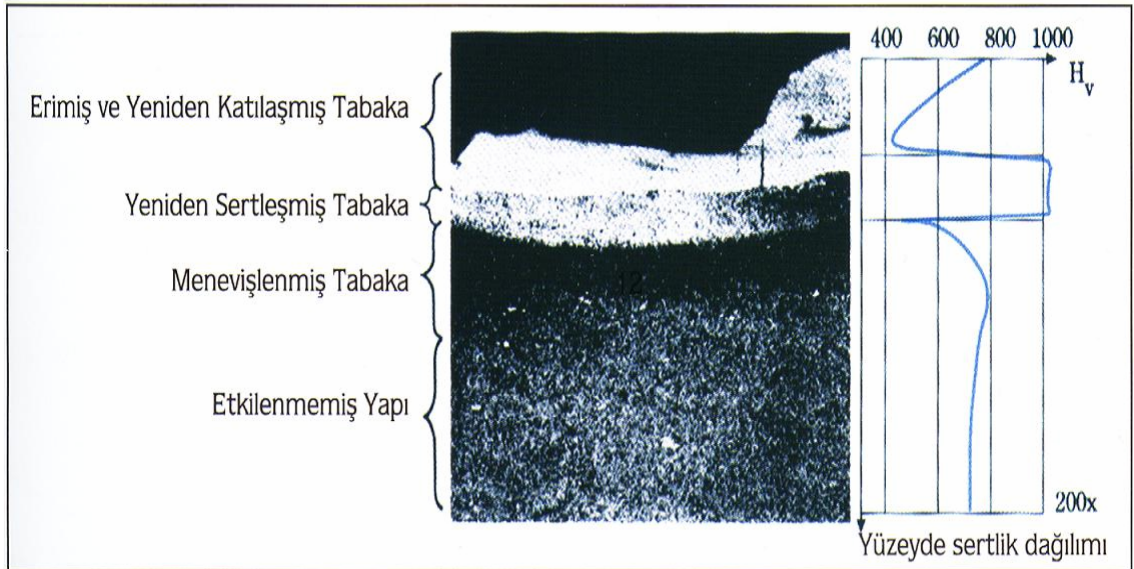
EDM ile işleme yada EDM teknolojisi bugün kalıpcılık alanında son derece popüler bir modern talaş kaldırma yöntemi haline gelmiştir. Bunun birçok sebebi vardır. EDM, çok sert malzemeleri ve kompleks geometrileri oldukça yüksek hassasiyetle işleyebilir. Ayrıca, CAD ve otomasyon için çok uyumludur. EDM ile işleme teknikleri: dalma erozyon, tel erozyon ve EDM frezesidir.

Dalma erozyon ve tel erozyon ülkemizde son derece yaygın kullanılan işleme teknikleridir. Plastik kalıpcılığında dalma erozyonunun, kesme kalıpcılığında ise tel erozyonunun çok çeşitli uygulama alanları bulunmaktadır (Ganiyusufoğlu, 2005).

EDM frezesi, aslında çok koordinatlı dalma erozyonu tezgahlarının geliştirilmiş halidir. Bu yöntemde istenen parça şekli, silindirik elektrotun belirlenmiş bir yolu takip etmesiyle oluşturulur. Bu işlemin normal frezeden farkı ise kesici uç yerine silindirik bir elektrot kullanılmasıdır. EDM frezesi ile kompleks elektrotlar kullanılmadığından para ve zamandan tasarruf sağlanır (Ganiyusufoğlu, 2005).

5.2.1.1 Dalma erozyon

Şekil 5.4.'te görüldüğü üzere; ister dalma ister, tel erozyonla yapılan işleme sonrasında çelik yüzeyinde etkilenmiş bir bölge oluşur ve bölgede mikroçatlaklar meydana gelir. Kalıp çalışmaya başladığında yada erozyon sonrası ısıtılma işlemine girdiğinde oluşan gerilmeler, bu çatlakların ilerlemesine ve kalıbın hasar görmesine neden olabilir (Ganiyusufoğlu, 2005).



Dalma erozyondan etkilenmiş yüzeyin kesiti, 57 HRC'ye sertleştirilmiş çelikte.

Şekil 5.4. Dalma erozyon sonucu oluşan yüzeyin kesiti (Ganiyusufoğlu'ndan, 2005).

Bu çatlakların ilerlemesini kolaylaştıran bir başka oluşum ise erozyon sonrası yüzeyde meydana gelen çok sert tabaka ve hemen onun altında oluşan çok yumuşak tabakadır. Bu bölgenin derinliği yada yüzey pürüzlülüğü, öncelikle uygulanan akıma, daha sonra da impuls zamanına bağlıdır.

EDM işlemini hızlandırmak için malzemenin büyük kısmı yüksek akım uygulanarak işlenir. Daha sonra, bitirici işlemler, yüzey kalitesini sağlamak için ve ilk işlemde kalan ısı gerilmelerin olduğu bölgenin büyük kısmını ortadan kaldırmak için küçük akımlar kullanılarak yapılır. Ancak, bu uygulama etkilenmiş bölgeyi ortadan kaldırmaz, sadece derinliğini azaltır. Etkilenmiş bölgeyi ortadan kaldırmak için, öncelikle mekanik temizleme, yani bir parlatma yapılması tavsiye edilir. Ancak, kalıp şekli özellikle kenarlarda ve iç yüzeylerde buna her zaman izin vermez. Bu nedenle, özellikle sertleştirilmiş çeliklerde, erozyon sonrası son meneviş sıcaklığının 20-25 °C altında uygulanan bir meneviş tavı ile sertleşmiş ve menevişlenmiş tabakaların etkilerinden arınmak mümkün olur (Ganiyusufoğlu, 2005).

5.2.1.2 Tel erozyon

Sertleştirilmiş çelik kütüklerden karmaşık şekilli parçaların kesilmesinde tel erozyon büyük kolaylıklar sağlar. Kesme kalıpcılığında, maça ve kalıpların çıkarılmasında sık kullanılan bir yöntemdir.

Tel erozyonla sertleştirilmiş kütüklerin kesilmesinde özellikle birkaç önemli noktaya dikkat edilmelidir. Bunlardan birincisi; sertleştirildikten sonra düşük sıcaklıklarda menevişlenmiş kütüklerin tel erozyon ile kesilmesi sırasında çatlak oluşumu ve şekil değişimi riski olmasıdır. Bu risk nedeniyle özellikle 50 mm'den daha kalın kütüklerin EDM ile kesilmesinde yüksek sıcaklık menevişi uygulanmış kütükler tercih edilmelidir. 1.2080, 1.2842, Sverker 3 ve Calmax gibi yüksek meneviş direnci olmayan çelikler tel erozyon ile kesilecekse mümkün mertebe tercih edilmemelilerdir. Bunların yerine Sverker 21 veya Vanadis 4 gibi çelikler kullanılabilir

Tel erozyonda bu riski azaltmak için kütüklerde çeşitli delikler açılması ve bu deliklerin birleştirilmesi suretiyle asıl kesimin ortaya çıkarılması, yani asıl istenen parçaya birkaç kesim sonrasında ulaşılması yöntemi uygulanabilir. Bir diğer yöntem ise tel erozyon sonrası gerilim giderme menevişi uygulanmasıdır.

Tel erozyonla kesilen parçaların önemli kısmı basmaya çalışan zımbalar veya maçalardır. Bu parçaların kesilmesinde, su yönü diye tabir edilen haddeleme yönünün dikkate alınması gereklidir. Zımbalar mutlaka hadde yönüne paralel doğrultudan çıkarılmalıdır. Aksi halde çeliklerin tokluğu düşük olacağından kırılmalarla karşılaşılır. Toz metalürjik çeliklerde bu hadde yönü sorunu yoktur (Ganiyusufoğlu, 2005).

5.2.2 Takım çeliklerinde kaynak işlemi

Çeliğin kaynaklanabilirliği karbon eşdeğerine bağlı olup, basitçe %0,2'den fazla C içeren çeliklerin kaynaklanabilirliği zayıftır denebilir.

Kalıp üretiminde kullanılan takım çeliklerinin ise hemen hemen tamamı %0,2'den fazla karbon ihtiva ederler ve dolayısıyla kaynak edilebilirlikleri oldukça düşük yada kaynakları oldukça zordur.

Takım çeliklerinin karbonun yanı sıra içerdikleri diğer alaşım elementleri çeliğin sertleşebilirliğini artırmakta ve kaynak sırasında ısınan bölgeler yumuşarken, soğuma evresinde bazı bölgeler sertleşmektedir. Böylece kaynaklı bir parçada yumuşaktan serte doğru bir sertlik değişimi görülür. Bu gerilmeli durum çoğu zaman parçaların çatlamasına neden olur. Ancak, son yıllarda kaynak yöntemlerindeki, kaynak elektrot ve tellerindeki gelişmeler ve takım çeliklerinin tasarımı sırasında kaynak edilebilirliği yüksek çeliklerin düşünülmesi sayesinde kaynak konusunda önemli mesafe kat edilmiştir (Ganiyusufoğlu, 2005).

Günümüzde, kalıplar üzerinde kaynak kullanımı giderek yaygınlaşan ve sonuçları itibarıyla olumlu gelişmeler içeren bir uygulamadır. Kalıplarda kaynak uygulamaları aşağıdaki nedenlerden dolayı gerekebilir:

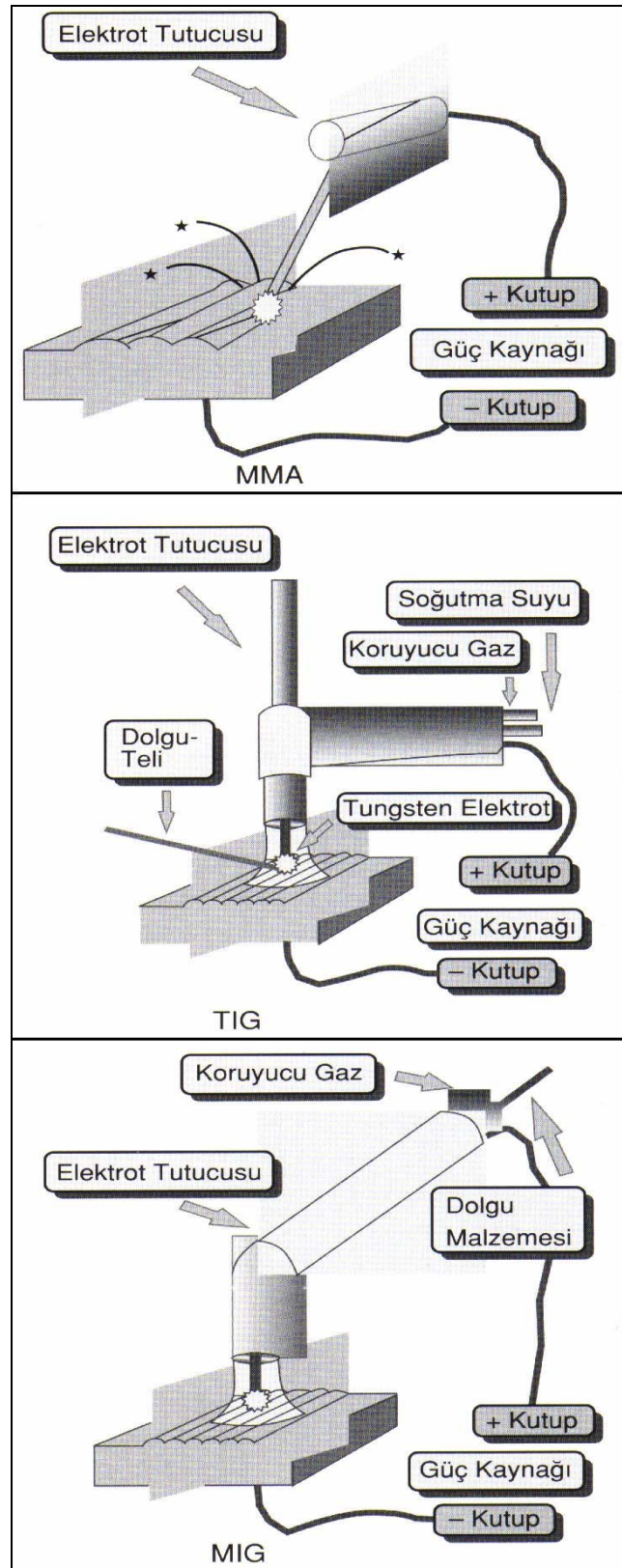
- Tasarımda değişiklik talepleri,
- Çatlayan yada aşınan kalıpların onarımı,
- Dökülen yada aşınan kenarların yenilenmesi,
- Kesici kenarların yada boşluk yüzeylerinin sert dolgu ile doldurulması,
- Kalıpların işlenmesinde meydana gelen hataların düzeltilmesi.

Kalıp bakım ve tamiri amaçlı bu kaynak uygulamalarında en yaygın kullanılan yöntemler aşağıda sıralanmıştır:

- Metal ark kaynağı (elektrot kaynağı), MMA (manuel metal arc welding), SMAW (shielded metal arc welding)
- Gaz altı kaynağı: GTAW (gas tungsten arc welding), TIG (tungsten inert gas), GMAW (gas metal-arc welding), MIG (metal inert gas)

Elektrot kaynağı genellikle kaba işlerde ve dolgularda tercih edilir. Hızlı bir kaynak yöntemi olmakla birlikte cürufun kaynak sırasında oluşması nedeniyle her bir paso sonrası temizlik gerektirir. Kalıpcılıkta giderek yaygınlaşan TIG yöntemi ise, tel kalınlığının küçüklüğü nedeniyle ince işlerde tercih edilir. Yavaş olmakla birlikte son derece temiz bir kaynak dikişi elde edilir.

Şekil 5.5.'te yukarıda bahsedilen kaynak yöntemlerinden bazıları için uygulama amaçlı şematik resimler görülmektedir (Ganiyusufoğlu, 2005).



Şekil 5.5. MMA, TIG ve MIG ile kaynak yöntemlerinin şematik gösterimi (Ganiyusufoğlu'ndan, 2005).

5.2.2.1 Kaynak öncesi hazırlıklar

Kaynaklanması tasarlanan bölgenin etrafı, kalıp yüzeyi ve birleşme yüzeyinin tamamı temizlenmeli; kaynak dikişi hasarsız bölgeye ulaşmaya kadar indirilmelidir. Çatlaklar ortadan kaldırılmalıdır. Kaynak dikiş gibi yuvarlaklaştırılmalı ve birleşme yüzeyinin bir kenarı dikeyle en az 30° açık yapacak şekilde olmalıdır.

Kaynaklamaya başlamadan önce taşlanmış bölgeler, tüm hataların giderildiğinden emin olmak için sıvı penetrasyon yöntemiyle test edilmelidir. Ayrıca ısıl gerilmeleri önlemek için kaynaktan önce kalıbın tümü ön ısıtılmalıdır.

Kaynak, eğer soğuk durumdaki bir takım ile yapılırsa, kaynak dolgusu ve kalıptaki ısı etkileşim bölgesi çok hızlı soğuyacaktır. Martenzite dönüşüm ve katılma sırasında oluşan gerilmeler ısı etkileşim bölgesinde yada dolguda çatlaklara yol açabilir. Bu yüzden sertleştirilebilir bir çelik için ön ısıtma sıcaklığı çeliğin cinsine göre martenzite dönüşüm başlangıç sıcaklığından 50 ~ 100°C fazla olmalıdır.

Sertleştirilmiş ve menevişlenmiş bir çelik için, normalde, ön ısıtma sıcaklığı sertlik kaybına uğramamak için menevişleme sıcaklığından daha fazla olmamalıdır. Bazı durumlarda, takım eğer düşük sıcaklıkta menevişlenmişse, takımın sertliğini düşürmeden, martenzit dönüşüm başlangıç sıcaklığının üzerindeki bir sıcaklıkta ön ısıtma yapmak mümkün değildir. Bu yüzden sertlikteki az bir miktar azalma kabul edilmek zorundadır.

Ön ısıtmanın, kalıbın üzeri iyi yalıtılmak koşuluyla, sıcak yüzey (hot plate) üzerinde yapılması en uygun yöntemdir. Böylece sıcaklık, kaynak sırasında sabit tutulabilir. Alevle bölgesel ön ısıtma tavsiye edilmez. Çünkü kalıbın bozulmasına veya çatlamasına neden olabilir (Ganiyusfoğlu, 2005).

5.2.2.2 Kaynağın uygulanması:

Tabana atılan ilk tabaka pasolar küçük çaplı elektrotla ve düşük ısı girdisi ile kalıp metalini çok fazla etkilemeden yapılmalıdır. Bu yapıldıktan sonra, geriye kalan aşamalar daha büyük çaplı elektrotla ve daha büyük ısı girdisi ile yapılabilir. Son aşamalar kalıp yüzeyini geçecek şekilde bir katman oluşturmalıdır. Küçük çaplı kaynaklar bile en azından iki tabakalı olmalıdır. Büyük hasarların tamiratında, büyük kaynak dikişlerinin dibini yumuşak, kalanını sert dolgu malzemesi ile doldurmak kaynak sonrasında gerilimleri azaltacağı için tercih edilmelidir. Geniş yüzeylerin veya uzun kaynak dikişlerinin kaynağında ise olabildiğince ince ve kısa pasolarla çalışmak uygun olup, çaprazlama yöntemiyle dikişler üzerine tatbik edilerek olabildiğince homojen bir sıcaklık dağılımı yaratılmalıdır (Ganiyusufoğlu, 2005).

5.2.2.3 Gerilim giderme / menevişleme:

Kaynak işlemi, kalıbı ısı etkisi altında bırakan bir yöntemdir. Bu ısıya, kalıbın farklı bölgeleri farklı biçimde maruz kalır. Bu da kaynak öncesi ister sertleştirilmiş, ister yumuşak tavlı kalıp çeliğinin mikro yapısını etkileyecek ve değiştirecektir. Kaynak sonrası yapılacak bir ısı işlemi ile kalıp çeliğinin eski mikroyapısını geri kazanmak mümkündür. Sertleştirilmiş bir kalıpta bu işlem, tek menevişleme olup, son meneviş sıcaklığının 15 ~ 20 °C altında yapılmalıdır. Eğer kaynak öncesi kalıp sulu değil ise uygun bir sıcaklık ve süre tespiti ile kalıba yumuşak tavlama işlemi uygulanmalıdır (Ganiyusufoğlu, 2005).

5.2.3 Takım çeliklerinin taşlanması

Taşlama diski, üzerinde binlerce kesici nokta bulunan bir ölçüsel hassasiyet artırma akımıdır. Bağlayıcı maddeden oluşan bir matrisin içinde bulunan ve gözeneklerle birbirinden ayrılmış aşındırıcı parçacıklardan oluşur. Bu aşındırıcı parçacıklar, kesici noktalar olarak görev yaparken, bağlayıcı madde de tanelerin bir arada durmasını,

gözenekler ise soğutucunun diskin içerisine nüfuz etmesini ve oluşan talaşın atılmasını sağlar.

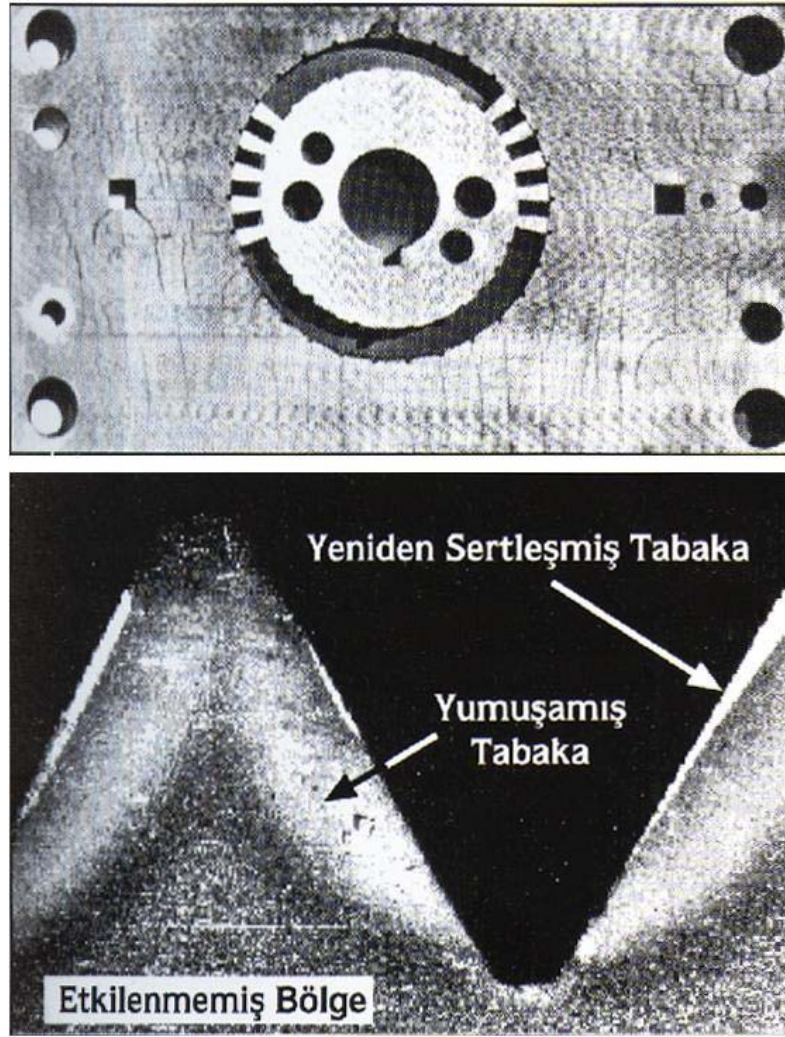
Takım çeliklerinin taşlanması dikkat isteyen bir işlem olmakla beraber doğru taş seçimi ve taş hızı çok önemli etkenlerdir. Taşlama yaparken şunlara dikkat edilmelidir:

- Taşlanacak bölgeyi titreşimden korumak,
- Mümkün olduğunca taş seçimi tablolarında belirtilen taş cinslerini kullanmak,
- Bol soğutucu kullanmak,
- Taşlamadan sonra gerilim giderme menevişi yapmak,
- Taşlamadan sonra keskin köşeleri ortadan kaldırmak,
- Taşlama çatlamasını ve yüzey yanmalarını engellemek için taşlama esnasında aşırı basınç uygulamamak,
- Menevişlenmemiş malzemeyi taşlamamak,
- Malzeme cinsine, ısıl işlem görüp görmemesine ve yapılacak taşlama işleminin türüne göre uygun taş seçimini yapmak,
- İyi bilenmiş, salgısız ve dengeli taş kullanmak (Ganiyusufoğlu, 2005).

5.2.3.1 Taşlama çatlakları

Taşlama esnasında yanlış taş seçimi, soğutucunun yeterince verilememesi, pasonun büyüklüğü, yüksek basınç vb. nedenlerden ötürü, taşlanan yüzeyde yanma, yumuşama ve çatlama ortaya çıkabilir. Taşlama çatlakları, taşlama yönüne dik yönde ortaya çıkar ve bu özelliğinden dolayı kolayca ayırt edilirler

Şekil 5.6.'da bir kalıpta taşlama yönüne dik çatlaklar ve bir dişlide taşlama sırasında ortaya çıkan ısının yüzeyde yarattığı tahribat görülmektedir (Ganiyusufoğlu, 2005).



Şekil 5.6. Taşlama çatlaklarının oluşumu (Ganiyusufoğlu'ndan, 2005).

5.2.4 Kalıp çeliklerinin parlatılması

Kalıp çeliklerinde takımdan beklenen en önemli özelliklerden birisi iyi parlatılabilirliktir. Bu işlem için en iyi tekniğin ve ekipmanların kullanılması ve deneyimli bir kişi tarafından yapılması gerekir. Buna bağlı olarak aşağıdaki prosedüre uymak kalıp imalatçısının yararınadır.

- İyi kaliteli bir kalıp çeliği seçilmesi ön şarttır. Çeliğin yapısı ne kadar temiz olursa, o oranda iyi parlatılabilir (Ganiyusufoğlu, 2005).

- Çelik üreticisi tarafından tavsiye edilen parlatma yöntemi uygulanmalıdır.
- Bütün parlatma kademelerinde mutlaka yüzey temizliği sağlanmalıdır. Önceki parlatma kademesindeki aşındırıcı partiküller diğer parlatma kademesine taşınmamalıdır.
- Mekanik parlatma cihazı kullanılırken aşırı basınçtan kaçınılmalıdır (Ganiyusufoğlu, 2005).

5.2.4.1 Portakal kabuğu etkisi

Kalıp çeliklerinin parlatılması sırasında karşılaşılan en önemli sorun portakal kabuğu etkisidir. Daha çok, aşırı parlatma (uzun parlatma süreleri) yada parlatma sırasında aşırı basınç uygulanması sonucu ortaya çıkan bu durumla karşılaşıldığında; portakal kabuğu gibi pürüzlü hal alan bölge öncelikli olarak yüzeyden uzaklaştırılmalı ve kalıp çeliği son meneviş sıcaklığının 25 °C altında bir sıcaklıkta menevişe tabi tutulduktan sonra yeniden parlatılmalıdır (Koçak, 2006).

6. SOĞUK İŞ TAKIM ÇELİKLERİ

6.1 Giriş

Genel olarak, 200 °C'nin altındaki tüm metal seramik, refrakter ve ahşap malzemelerin şekillendirilmesinde kullanılmak üzere tasarlanan çeliklere, soğuk iş takım çelikleri denir.

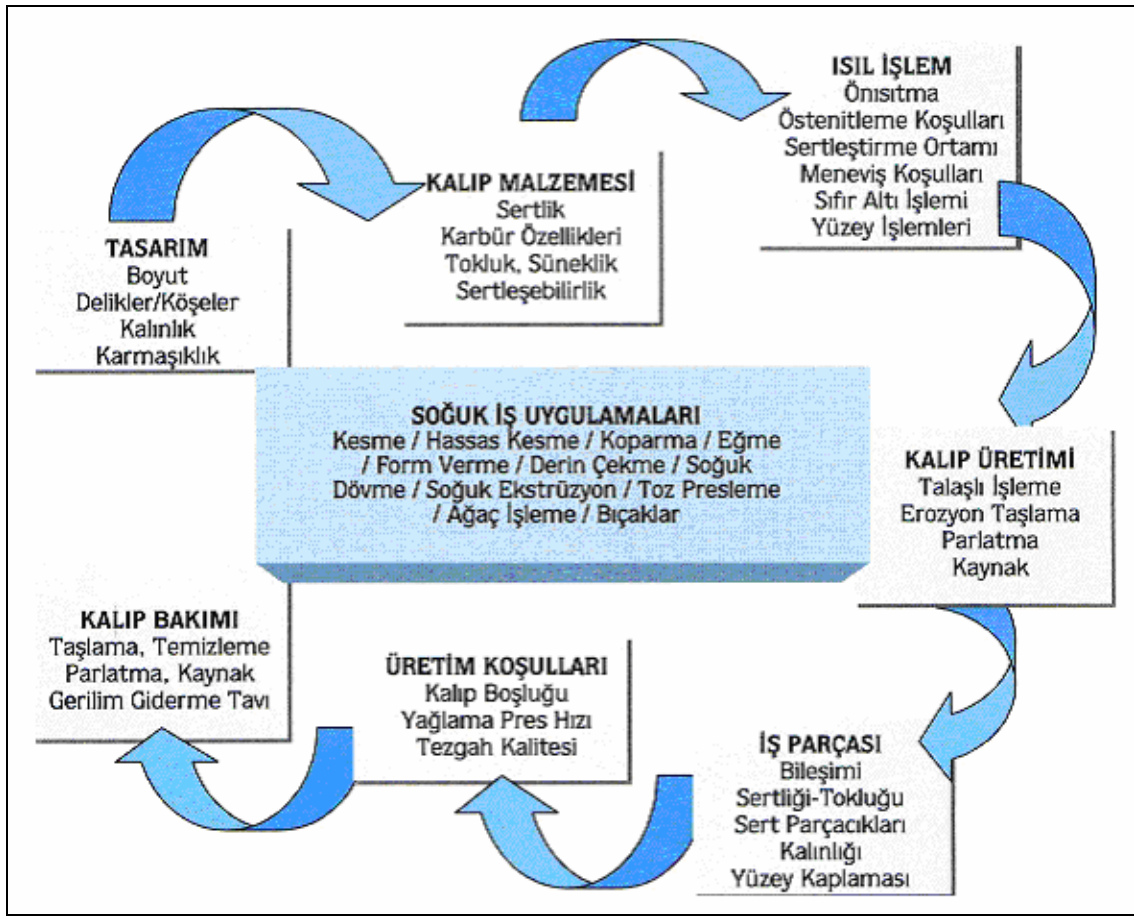
Soğuk iş çeliklerinde esas olarak aşağıdaki özelliklerin yüksek olması gereklidir:

- İyi işlenebilirlik,
- Isıl işlemde şekil değiştirmelerin çok az olması,
- Yüksek aşınma dayanımı,
- Yeterli tokluk ve basma mukavemeti,
- Yüksek süneklik.

Soğuk olarak çalışan uygulamalarda yüksek sıcaklıklara dayanım gerekmediğinden, soğuk iş takım çelikleri çok iyi aşınma dayanımı ve tokluğu sağlayacak şekilde alaşımlandırılırlar. Soğuk iş çeliklerinde sertleştirme yöntemine göre üç grup vardır.

- Havada sertleşenler,
- Yüksek karbonlu ve kromlu çelikler,
- Yağda sertleşen çelikler.

Bu çeliklerden imal edilen kalıplardan elde edilecek performans (ürünün kalitesi ve kalıbın ömrü) sadece kalıpta kullanılan çeliğe bağlı değildir. Şekil 6.1.'de kalıp tasarımından başlayarak kalıp performansını etkileyen tüm faktörler gösterilmiştir (Ganiyusufoğlu, 2005).



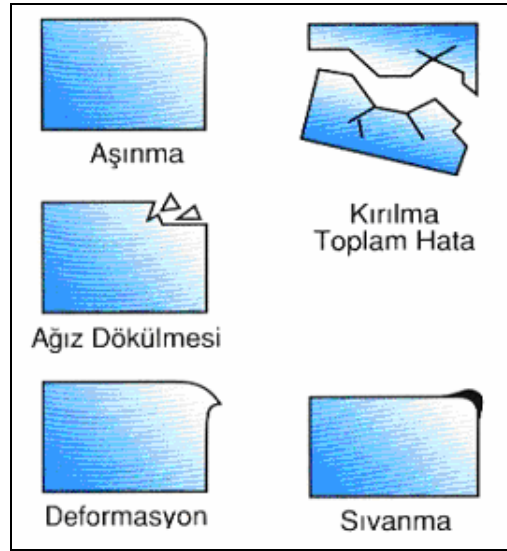
Şekil 6.1. Kalıp performansını etkileyen faktörler (Ganiyusufoğlu'ndan, 2005).

6.2 Soğuk İş Uygulamalarında Hasar Mekanizmaları

Soğuk iş takım çeliklerinin kullanıldığı uygulamalarda temel olarak 5 farklı hata mekanizması vardır. Bunlar:

- Aşınma (abrasif ve adhesif aşınma),
- Ağız dökülmesi (atma),
- Plastik deformasyon (çökme),
- Kırılma,
- Sıvanmadır.

Bu mekanizmalardan biri baskın olmak üzere birkaçı veya tamamı aynı kalıpta görülebilir. Önemli olan kalıbın ömrünü belirleyen mekanizmayı saptamak ve buna karşı önlem almaktır. Şekil 6.2.'de soğuk iş takımlarında oluşan hasar mekanizmaları görülmektedir (Ganiyusufoglu, 2005).



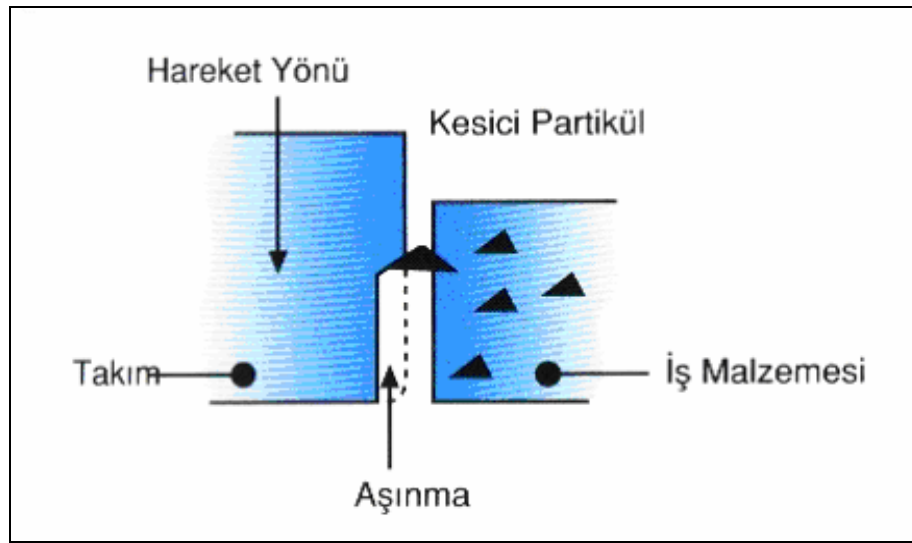
Şekil 6.2. Soğuk iş takımlarında hasar mekanizmaları (Ganiyusufoglu'ndan, 2005).

6.2.1 Abrasif aşınma

Sert olan parçanın yumuşak olan parçayı çizmesi olarak tanımlanabilecek abrasif aşınma, kesilen, form verilen iş parçasının kendi sertliği yada içerdiği sert parçacıklar aracılığı ile takımı aşındırmasıdır. Aşınmanın engellenmesi için takım çeliğinin bünyesinde daha sert parçacıklar (karbürler vb.) bulunmalıdır. Aşağıda, bu aşınma türüne engel olmak için kalıp çeliğinde arana özellikler sıralanmıştır:

- Mikroyapıda yüksek sertlik,
- Yüksek karbür miktarı,
- Sert karbür,
- İri karbür.

Şekil 6.3.'te abrasif aşınma şematik olarak görülmektedir. Abrasif aşınma silisli saclar yada Ck70 gibi orta ve yüksek karbonlu sertleştirilmiş çelikler, soğuk haddelenmiş saclar, sert malzemeler ve ahşap ile çalışırken ortaya çıkar (Ganiyusufoğlu, 2005).



Şekil 6.3. Abrasif aşınmanın şematik gösterimi (Ganiyusufoğlu'ndan, 2005).

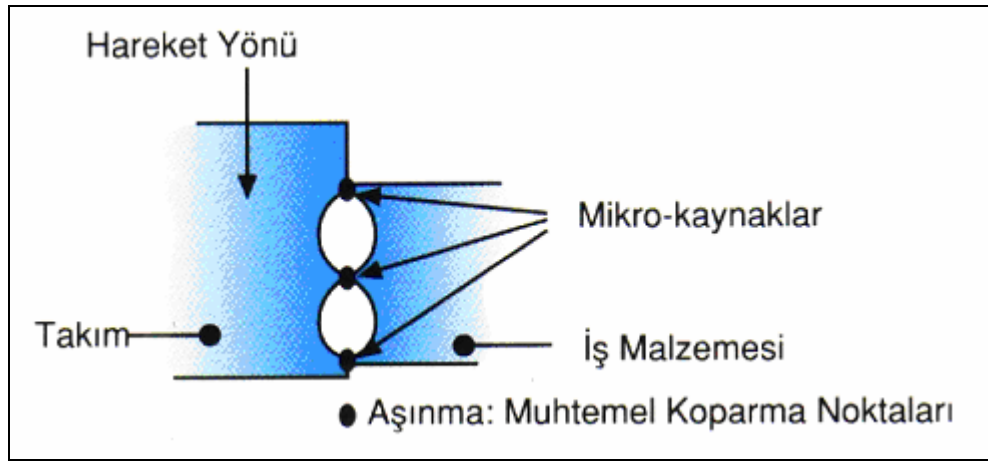
6.2.2 Adhesif (sıvanmalı) aşınma

Bu hasar mekanizması ise yumuşak olanın sert olanı aşındırması ile ortaya çıkar. Takım ile iş parçasının (örneğin kesilen sacın) temas yüzeyinde son derece büyük baskı kuvvetleri ve buna bağlı olarak da sıcaklık artışı ortaya çıkar.

Temas anındaki bu koşullar takım-iş parçası temas yüzeyinde Şekil 6.4.'de görüldüğü üzere anlık mikro kaynaklar meydana gelir. Bu kaynaklar, bir an sonra, uygulanan kesme kuvveti ile kopar gider. Buradaki önemli nokta, bu kaynakların koparken, takımdan da bir parçayı beraberinde götürmesidir. Bu durumu engellemek için takım çeliklerinde aşağıdaki özellikler beklenir (Ganiyusufoğlu, 2005).

- Yüksek sertlik ve yüzey sertliği,
- Düşük sürtünme katsayısı,
- Yüksek süneklik ve tokluk.

Bu tür aşınmaya tipik olarak paslanmaz çelikler, yumuşak çelikler, bakır ve alüminyum gibi yumuşak malzemelerle çalışılırken rastlanır.



Şekil 6.4. Adhesif (sıvanmalı) aşınmanın şematik gösterimi (Ganiyusufoğlu'ndan, 2005).

Adhesif aşınma, özellikler derin çekme, soğuk dövme, haddeme ve kesme işlemleri sırasında ortaya çıkmaktadır (Ganiyusufoğlu, 2005).

6.2.3 Karışık aşınma

Genelde abrasif ve adhesif aşınma tipi uygulamalarda birlikte ortaya çıkar. Ancak, birinin daha belirleyici olduğuna çok sık rastlanır. Kimi zaman ise, örneğin sertleştirilmiş paslanmaz çeliğin kesilmesinde, aşınmayı engellemek için her iki aşınma için de önlem alınmalıdır (Ganiyusufoğlu, 2005).

6.2.4 Ağız dökülmesi

Kullanım sırasında atma olarak karşımıza çıkan ve aslında düşük çevrimli yorulma olan ağız dökülmesi, kalıbın/takımın çalışan kenarında oluşan mikro çatlakların kısa sürede büyüyerek ve esas olarak birbirleriyle birleşerek kesici köşeden parça kopmasına neden olmaktadır. Ağız dökülmesinin önüne ancak sünekliği ve tokluğu yüksek takım çeliği kullanılarak geçilebilir (Ganiyusufoğlu, 2005).

6.2.5 Sıvanma

Sıvanma, yumuşak, adhesif metallerin kesilmesinde ve derin çekilmesinde karşılaşılan yapışma problemidir. Kalıbın yada takımın kesici köşesine yapışan ve burada üstü üste yığılarak biriken iş parçasından parçacıklar, basınç altında ezilerek sertleşir ve kesici köşenin işlevini üstlenerek kesmeyi gerçekleştirir. Ancak, köşedeki bu yığın bir süre sonra koparak hem kesici köşeden parçalar koparır hem de kalıpta çizilmeye yol açar. Bunu engellemek için:

- Yüksek sertliğini artırmak,
- Sürtünme katsayısını düşürmek,
- Tok çelik kullanmak gereklidir (Ganiyusufoğlu, 2005).

6.2.6 Plastik deformasyon

Kullanım sırasında çökme, ağız dönmesi olarak karşımıza çıkan plastik deformasyon aslında, kullanılan kalıp malzemesinin bu uygulamada yeterli akma dayanımına sahip olmadığı anlamına gelmektedir. Çökmenin önüne geçebilmek için yüksek sertlik ve yüksek akma dayanımına sahip takım çeliği kullanmak gereklidir (Ganiyusufoğlu, 2005).

6.2.7 Kırılma

Tasarım aşamasından başlayarak kullanım ve üretim şartlarına kadar her adımda, kalıbın kırılmasına yol açabilecek hasarlar meydana getirmek olasıdır. Keskin köşeler, kalem izi bırakılmış işleme, taşlama hataları, ısıl işlem hataları, erozyon (EDM) hasarları, kaynak hataları, kullanımda bindirme, ayarsızlık vb...

Bunun dışında, kalıpta ağız dökülmesi, deformasyon, hatta aşınma ortaya çıktığında gerekli önlemlerin hemen devreye alınmaması ve hasarlı kalıpların çalıştırılması da kırılma oluşumuna yol açabilir. Bu tür hataları minimuma indirmek ancak bir ölçüde mümkündür; bunun için de uygun sertlikte ve yüksek tokluğa sahip çelik kullanılmalıdır (Ganiyusufoğlu, 2005).

6.3 Soğuk İş Takım Çeliklerindeki Gelişmeler – Toz Metalürjik Malzemeler

Gelişen teknoloji ile birlikte bilinen, klasik, geleneksel metalürjik (GM) çelikler yerini üstün vasıflı malzemelere bırakmaktadır. Çelik üreticileri, müşterilerinde gelen ihtiyaç ve talepler doğrultusunda, araştırma geliştirme (AR-GE) laboratuvarlarında yeni nesil çelikler geliştirmektedirler. Toz metalürjisi ile üretilmiş bu malzemelere toz metalürjik (TM) çelikler adı verilmektedir.

TM çelikler, bilinen soğuk iş uygulamalarının (kesme kalıpları, muhtelif zımbalar vb.) tümünde GM çeliklere göre çok daha yüksek verim ve performansa ulaşmaktadırlar. Soğuk iş takım çelikleri söz konusu olduğunda, hem aşınma direncini hem de tokluğu bir arada artırmak çok önemlidir. Toz metalürjik çelikler bu yöndeki avantajlarıyla öne çıkmaktadırlar. Bu avantajlar:

- Çok sert ve küçük karbürlere sahip mikroyapı,
- Homojen karbür dağılımı ve

- Çok ince tane yapısıdır.

Yukarıdaki özellikler beraberinde, çok iyi aşınma direnci, çok yüksek tokluk ve süneklik getirmektedir. Bunun sonucunda da TM malzemeler GM malzemelere kıyasla çatlama ve dökülme riski olmaksızın 2~3 HRC daha yüksek sertliklerde kullanılabilirler. GM ve TM çeliklerin mikroyapıları karşılaştırıldığında TM malzemelerin iç yapılarında; homojen, küçük taneli karbür dağılımının olması nedeniyle kesici köşelerde hem aşınma hem de atma olasılığı çok daha azdır.

Abrasif ve adhesif aşınma söz konusu olduğunda da TM çeliklerin en ideal malzeme oldukları rahatlıkla söylenebilir. TM malzemelerin bir diğer avantajı ise yüksek tokluktur. Tokluk farkı yaklaşık 6~8 kat daha fazladır. Üstelik, TM malzemelerin farklı doğrultularında tokluk özellikleri birbirine çok yakındır (%10 ~ %30 fark bulunur).

Oysa ki geleneksel malzemelerde “hadde yönü” diye tabir edilen boyuna özellikler ile enine özellikler arasındaki tokluk açısından neredeyse %100 fark bulunmaktadır. Bu nedenle GM malzemeler kullanıldığında kalıbın çalışma doğrultusu ile çeliğin hadde yönü (su yönü de denilmektedir) mutlaka aynı seçilmelidir.

Toz metalürjik malzemeler öncelikle karmaşık şekilli, zor koşullarda çalışan uygulamalarda kullanılır; ayrıca yüksek ömür ve yüksek ürün kalitesi beklenen kalıplarda, bu malzemeler, birim ürün başına maliyetleri düşürdükleri için sıklıkla tercih edilmektedirler.

Genel olarak, yüksek aşınma direncinin ve basma dayanımının istendiği (sertleştirilmiş ince çeliklerin kesilmesi, silisli saclar vb. gibi) uygulamalarda, yüksek tokluk istenen ve sıvanma problemleriyle karşılaşılan uygulamalarda (paslanmaz çelik kesme vb.) ve karmaşık aşınma mekanizmalarının devrede olduğu uygulamalarda hem tokluk hem de aşınma dayanımının birlikte istendiği koşullarda TM çelikler tercih

edilmelidir. Ayrıca, günümüzde, TM malzemelerin sıcak iş takım çelikleri yerine kullanılan uygulamaları da oldukça yaygındır. Şekil 6.5.'de toz metalürjik çeliklerin üretim aşamalarındaki durumu görülmektedir (Koçak, 2006).



Şekil 6.5. Toz Metalürjik çeliklerin üretim aşamaları (Koçak'tan, 2006).

6.4 Soğuk İş Takım Çeliklerinin Seçimi

Soğuk İş Takım Çeliklerinin Seçiminde dikkat edilmesi gereken hususların başında, daha önce açıklanan hasar mekanizmalarından hangilerinin, seçim yapılacak uygulamada karşımıza çıkacağıın ön görülmesi gelmektedir. Bu öngörüye bağlı olarak, takım çeliği ile birlikte uygun ısıl işlemler ve yüzey işlemleri seçilerek bu hasar mekanizmasının devre dışı bırakılması amaçlanır.

Aşınma dışındaki tüm hasar biçimlerinin mutlak olarak önlenmesi söz konusudur. Ancak, aşınma, takım çalıştığı müddetçe az yada çok, ama mutlaka ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, diğer hasar tipleri (sıvanma, dökülme, çökme, kırılma vb.) yapılan seçimle engellenir ve ardından da bu koşullarda aşınmanın nasıl en az olacağı yani ömrün nasıl en uzun tutulacağına dair bir seçim yapılarak çelik seçimi tamamlanır (Koçak, 2006).

Üretilcek kalıbın yada takımın ömrü yani beklenen sipariş sayısı dikkate alınmadan da doğru çelik seçimi yapmak mümkün değildir. Bu nedenle, toplam ekonomi çerçevesinde düşünülmelidir.

Düşük ömür beklenen bir kalıp için yüksek performanslı bir çelik seçmeye gerek yoktur. Yüksek ömür beklenen bir kalıp için is mutlaka yüksek performanslı çelikler tercih edilmelidir. Önemli olanın üretilcek her bir parça başına düşen kalıp maliyeti olduğu asla unutulmamalıdır. Kalıp maliyetinin en fazla %10'unu çelik maliyetinin oluşturduğu düşünülürse, yüksek performanslı çelik kullanılmasının önemi ortaya çıkar.

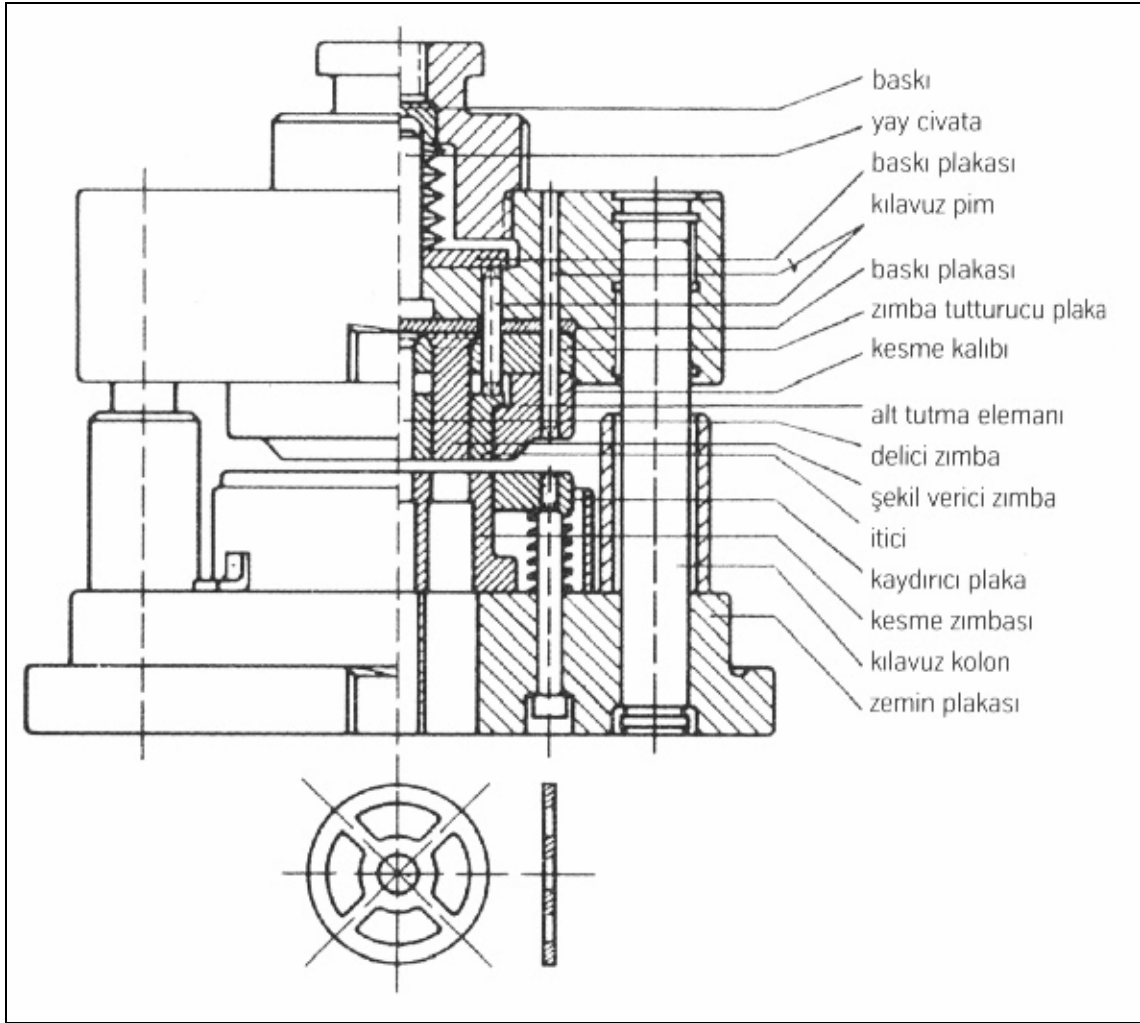
Bu aşamada, yapılan araştırmalar sonucunda, GM sıcak iş takım çelikleri yerine TM çeliklerin tercih edilmesi durumunda, maksimum ömür beklenen kalıplarda, parça başına maliyetin yaklaşık 20 kat daha az olduğu ortaya çıkmıştır (Koçak, 2006).

6.5 Soğuk İş Takım Çeliği Uygulamaları

6.5.1 Kesme kalıpları

Kesme kalıpları malzemeyi makaslama yolu ile keser. Kesme kenarları malzemeyi bir taraftan, bir tarafa ayırarak hareket eder. Bir kesme kalıbını tasarımı, üretilcek parça için gerekli hassasiyete, kesilecek parça adedine ve kesilecek malzemeye bağlıdır. Şekil 6.6.'da bir kesme kalıbı düzeneği görülmektedir.

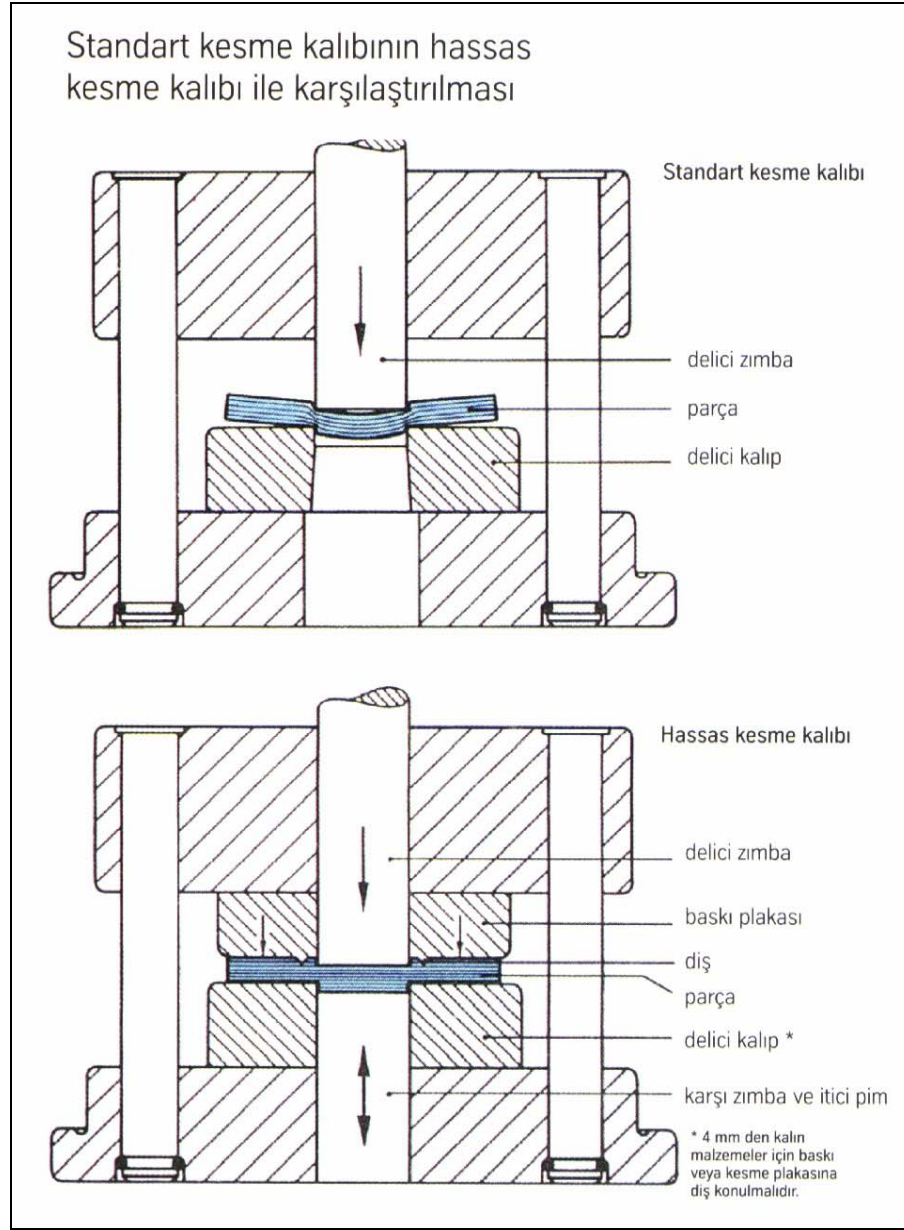
Kesme işlemi esnasında, levha kalınlığının sadece üçte biri kesilir. Geri kalan kalınlık, oluşan çekme gerilmeleri yüzünden kendiliğinden yırtılır. Kesme işlemi sonrasında, kesme ağızları arasında; levha kalınlığına, çelik cinsine ve mukavemetine bağlı olarak zamanla çapak oluşabilir. Bu çapak, kesme ağızlarının taşlanması veya yeniden işlenmesi ile giderilir (Koçak, 2006).



Şekil 6.6. Bir kesme kalıbının kesit resmi (Koçak'tan, 2006).

Hassas kesme kalıplarında, daha hassas biçimde kesilmiş ölçü tolerans aralığı düşük olan parçalar elde edilir. Kesici zımba ve kalıp arasındaki açıklıktan dolayı hassa kesme kalıplarında çok sağlam kılavuzlara ihtiyaç vardır.

Kesme sırasında, kesme açıklığında çekme gerilmeleri oluşturacak kalıp tasarımlarından her zaman kaçınılmalıdır. Hassas kesme kalıp parçaları dik açılı, düz kesme kenarlarına sahip olmalı ve yüzey pürüzlülüğü minimum seviyede olmalıdır. Şekil 6.7.'de standart kesme kalıbı ve hassas kesme kalıplarının şematik resimleri görülmektedir (Koçak, 2006).



Şekil 6.7. Hassas ve standart kesme kalıplarının karşılaştırılması (Koçak'tan, 2006).

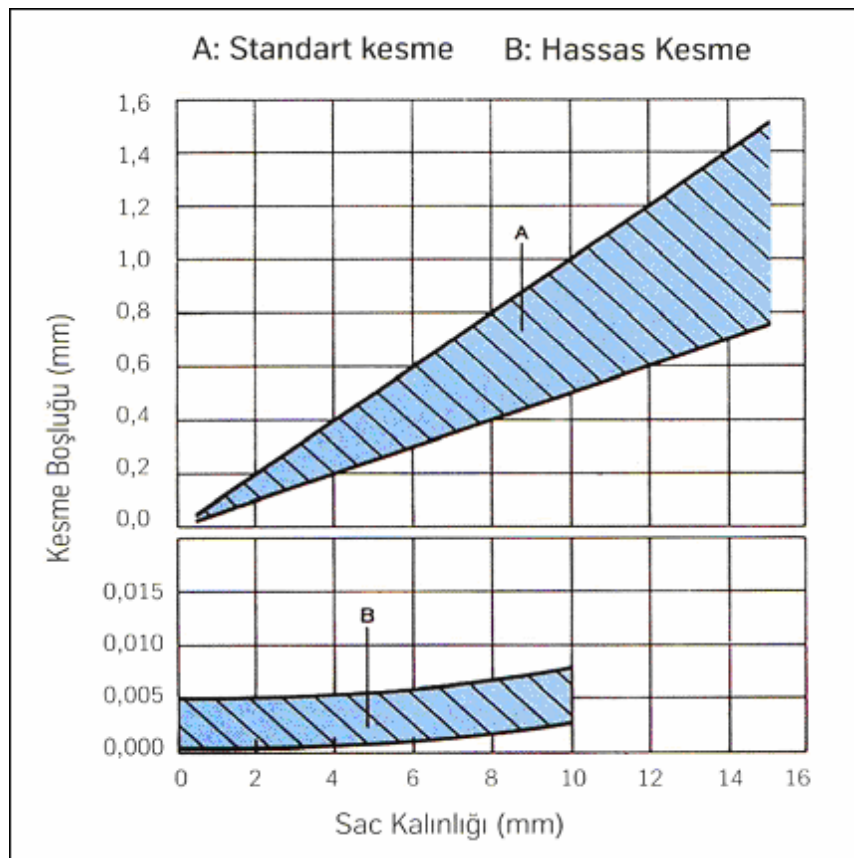
6.5.1.1 Kesme boşluğu

Kesilecek parçanın yığılmasını önlemek ve kesme sırasında sürtünmeyi düşük tutmak için sabit ağız, hareketli ağızın (zımbanın) yüzeyinden daha geniştir. Aradaki fark kesme boşluğu olarak bilinir. Kesme boşluğunun büyüklüğü; kesilecek levhanın

cinsine ve kalınlığına bağlıdır. Kesme boşluğu daraldıkça, kesilen yüzey daha düzgün olur.

Bununla birlikte çok küçük bir kesme boşluğu bırakılırsa, artan sürtünme ve yığılmadan dolayı kesme için gerekli güç artar. Bu durum, kesici kenarların erken aşınmasına veya kenarlarında ufak atmalara, ağız dökülmelerine neden olur. Çok geniş bir kesme boşluğu da faydalı değildir. Çünkü kesilecek malzeme yüksek gerilmelere yol açarak baskı plakasını zorlar ve kesici plakanın (sabit ağız) kırılmasına yol açabilir.

Şekil 6.8.'de kesme boşluğu ile levha kalınlığı arasındaki ilişki verilmiştir. Sertliği düşük malzemeler kesilirken kesme boşluğu olarak ilgili taraflı alanların alt limiti alınır. Yüksek mukavemetli ve sert malzemeleri keserken ise üst limit alınır (Koçak, 2006).



Şekil 6.8. Sac kalınlığına göre dişi ve erkek kesici arasındaki kesme boşluğu (Koçak'tan, 2006)

6.5.2 Makas bıçakları

Makas ile kesme, uzun kesitleri veya profilleri kesen süreksiz kesme ve döner makaslar veya mandrenli kesiciler ile yapılan sürekli kesme olarak iki şekilde uygulanır. İki karşılıklı kesici malzeme kenarı vasıtası ile metalik veya metalik olmayan malzemelerin hızla ayrılmasına dayanan talaşsız bir şekillendirme yöntemidir. Kesilen malzemenin sıcaklığına bağlı olarak makasla kesme soğuk olarak 200 °C'ye kadar, sıcak olarak ise 600 °C'nin üstüne kadar uygulanır. İki işlemin arasındaki sıcaklıklara yapılan kesme işlemleri de yarı sıcak kesme olarak bilinir.

Kesme bıçaklarının kenarlarının kırılmadan durabilmesi sıcaklığa, kalınlığa, mukavemete ve kesilecek malzemenin cinsine bağlıdır.

Kesme bıçaklarının en yüksek çalışma ömrünü sağlayabilmek için farklı analizlerdeki takım çelikleri özelliklerine göre kullanılır. Kesme bıçaklarında gerekli olan en önemli özellikler yüksek aşınma dayanımı ve yeterli tokluktur. Tavsiye edilen sertlik değeri ise kesilecek malzemeye, makasın şekline ve kesme şartlarına bağlıdır.

Makas bıçakları için kalıp açıklığını saptamada “kesme boşluğu” ile ilgili verilen diyagram aynı biçimde kullanılabilir. Kesme açıklığı ve kesme açısı; kesme düzlemini, kesme kuvvetinin büyüklüğünü ve sonuç olarak da bıçak kenarlarını zorlayan gerilmeleri etkiler.

Kesilen kenarların sürekli yüksek baskı kuvvetlerine maruz kalmasından dolayı, kesilen malzeme kesme işleminin sonuna doğru sertleşir ve bu durum zamanla bıçak ağızlarının dökülmesine veya çatlamasına yol açabilir. Bu durum gerilim giderme tavlama ve son meneviş sıcaklığının altında yapılan menevişleme ile giderilebilir (Koçak, 2006).

6.6 Soğuk İş Takım Çeliklerinde Performans/Fiyat Karşılaştırması

Çizelge 6.1.'de Türkiye'de satış temsilcilikleri bulunan Uddeholm Assab, Scholmz+Bickenbach (Thyssen) ve Böhler'in ürettiği soğuk iş takım çeliklerine ait kısa açıklamalar ve fiyatları (YTL/kg) cinsinden verilmiştir. Fiyatlar döviz cinsinden alınmıştır ve fiyatlara KDV dahil değildir.

Çizelge 6.1. Soğuk iş takım çelikleri

MALZEME	FİYAT (YTL/KG)	AÇIKLAMA
ARNE (Assab)	5,08	1.2842Ye göre daha yüksek aşınma direnci veren bir çelik olup kısa ve orta ömürlü soğuk iş kalıplarına uygundur.
ASSAB 79 PM (Assab)	12,88	Sverker 21 gibi 1.2379 kimyasal bileşimine sahiptir ve toz Metalurjik olarak üretildiği için tokluğu daha yüksektir.
ASSAB HSS 4-PM (Assab)	18,75	1.3344 yüksek hız çeliğinin toz Metalurjik olarak üretilmiş halidir. Daha yüksek tokluğa sahiptir.
CALMAX (Assab)	11,42	Yüksek tokluk ve iyi aşınma direnci ve alevle sertleşebilme özelliğine sahip özgün kimyasal bileşimli bir çeliktir.
CHIPPER (Assab)	18,70	Kalın sac delme ve kesme kalıplarında, kalın sac eğme, bükme ve sıvama gibi tokluk istenen yerlerde uygulanır.
SLEIPNER (Assab)	16,45	Genel kullanım amaçlı yeni nesil bir çeliktir. Kesme, hassas kesme, ayırma, koparma, form verme kalıplarında kullanılır.
SVERKER 21 (Assab)	11,07	Yüksek aşınma direnci, yüksek basma dayanımı, yüksek tokluk ve ısıtılma işlemde çok iyi boyutsal kararlılığa sahiptir.
SVERKER 3 (Assab)	11,07	Metal kesme ve koparma uygulamalarında, uzun ömürlü pres takımlarında, form verme takımlarında kullanılır.
VANADIS 4E (Assab)	74,03	Toz metalurjik (super clean) çelik. Yüksek ömür ve kaliteli üretim istenen tüm soğuk iş uygulamalarında kullanılabilir.
VANADIS 6 (Assab)	86,83	Toz metalurjik (super clean) çelik. Kalıptan uzun ömür ve kaliteli parça istenen soğuk iş uygulamalarında kullanılabilir.
VANADIS 10 (Assab)	114,75	Toz metalurjik (super clean) çelik. Tüm uzun ömürlü hassas ve kaba soğuk iş uygulamalarında kullanılır.
VANADIS 23 (Assab)	114,50	Toz met. çelik. Hassas kesme kalıpcılığında ve 1.3343, 1.3344 gibi HSS'lerin yerine +2 HRC sertlik ile uygulanabilir
VANADIS 30 (Assab)	97,03	Toz Metalurjik hız çeliği. Yüksek mencevi istenen kalıp uygulamaları, torna kalemleri ve freze çakıllarında kullanılır.
VANADIS 60 (Assab)	115,88	Yüksek Co'lu, sert metale yakın özellikler veren toz met. HSS olup, tüm kesme ve delme kalıplarında kullanılabilir.
Thyrodur 1730 (Thyssen)	2,55	Suda sertleştirilebilir, sert yüzeyli çeliktir. Kısa ömürlü soğuk iş uygulamalarında kullanılabilir.
Thyrodur 2379 (Thyssen)	10,67	Ledeburitik yapıya sahip yüksek aşınma dayanımına ve tokluğa sahip soğuk iş çeliğidir. Tüm soğuk iş uygulamalarında kullanılabilir.
Thyrodur 2990 (Thyssen)	15,91	64 HRC sertliğe çıkabilen yüksek basma mukavemetine sahip takım çeliğidir. Tüm soğuk iş uygulamalarında kullanılabilir.

Çizelge 6.1. Soğuk iş takım çelikleri (devam)

MALZEME	FİYAT (YTL/KG)	AÇIKLAMA
TSP 4 (Thyssen)	68,45	Yüksek tokluk ve aşınma dayanımı olan toz met. çelik. Kesici tak.larda; kesme, delme ve form verme kalıplarında kullanılır.
TSP 8 (Thyssen)	77,7	Toz metalurjik HSS. Kesme takımı ve kalıbı olarak kullanılır. Abrasif aşınmaya dirençlidir.
2080 K100 (Böhler)	5,75	Kısa ve orta ömürlü kesme, delme ve form verme kalıpların-da kullanılabilen takım çeliğidir.
2379 K110 (Böhler)	10,25	Yüksek aşınma direnci, basma dayanımı ve yüksek tokluğa sahiptir. Tüm soğuk iş uygulamalarında kullanılabilir.
2436 K107 (Böhler)	8,00	Yüksek karbon ve kromlu takım çeliğidir. Yüksek aşınma dayanımı ile kesme ve sıvama kalıplarında kullanılır.
2770 K630 (Böhler)	8,75	Yüksek sertlik ve tokluğa sahip takım çeliği. Geniş ölçülerde kesme, derin çekme ve bükme uygulamaları için uygundur.
K340 Isodur (Böhler)	23,25	Delme, kesme kalıplarında; eğme, bükme ve sıvama gibi tokluk ve aşınma direnci istenen uygulamalarda kullanılır.
K390 Microclean (Böhler)	103,75	Toz metalurjik takım çeliği. Tüm uzun ömürlü soğuk iş uygulamalarında yüksek Performans/fiyat ile kullanılır.

Çizelge 6.1. incelendiğinde toz metalurjisi ile üretilen çeliklerin, geleneksel yöntemlerle üretilen ve yıllardır kullanılan takım çeliklerine oranla çok daha pahalı olduğu görülmektedir. Yeni bir teknik olması nedeniyle toz metalurjisi ile çelik üretiminin pahalı olması ve elde edilen malzemelerin geleneksel çeliklere göre çok daha iyi sonuç vermeleri bu fiyat farkını ortaya çıkarmaktadır.

İster soğuk, isterse sıcak iş uygulamalarında, tasarım aşamasında düşünülmesi gereken en önemli nokta yapılacak işin niteliğidir. Örneğin 1000 adetlik parça imalatında kullanılacak kalıp için seçilen malzeme ile teoride sonsuz ömür istenen kalıp için seçilecek malzeme aynı olmamalıdır. İşin niteliği veya performans/fiyat kavramı burada devreye girmektedir.

Bir işin yapılması için daha az kaliteli bir takım çeliğinin seçilmesi sonucunda tamir ve yenileme masrafları dahil kullanılan malzeme için oluşan toplam maliyet ile pahalı ancak hasar görmeyen, yüksek kaliteli bir takım çeliğinin kullanılması ile oluşan ilk yatırım maliyetini birbirine oranladığımızda uzun ömür istenen uygulamalarda

pahalı malzemelerin kullanılması gerektiği açıkça ortaya çıkmaktadır.

Öte yandan, belirli sayıda üretim yapacak bir kalıp için, toz metalurjik veya yüksek mukavemet değerlerine sahip takım çelikleri gibi oldukça pahalı ve kaliteli malzemelerin seçiminden kaçınılmalıdır. Bunun yerine daha az kaliteli, ancak hasar görmeden istenen işin yapılmasını sağlayacak soğuk iş çeliklerinin kullanılmasına özen gösterilmeli; böylece, fiyat düşük olmasına karşın aynı performansın elde edilmesiyle, performans/fiyat oranı yükseltilerek maliyetin düşürülmesi sağlanmalıdır.

7. SICAK İŞ TAKIM ÇELİKLERİ

7.1 Giriş

Genel olarak, bir malzemeye 200 °C'nin üzerinde yapılan her türlü şekil verme işlemi sıcak şekillendirme olarak adlandırılır. Bu işlem için kullanılan takımların çok büyük bir kısmı çeliktir. Bu çeliklere de sıcak iş takım çelikleri adı verilir.

Sıcak iş takım çelikleri, genelde demir, demir dışı metaller ve alaşımlarının şekillendirilmesi için kullanılır. Bu çeliklerinin ortak özellikleri sıcaklığa karşı direnç göstermeleridir. Bu çeliklerin diğer özellikleri şunlardır:

- Yüksek sıcak akma mukavemeti,
- Yüksek sıcak sertlik,
- Yüksek meneviş direnci,
- Yüksek süneklik,
- Yüksek tokluk,
- Yüksek sertleştirilebilirlik (öze doğru),
- Yüksek basma mukavemeti,
- Yüksek sürünme mukavemeti,
- Düşük ısıl işlem katsayısı,
- Yüksek ısıl iletkenlik.

Sıcak iş uygulamalarını, aşağıdaki ana başlıklar altında toplamak mümkündür.

- Enjeksiyon döküm,
- Ekstrüzyon,
- Dövme (Ganiyusufoğlu, 2005).

Bu uygulamaların dışında, soğuk iş takım çeliklerinin kullanıldığı sıcak kesme, sıcak koparma, kokil döküm gibi çeşitli sıcak iş uygulamaları da mevcuttur.

Sıcak iş takım çelikler için gerekli özellikleri; silisyum, mangan, krom, nikel, molibden, tungsten, vanadyum ve kobalt gibi alaşım elementlerinin uygun biçimde dengelenmesi sağlamaktadır. İstenilen uygulamaya göre bu özellikler değiştirilebilir.

Sıcak iş uygulamalarında kullanılan çelikler, her bir uygulamaya özel bazı yükler ve zorlanmalar altında kalırlar. Çeliğin bu zorlanmalara karşı göstermiş olduğu dirençler, özel olarak önemlidir. Örneğin, metal enjeksiyon kalıpları söz konusu olduğunda, ısıl yorulma çatlaklarına ve gerilme çatlaklarına karşı direnç ile erozyon ve korozyon direnci, çeliğin kalitesini ve kullanıma uygunluğunu belirler.

Gelişen Pazar talepleri karşısında artan baskı sayıları ve üretim hızları, kalıp ömürlerinin de artırılmasını zorunlu kılmaktadır. Parça tasarımı açısından ise eğilim; büyüyen parça ölçüleri, azalan et kalınlıkları, daha da karmaşıklaşan şekiller ve daralan ölçü toleransları şeklindedir. Sonuçta, kalıp çeliğinden beklenen özellikler yani çeliğin kalitesi hızla artmaktadır (Ganiyusufoğlu, 2005).

7.2 Sıcak İş Uygulamalarında Hasar Mekanizmaları

Sıcak iş kalıplarının karşı karşıya kaldığı hasar mekanizmaları şunlardır:

- Isıl yorulma (heat checking),
- Gerilme çatlağı / kırılma (gros checking),
- Çökme (plastik deformasyon),
- Korozyon / erozyon,
- Oyukçuklanma (indentation) (Ganiyusufoğlu, 2005).

Bu hasar mekanizmaları kalıp çeliğine, kalıp çeliğinin ısı işleme, kalıp tasarımına, üretim koşullarına, kalıbın bakımına, kalıbın yüzey işlemlerine bağlı olarak kalıp ömrünü sınırlar.

Sıcak iş uygulamalarında en yüksek zorlanmalar altında çalışan kalıplar metal enjeksiyon (basınçlı döküm) kalıplarıdır. Bu nedenle, sıcak iş uygulamalarında hasar mekanizmaları açıklanırken metal enjeksiyon uygulamaları referans alınmıştır (Ganiyusufoglu, 2005).

7.2.1 Isıl yorulma ve gerilme çatlakları

Sıcak iş kalıbının yüzeyi iki nedenle büyük zorlanma altındadır. Kalıp sıcaklığının en yüksek olduğu bölge kalıp yüzeyi olduğu için ve kalıp yüzeyi ile kalıp çekirdeği arasındaki sıcaklık farkı (ΔT) bu bölgede yüksek olduğu için.

Bu zorlanmaların kalıp çekirdeği ve dolayısıyla kalıp ömrü açısından iki pratik sonucu vardır.

Bunlardan birincisi: kalıba sıcak metalin dolduğu baskı esnasında, kalıp yüzeyinde sıcaklık (T_s) arttıkça, kalıp çeliğinin sıcak mukavemetine bağlı olarak kalıp yüzeyinin de sertliğini yitirmesi yani kalıp yüzeyinin yumuşamasıdır. Malzemenin sertliğindeki düşüşü, çeliğin akma mukavemeti ile ifade etmek de mümkündür.

İkincisi ise kalıp yüzeyinin ısınması sonucu yüzeyde genişleme ve takip eden adımlarda da kalıbın büzölmeye çalışmasıdır. Bu durumda, kalıbın iç bölgeleri aynı oranda ısınmadığından kalıp yüzeyi genişemez ve büzölemez. Böylece kalıp yüzeyi ile çekirdeği arasında çekme ve basma gerilimi doğar. Bu gerilim, ısınarak mukavemetini yitiren kalıp çeliğinin akma mukavemetinden daha yüksek ise, kalıp yüzeyinde çatlaklar oluşmaya başlar (Ganiyusufoglu, 2005).

- Eğer, kalıp yüzeyindeki sıcaklık çok yükselmiş, yani kalıp çeliği yüzeyde sertliğini kaybetmiş, yumuşamış ise ortaya çıkan çatlaklar ağ biçiminde, kılcal çatlaklardır ve bu çatlaklar ısıl yorulma çatlakları (heat checking) olarak adlandırılır. Eğer, kalıp yüzeyi ile kalıp çekirdeği arasındaki sıcaklık farkı çok yüksek ise kalıp çeliğinin sertliği düşmemiş olsa bile ortaya çıkan gerilme çok yüksektir ve kalıp yüzeyinde derin çatlaklar meydana gelir. Bu çatlaklar ise gerilme çatlakları (gros checking) olarak adlandırılır ve kalıbın boydan boya kırılmasına kadar bu çatlaklar ilerler (Ganiyusufoglu, 2005).

Sonuç olarak ısıl yorulmayı önlemek için sıcak akma mukavemeti ve sünekliği yüksek çelik tercih edilmelidir. Isıl yorulmayı engelleyici ve kalıp ömrünü uzatıcı tedbirler şöyledir:

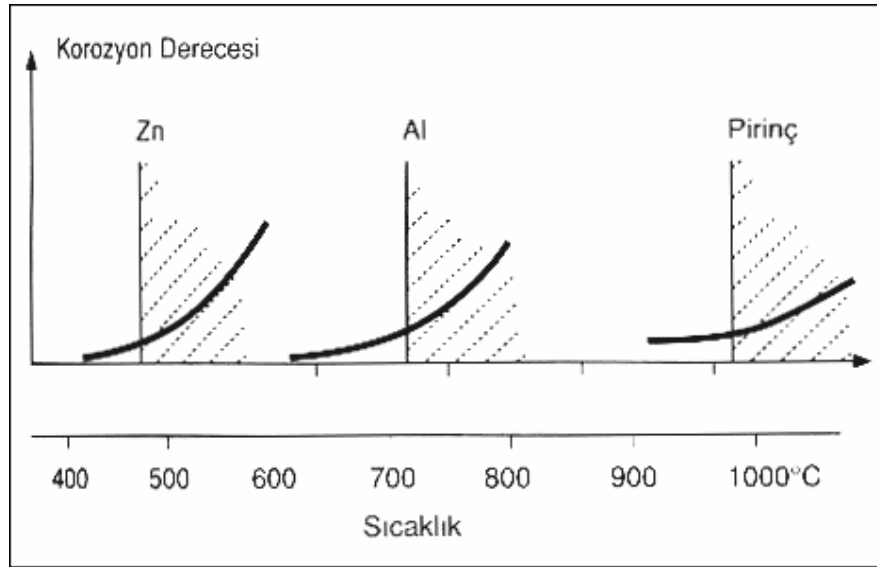
- Kalıpta ön ısıtma: mutlaka uygulanmalı, yağ ile ısıtma tercih edilmeli, önerilen sıcaklıklara uyulmalı, soğutma hızı optimize edilmeli, soğutma kanallarının yeri yüzeyden 25 mm uzaklıkta olmalı,
- Yüzey soğutma: mutlaka uygulanmalı, süresi ve sıklığı optimize edilmeli,
- Döküm sıcaklığı ve süresi: mümkün olduğunca düşük tutulmalı,
- Kalıp tasarımı: keskin köşeler, delikler, geçme parçalar değerlendirilmeli,
- Yüzey özellikleri: çok kaba yüzeylerden kaçınılmalı,
- Nitrürleme: oksidasyon tercih edilmeli,
- Sıvı metal hızı: akış hızı mümkün mertebe düşük tutulmalı,
- Kalıbın rejime alınması: ilk 20 baskı düşük hızda gerçekleştirilmeli (Ganiyusufoglu, 2005).

7.2.2 Korozyon

Korozyon, kalıp malzemesi ile sıvı metalin reaksiyona girmesidir ve aşağıdaki değişkenlere bağlı olarak oluşur:

- Sıvı metalin sıcaklığı,
- Sıvı metalin kimyasal bileşimi,
- Kalıba uygulanan yüzey ısıl işlemi,
- Sıvı metalin ilerleme hızı / kalıp tasarımı.

Bu değişkenlerden özellikle sıvı metal sıcaklığı çok önemlidir. Alüminyum için 720 °C'den sonra korozyon üstel olarak şiddetlenir. Şekil 7.1.'de taralı bölgeler kesinlikle tavsiye edilmeyen döküm sıcaklıklarını göstermektedir. Oksidasyon, ıslatma açısını düşürdüğü için çelik ile sıvı metal temasını azaltmakta ve böylece korozyonu engellemektedir (Ganiyusufoğlu, 2005).



Şekil 7.1. Bazı metal ve alaşımlarda döküm sıcaklığı ile korozyon ilişkisi (Ganiyusufoğlu'ndan, 2005).

7.2.3 Çökme

Kalıp yüzeylerinde çökme biçiminde kendini gösteren plastik deformasyon esas olarak çok düşük sertlik nedeniyle oluşur. Sertliği yükseltmek, akma mukavemeti yüksek çelikle kullanmak suretiyle gerçekleştirilebilir (Ganiyusufoğlu, 2005).

7.2.4 Erozyon

Kalıp yüzeyinde sıcak aşınma anlamına gelen erozyon aşağıdaki değişkenlere bağlıdır;

- Kalıpta malzemesinin sıcak mukavemetine,
- Yüzey ısı işlemine,
- Sıvı metalin ilerleme hızına,
- Sıvı metalin sıcaklığına,
- Sıvı metalin kimyasal bileşimine,
- Kalıbın yağlanmasına.

Sıvı metal hızının 55 m/s'den büyük olması erozyonun şiddetlenmesine yol açmaktadır. Benzer şekilde, eriyiğin içerdiği Si ve Fe bileşikleri yani safsızlıklar ile Al alaşımlarında silisyumun 12,7'den fazla bulunması yine erozyon riskini artırmaktadır. Şekil 7.2.'de bir sıcak iş kalıp çeliği yüzeyinde oluşan erozyon ve korozyon hasarı görülmektedir (Ganiyusufoğlu, 2005).



Şekil 7.2. Sıcak iş kalıp çeliği yüzeyinde oluşan erozyon ve korozyon hasarı (Ganiyusufoğlu'ndan, 2005).

7.2.5 Oyukçuklanma

Malzemenin sıcak mukavemetinin ve meneviş direncinin belirleyici olduğu Oyukçuklanmada, pres basınca ve kapama basıncının yüksekliği önemlidir. Yüksek sıcaklıklarda malzemenin sertliğini kaybetmesinden kaynaklanan bu soruna karşı sıcak mukavemeti yüksek çeliklerin kullanılması tavsiye edilir (Ganiyusufoğlu, 2005).

7.3 Sıcak İş Uygulamaları

7.3.1 Basınçlı döküm

Basınçlı döküm (pressure die casting); kurşun, kalay, bakır, alüminyum, çinko, magnezyum gibi demirdışı metaller ve alaşımlarından yüksek boyutsal hassasiyette bitmiş parçaların en ekonomik ve seri biçimde üretilmesini sağlayan bir yöntemdir. Sıvı metalin basınç altında, sıcak iş çeliğinden yapılmış kalıba doldurulması ile yapılır. Beyaz eşya ve otomotiv gibi seri üretim parçalarının yoğun olarak kullanıldığı sektörler başta olmak üzere üretimdeki ağırlığı giderek artmakta olan bir metal biçimlendirme yöntemidir. Bu yöntemde, karmaşık yapıdaki basınçlı döküm kalıplarının yanı sıra daha basit yapıya sahip iki tür makine kullanılmaktadır. Bunlar: sıcak kamaralı makinalar ve soğuk kamaralı makinalardır.

Sıcak kamaralı makinalarda hem basınç kamarası hem de piston, sıvı metal içerisine yerleştirilmiştir ve sürekli yüksek sıcaklığa maruz kalmaktadırlar. Bu nedenle sıcak kamaralı makinalar; kuşun, kalay ve çinko gibi sadece düşük ergime noktalı metallerin dökümünde kullanılabilir (Koçak, 2006).

Soğuk kamaralı makinalarda, sıvı metalin bulunduğu fırın basınçlı döküm makinası ile bağlantılı değildir. Her dökümden önce sıvı metal daha önceden ısıtılmış kamaraya dökülür. Böylelikle, kamara yüksek sıcaklıktan daha az etkilenir, fakat aşırı aşınma meydana gelir. Kovan, basınç kamarasının döküm burcu ile bağlantısını sağlar. Sıvı

metal dağıtıcı vasıtası ile kalıp içine doğru yol alır. Kovan, döküm burcu ve dağıtıcı yüksek sıcaklıkta periyodik gerilmelere, yüksek sıcaklık ve hızla akan sıvı metalin sebep olduğu erozyona maruz kalırlar.

Basınçlı döküm kalıbı bir döküm kısmından bir de itici kısmından oluşur. Sıvı metal kalıp içinde oldukça kısa sürede katılaştır. Bu nedenle kalıp çeliği olarak kullanılan sıcak iş çeliğinin; sıcaklıktaki ani değişikliklere dayanımı, yüksek sıcaklık tokluğu, sıcak aşınma dayanımı, yüksek sıcaklıkta yapışma eğiliminin azlığı, taneler arası korozyona dayanımı ve ısıl iletkenlik özelliğinin yüksek olması gerekmektedir. Şekil 7.3.'te basınçlı döküm metodu, sıcak kamaralı metal enjeksiyon metodu ve soğuk kamaralı metal enjeksiyon metodu şematik olarak görülmektedir.

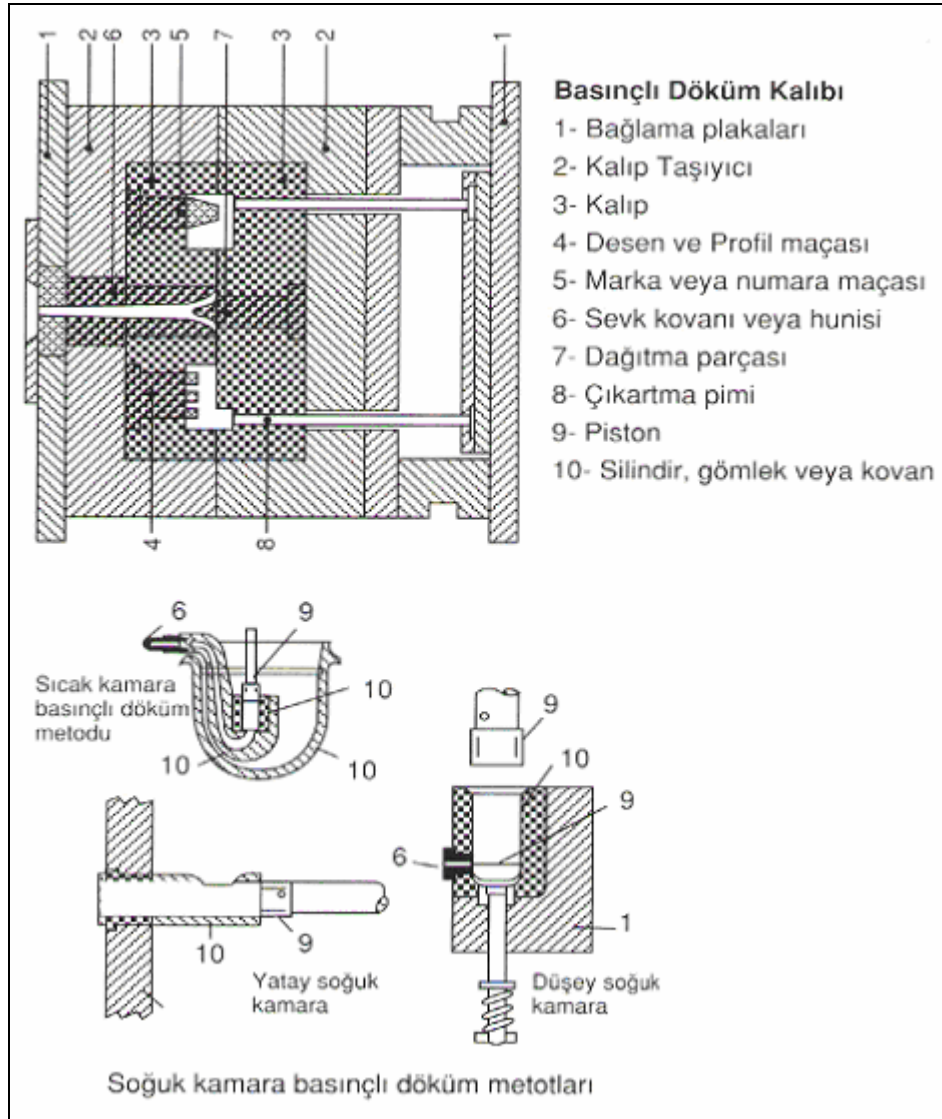
Kalıbın soğuyabilmesi için kalıpta çeşitli çaplarda soğutma delikleri vardır. Basınçlı döküm ile üretilen parçalardaki boşluklar kalıp maçaları ile yapılır. Maçalar, her tarafından sıvı metal ile sarılırken, yüksek sıcaklığa ve ani sıcaklık değişikliklerine maruz kalırlar.

Basınçlı döküm kalıplarındaki iticiler, işlemin hızını artırır. Sıcak metal ile temas ettiklerinden ve basınçtan ötürü ısınır ve gerilim yüklenirler. Bu nedenle iticiler, sıcak iş takım çeliklerinden yapılırlar. İtici yüzeylerin aşınma dayanımını artırmak için sertleştirmeden sonra nitrasyon yapılması gereklidir.

Çok pahalı kalıpların çalışma ömürlerinin uzun olması için yollukların yerleşiminin olduğu kadar, kalıbın uygun yerleşimi ve doğru tasarımı da şarttır. Katılma sırasında kalıba gelen ısı, soğutma ile uzaklaştırılmalıdır. Soğutma suyu delikleri, parçanın boşluğu etrafındaki tüm alanda düzgün bir ısı dağılımı sağlayacak şekilde dağıtılmalıdır (Koçak, 2006).

Basınçlı döküm kalıpları kullanılmadan önce dikkatlice ön ısıtılmalıdır. Ön ısıtma; ısıtma sargıları, kızılötesi radyatörler veya yakıtla ısıtma yapan araçlarla homojen

biçimde uygulanmalıdır. Ön ısıtma, özellikle döküm işleminin başlangıcında ısı gerilmeleri azaltır. Çalışmaya ara verildikten sonra kalıbın aşırı soğuması engellenmeli ve kalıp sıcak ortamda bekletilmelidir (Koçak, 2006).



Şekil 7.3. Basınçlı döküm uygulamaları (Ganiyusufoğlu'ndan, 2005).

Alüminyum ve alaşımları için kalıp ön ısıtma sıcaklığının 250 ~ 300°C, bakır ve alaşımları için 300 ~ 350°C ve çelik için 300 ~ 350°C olması tavsiye edilmektedir (Koçak, 2006).

7.3.2 Metal ekstrüzyonu

Ekstrüzyon işlemi demir ve demir dışı metallerin kesilmeden şekillendirilmesinde yaygın olarak kullanılan ekonomik bir yöntemidir. Metal Ekstrüzyonu, karmaşık şekilli ve ince kesitli uzun ürünlerin üretiminde, özellikler inşaat sektörüne yönelik yapı elemanlarının üretilmesinde büyük üstünlük sağlamaktadır.

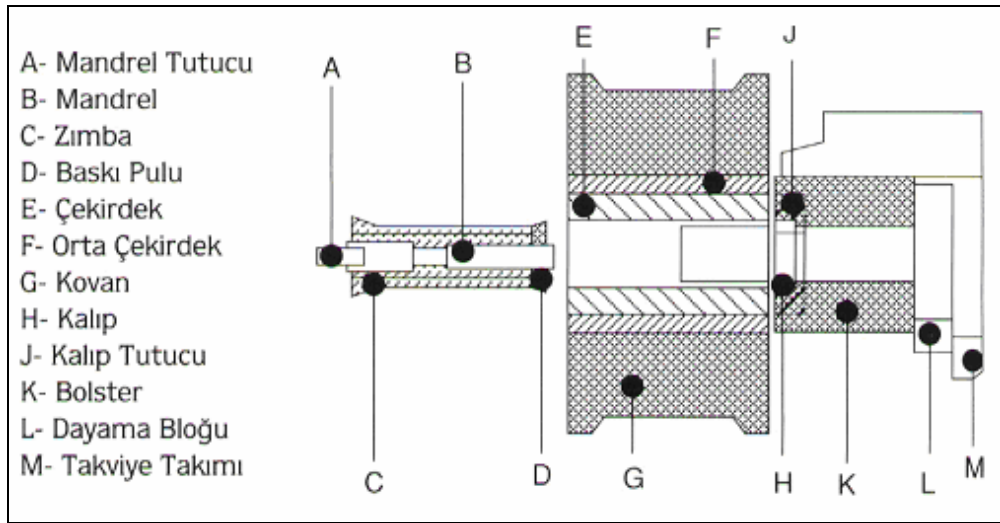
Benzer biçimde, alüminyum Ekstrüzyonu da bu yöntem içinde önemli bir yer işgal etmektedir. Metal Ekstrüzyonu için kullanılacak takım çeliğinde aşağıdaki özelliklerin yüksek olması gereklidir:

- Sıcaklık aşınma direnci (özellikle kalıplar, çekirdek ve kovanlarda),
- Sıcak akma dayanımı ve sıcak sertlik,
- Meneviş direnci,
- Yüksek sıcaklıklarda yumuşama direnci,
- Basma dayanımı (özellikle dayama bloklarında),
- Eğme dayanımı,
- Sürünme dayanımı,
- Isıl yorulma direnci.

Metallerin kalıcı şekil değişimi için gerekli kuvvetler sıcaklık arttıkça azalır. Bu yüzden, Ekstrüzyon yapılacak olan metal kütük belirli bir sıcaklığa kadar ısıtılır. Metal ekstrüzyon preslerinde kullanılacak olan takımlar yüksek sıcaklıklarda uzun süreyle mekanik gerilmelere dayanabilecek sıcak iş çeliklerinde yapılırlar.

Metal ekstrüzyon presleri yatay veya dikey biçimde yapılırlar. Ekstrüzyon yöntemi ile üretilen metal yuvarlak, çok kenarlı veya çok şekilli olarak çıkabilir. Eğer bir delici zımba kullanılırsa boru veya başka şekiller de üretmek mümkündür (Koçak, 2006).

Metal ekstrüzyonunda gömlek, ekstrüzyon kalıbı, mühre ve zımba sıcak metal ile temasta olduklarından en yüksek sıcaklığa ve aşınmaya maruz kalırlar. Bu nedenle, bu gibi takımlar yüksek alaşımlı takım çeliklerinde yapılırlar ve çalışma sırasında gerekli olan mekanik özellikleri sağlayacak şekilde ısıl işleminden geçirilirler. Şekil 7.4.'te yatay bir ekstrüzyon presinin kesit resmi görülmektedir (Koçak, 2006).



Şekil 7.4. Yatay metal ekstrüzyon presi kesit görünümü (Ganiyusufoğlu'ndan, 2005).

Metal ekstrüzyon uygulamalarında kullanılan takımlar, kalıp devreye alınmadan önce çekirdeklerine işleyecek kadar ön ısıtmaya tabi tutulmalıdırlar. Ön ısıtma, en iyi 300~350°C sıcaklıktaki elektrikli fırınlarda yapılabilir.

Özellikle kalıp, mandrel ve baskı pulları gibi durmadan değişen ısıl ve mekanik gerilmelere maruz kalan takımlarda gerilme çatlaklarını önleyebilmek için tam anlamıyla bir ön ısıtma şarttır.

Çalışmaya ara verildiğinde, örneğin mandrellerin soğuması engellenmeli ve takımlar sıcak tutulmalıdır. Ekstrüzyon işlemi bittikten sonra takımlar sıcak bir yerde hava ile soğutulmalıdırlar (Koçak, 2006).

7.3.3 Dövme

Dövme, demir ve demir dışı metal parçalarının şekillendirildiği diğer bir yöntemdir. Son dönemlerde hızla yaygınlaşan ılık dövme bir yana koyacak olursak, sıcak iş uygulamalarında sıcak dövme temelde çekiçle dövme (şahmerdan vb.) ve preste dövme (friksiyon vb.) olmak üzere iki şekilde yapılır. Metallerin yüksek sıcaklıklarda şekillendirilmesi daha kolay olduğundan bu yöntemle hiç ısı işlem görmemiş parça ilk olarak en uygun sıcaklığa ısıtılır. Bu sıcaklıktaki parçayı şekillendirme takımları, örneğin kalıplar, dövme sırasında doğrudan sıcak parça ile temas halinde olduklarından çok çabuk ısınırlar. Bu nedenle dövme takımlarının yüksek sıcaklıkta mekanik özelliklerini yitirmeyen sıcak iş çeliklerinden yapılması gerekmektedir.

Şahmerdanla dövmede, dövme çekicinin yukarıdan aşağıya düşerek yaptığı darbelerle dövme işlemi yapılırken, dövme presinde ise presin uyguladığı yüksek basınçla şekillendirme yapılır. Presle dövmede, takımın iş parçası ile temas süresi daha uzundur ve takım daha yüksek bir sıcaklığa kadar ısınır. Diğer taraftan, kalıpta oluşan mekanik gerilmeler dikkate alındığında, şahmerdanla dövmede kısa aralıklarla darbeler söz konusu olduğundan, presle dövmeye göre daha çok mekanik gerilim meydana gelir. Bu yüzden, üstün sıcak mekanik özellikleri olan sıcak iş çelikleri pres kalıpları için kullanılırken, şahmerdanla dövmede kullanılan kalıplar yüksek tokluk özelliğine sahip olan sıcak iş çeliklerinden yapılır.

Karışık şekle sahip olan parçaları kalıpta dövme tek bir kademe yapılamaz. Diğer taraftan, parçanın nihai şekli tek bir kalıpla çok sayıda dövme hareketi ile elde ediliyorsa, kalıbın şekli, yüksek boyutsal hassasiyetini ancak belirli bir aşamaya kadar koruyabilir. Bu durumda hiç işlem görmemiş parçayı önce nihai şekle benzer bir kalıpta dövmek tavsiye edilir. Şekillendirme açık kalıpta dövme işlemi veya indirgeyici haddeleme işlemi ile (reducer rolling) yapılabilir. Böylelikle, yüksek miktarlardaki üretimlerde, ön şekil verilen parçalar son kalıpta dövme operasyonu ile nihai şekillerini alırlar (Ganiyusufoğlu, 2005).

Dövme kalıbı çelikleri, yumuşak tavllanmış (soft annealed) veya ısıl işlem görmüş olarak (heat treated) temin edilirler. Kalıp şekli frezeleme ile ortaya çıkacaksa çeliğin çekme mukavemeti 1400 N/mm^2 'yi geçmemelidir. Çünkü, bu değerin üzerinde çeliği freze ile işlemek zorlaşmaktadır.

Kalıplarda çatlak oluşumunu önlemek için dövme operasyonunun başlamasından önce tüm dövme kalıbı mutlaka ön ısıtılmaya tabi tutulmalıdır. Kalıbı ön ısıtma işlemi üretimi tamamlanmış parçaların kalıp üzerine konulması veya alev tabancası (şalamo) ile yapılabilir. Ancak, kalıbın homojen biçimde ön ısıtılması için en etkin yöntem fırında ısıtmadır. Dövme kalıplarında ön ısıtma sıcaklığı: orta alaşımlı sıcak iş çeliklerinde 200°C , yüksek alaşımlı sıcak iş çeliklerinde ise 300°C civarındadır.

Dövme kalıpları, dövülen metalin yüksek aşındırma etkisine maruz kalırlar. Metal yüzeyinde oluşan tufal bu açıdan en önemli etkidir. Parça yüzeyinde oluşan tufal sonraki dövme operasyonundan önce mutlaka uzaklaştırılmalıdır. Dövme kalıbının aşınması, piyasada bulunan yağlayıcılarla yapılan bir yağlama işlemi ile azaltılabilir. Aşırı yağlama zararlıdır. Çünkü aşırı yağlama sadece dövme yüzeyinin kirlenmesini sağlamakla kalmaz, kalıpta sıcaklığın yoğun olduğu bölgelerde karbürizasyona yol açabilir. Bu da sıcak çatlamaya yol açar. Soğutmanın yoğunluğu, kalıbın şekline ve ısıtıldığı sıcaklığa göre ayarlanmalıdır.

Kalıp yüksek sıcaklığa ısıtılırsa, sıkıştırılmış hava ve su karışımı soğutmada kullanılmalıdır. Karışıma bazı yağlayıcılar da eklenebilir. Yöntem, sprey püskürtme şeklinde kullanılabilir (Ganiyusufoğlu, 2005).

Kalıp bloklarının boyutları, gravürün şekline ve derinliğine göre saptanır. Şekil belli olduktan sonra ortaya çıkan et kalınlığı dövme işlemi sırasında ortaya çıkan basma kuvvetlerini absorbe etmek için yeterli olmalıdır. Dövmeden sonra parçayı kalıptan çıkarmak için kalıp yuvası konik olmalıdır. Yapışan parçaları kalıptan çıkarma işleminin çok zaman harcanan bir işlem olması nedeniyle kalıp sıcaklığının artması ve

böylelikle kalıp mukavemetinin azalması ihtimali ortaya çıkar. Bu da kalıpta aşınmanın artmasına neden olur.

Dövme sırasında ortaya çıkan fazla malzeme şeklin kenarlarına doğru yayılır. Bu çapak olarak isimlendirilir. Çapağın çok geniş ve kalın olması, kalıba uygulanan baskı kuvvetlerinin artmasına sebep olur. Kalıp dizaynı minimum çapak oluşumunu sağlayacak biçimde yapılmalıdır. Dövülmemiş parça da buna göre kesilmelidir.

Bazı dövme parçalarının şekilleri dövme sırasında havayı belli yerlere hapsedecek türdedir. Bu nedenle, kalıplarda havanın uzaklaştırılabileceği delikler bulunmalıdır. Sıkıştırılmış hava, sıcak dövmenin etkisi ile ısınır ve kalıp yüzeyinde kuvvetli bir basınç meydana getirir. Hava çıkış delikleri aynı zamanda kalıp yuvasının dolmasını kolaylaştırdıklarından dolayı da faydalıdır.

Şahmerdanla dövmede kalıp yuvası kenarları meydana gelebilecek fazla enerjiyi absorbe edecek kadar geniş olmalıdır. Şahmerdanla dövme kalıpları geniş bir örsle bağlanır. Kalıba basma kuvvetinin aktarıldığı kirişteki basıncı en aza indirmek için örs mümkün olduğu kadar geniş olmalıdır. Kalıp ana şeklinin kenarında kesiciler olduğunda kalıbın ana konumunda eğiklikler olabilir. Bu durum da geniş bir örsle önlenir. Aksi takdirde, örsle başlangıç çatlakları, basıncın uygulandığı taşıyıcı kirişte erken aşınma ve piston kollarında yorulma çatlama kolaylıkla meydana gelebilir (Ganiyusufoğlu, 2005).

8. JANT İMALATINDA KULLANILAN BAZI KALIPLAR VE KALIP ÇELİKLERİ

Kesme, delme, derin çekme, eğme, kıvrırma, haddelme ve sıvama gibi prosesler soğuk şekillendirme yöntemi ile jant üretiminin en önemli kısmını oluşturmaktadır. Döküm yöntemiyle jant üretiminde ise proses akışı ağırlıklı olarak alaşım malzemesinin hazırlanması, kalıba dökülmesi, talaşlı imalat ve boya operasyonlarından oluşmaktadır. Bu nedenle, özellikle döküm ile tek parçalı hafif alaşımlı jant imalatında soğuk iş takım çelikleri ağırlıklı olarak talaş kaldırma için kullanılan yüksek hız çelikleridir.

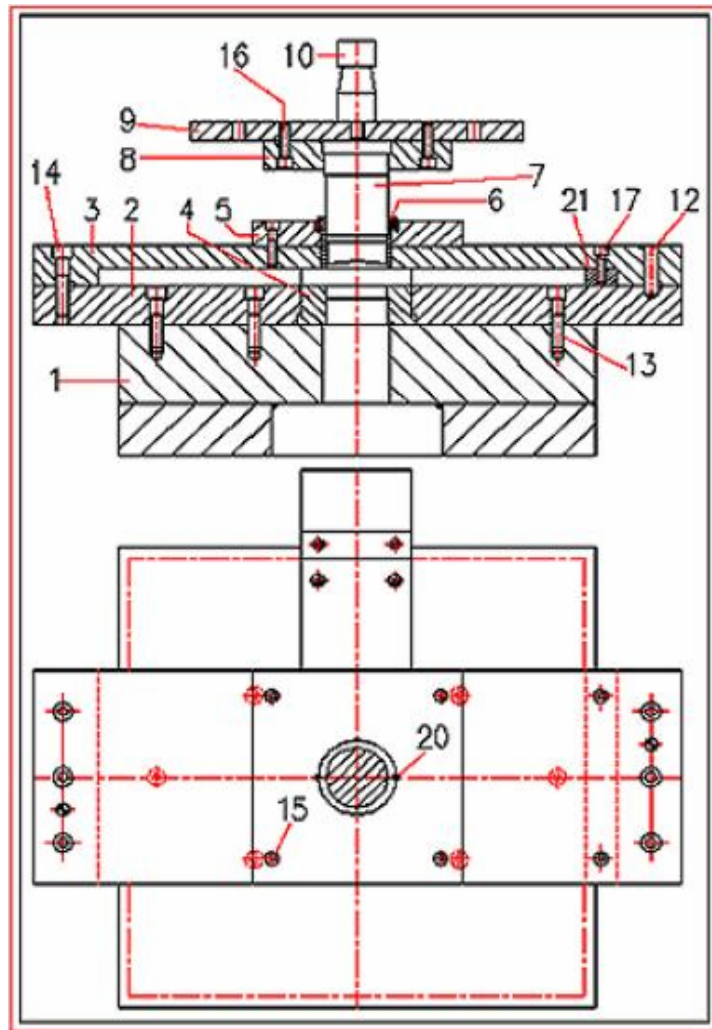
Soğuk şekillendirme ile parçalı jant üretiminde ise ağırlıklı olarak kalıplar görev yapmaktadır. Hem kasnağın hem de göbeğin imalatı için çeşitli kalıplar veya toolingler kullanılır. Alüminyum levha ve çelik sac kullanılarak gerçekleştirilen jant imalatında izlenen ilk proses kesim operasyonudur. Kesim operasyonunda kullanılan soğuk iş takım çeliklerinden beklenen en önemli özellikler yüksek aşınma ve kopma direnci, yüksek tokluk ve uzun ömürdür. Kesim için giyotin makaslar ve/veya çevre kesme kalıpları kullanılır. Malzemenin istenilen ölçülerde kesilebilmesi ve seri üretime uygunluk için kalıplarda kullanılan makas bıçaklarının sert ve dayanıklı soğuk iş takım çeliklerinden üretilmesi şarttır.

Soğuk kesme operasyonlarında bıçakların hasar görmemesi için kesilecek malzemenin kalınlığı ve mukavemeti çok önemlidir. Kesme bıçaklarının en yüksek çalışma ömrünü sağlayabilmek için farklı analizlerdeki takım çelikleri özelliklerine göre kullanılır. Kesme bıçaklarında tavsiye edilen sertlik değeri kesilecek malzemeye, makasın şekline ve kesme şartlarına göre değişim gösterir.

Makas bıçakları için kesme boşluğu ve kesme açısı; kesme düzlemini, kesme kuvvetinin büyüklüğünü ve sonuç olarak da bıçak kenarlarını zorlayan gerilmeleri etkiler. Kesilen kenarların sürekli yüksek baskı kuvvetlerine maruz kalmasından dolayı, kesilen malzeme kesme işleminin sonuna doğru sertleşir ve bu durum zamanla bıçak

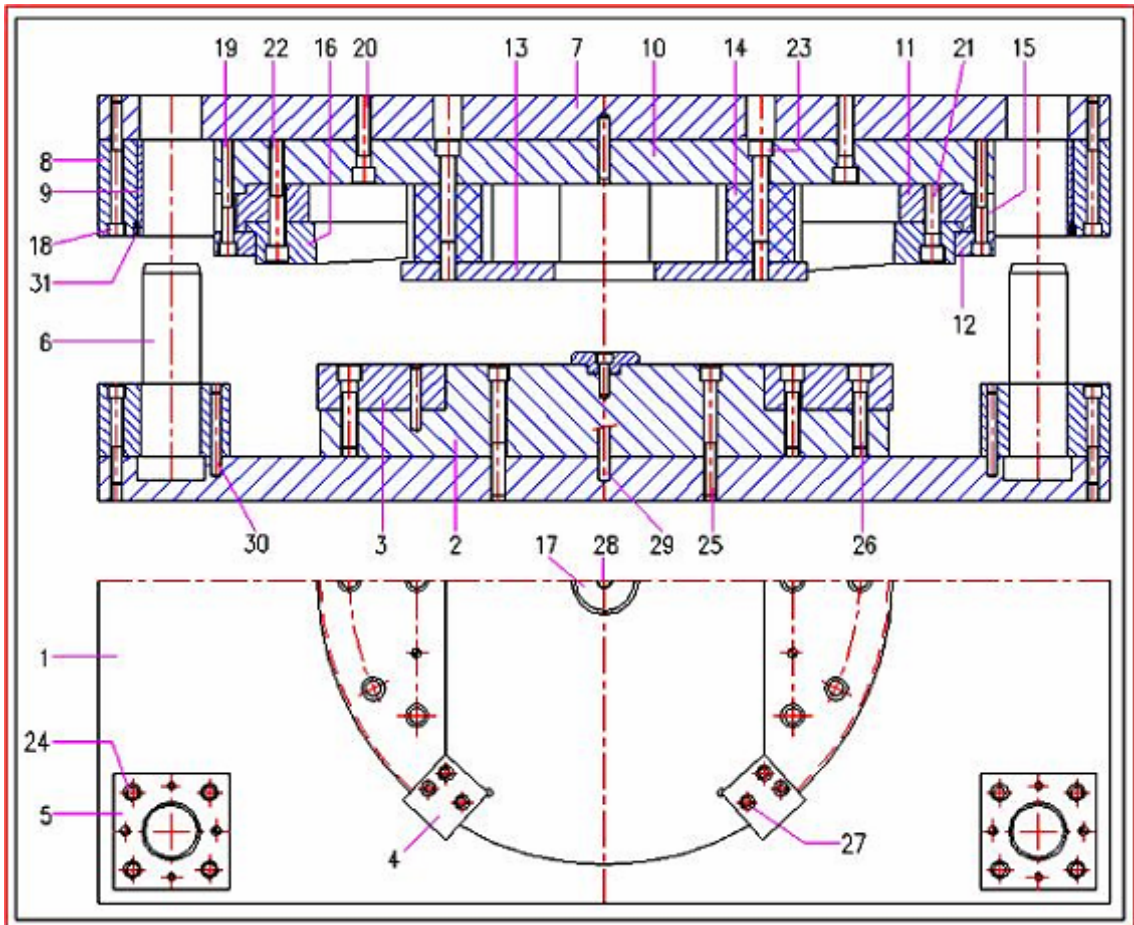
ağızlarının dökülmesine veya çatlamasına yol açabilir. Bıçaklara uygulanacak gerilim giderme tavlaması ve son meneviş sıcaklığının altında yapılan menevişleme ile bıçak ömürlerini artırmak mümkündür.

Jantı oluşturacak göbek malzemesinin giyotin makasta belirli ölçülerde kare veya dikdörtgen kesilmesi işleminden sonra çevre (pul) kesme operasyonu yapılır. Ancak, bu işlemin gerçekleştirilmesi için levha üzerinde kesme kalıbına referans teşkil edecek ve göbeğin merkezini belirleyecek pilot delik delinmesi gereklidir. Şekil 8.1.'de eksantrik preslere bağlanabilen Merkezleme deliği delme kalıbına ait teknik resim görülmektedir.



Şekil 8.1. Merkezleme deliği delme kalıbı (JMS'den, 2006).

Şekil 8.1.'de 4, 6 ve 7 ile numaralandırılmış parçalar ve civatalar haricindeki tüm parçalar tasarımcının tercihinine göre değişiklik gösterebilir. Bu parçalar için genelde piyasada ucuza ve istenilen ölçülerde bulunabilen St37 çelik tercih edilmektedir. 4 ve 7 numaralı parçalar ise mutlaka özel alaşımlı takım çeliğinden üretilmelidir. Bu parçalar dişi ve erkek kesme kalıpları olup mühre ve zımba olarak adlandırılırlar. Kesme bıçaklarında olduğu gibi zımba ve mühre malzemeleri için de yüksek aşınma ve kopma direnci ve yüksek tokluk çok önemlidir. 6 numaralı parça ise zımbaya yataklık yapan ve zımbanın çabuk aşınmasını engelleyen bronz burçtur. Şekil 8.2.'de ise çevre kesme kalıbı görülmektedir. Bu kalıp ile kare veya dikdörtgen plaka, merkezleme deliğinden referans alınarak makas bıçaklarına benzer açılı kesme bıçaklarıyla kesilir ve malzeme pul haline getirilir.



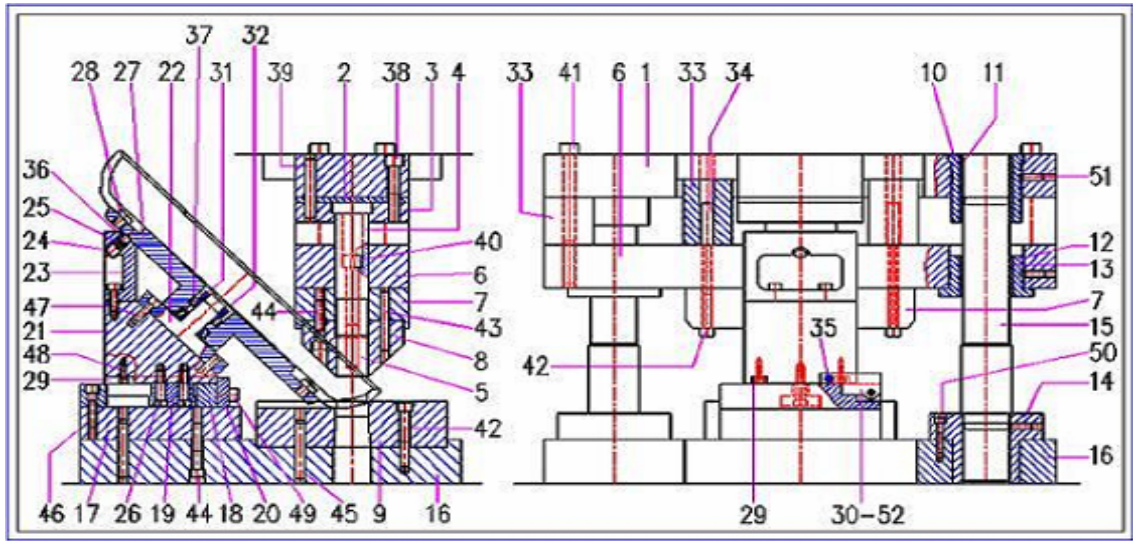
Şekil 8.2. Çevre (pul) kesme kalıbı (JMS'den, 2006).

Şekil 8.2.'de görülen çevre kesme kalıbında önemli olan: elde edilen pulun istenilen ölçülerde çıkması ve kesim işlemi sonrasında malzeme üzerinde kesilmeden koparılan bölümün minimum seviyede olmasıdır. Bunu gerçekleyebilmek için 3 numaralı destek parçası ile 16 numaralı kesme bıçaklarının birbirlerine göre alıştırmış olması ve kesme boşluğunun titizlikle verilmiş olması gereklidir. Kesme kalıplarında sıklıkla uygulanan yöntem: kesici bıçaklara tasarımın izin verdiği büyüklükte açı vermektir. Bıçaklardaki kesme açısının büyük olması kalıbın aşağı yukarı doğrultuda daha fazla hareket etmesini gerektirdiğinden, kalıpta ve preste büyük stroklara, yani çalışma genişliğine, ihtiyaç duyulur. Öte yandan, eğimli bıçaklar sayesinde kalıp ve pres daha az zorlanır, istenilen pul yüzeyi daha kaliteli çıkar ve en önemlisi kalıbın ömrünün uzaması sağlanır. Yukarıda bahsedilen 3 ve 16 numaralı parçalar bir anlamda erkek ve dişi makas görevi gördüğünden, mutlaka özel alaşımlı takım çeliği kullanılarak imal edilmeli ve 62~65 HRC'ye kadar sertleştirilmelidir.

Şekil 8.3.'te jant göbeği havalandırma deliği delme kalıbı görülmektedir. Yüksek hız yapan veya ağır yük taşıyan araçlarda fren sisteminin ve jantın soğutulması çok önemlidir. Frenlerin verimli çalışabilmesi ve jantın aşırı ısınmaması için göbek üzerine havalandırma deliği denilen çeşitli delikler delinir. Hatta, otomobil jantlarında havalandırma delikli jantlar yerlerini kollu jantlara bırakmıştır. Tek parça döküm ile üretilen jantta, göbeğin yerini kalıp maçaları ve CNC tezgahlarda talaşlı imalat yöntemleri kullanılarak üretilen havalandırma amaçlı kollar almıştır. Günümüzde, malzeme teknolojisinde gelinilen noktada, yeni alaşım malzemeleri kullanılarak üretilen döküm jantlarda kol sayısı giderek azalmakta, böylece hava kanalları genişleyerek jantın ve frenlerin daha da soğuması sağlanmaktadır.

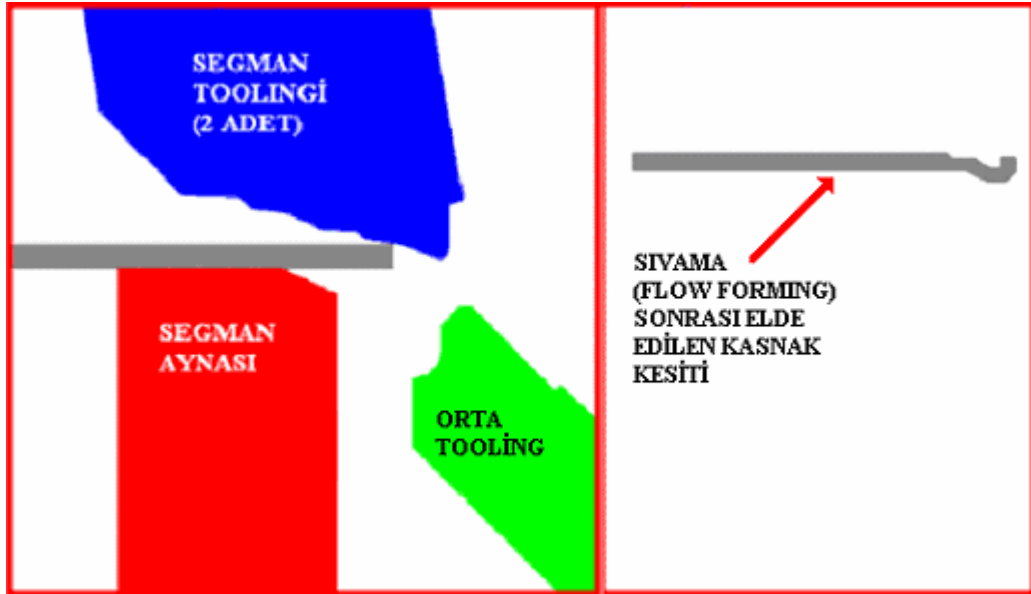
Ağır tonajlı araçlarda kullanılan jantlar çelik sacdan imal edildiğinden, bu jantlarda kullanılan göbeklere havalandırma deliği delmek gereklidir. Havalandırma deliklerinin konumları ve sayısı çok önemlidir. Eğer havalandırma deliği bijon deliğinin hemen üstüne delinirse janta etkiyen kuvvet çizgilerinin düzgün biçimde dağılması sağlanamaz. Bu da mukavemette azalmaya neden olur. Aynı şekilde, gereğinden fazla delinen havalandırma delikleri, göbeğin mukavemetinin azalmasına neden olur. Tasarımın

niteliğine ve janttan istenen performans koşullarına göre kamyon ve otobüs jantlarında havalandırma deliği sayısı 2 ile 10 arasında değişmektedir. Şekilde kamyonlarda kullanılan 20" jantların göbeklerine elips şeklinde havalandırma deliği delen kalıba ait kesit resimleri görülmektedir. Diğer kesme ve delme kalıplarında olduğu gibi bu kalıpta da 5 ve 9 numaralı zımba ve mühre özel alaşımlı takım çeliğinden üretilmiştir.

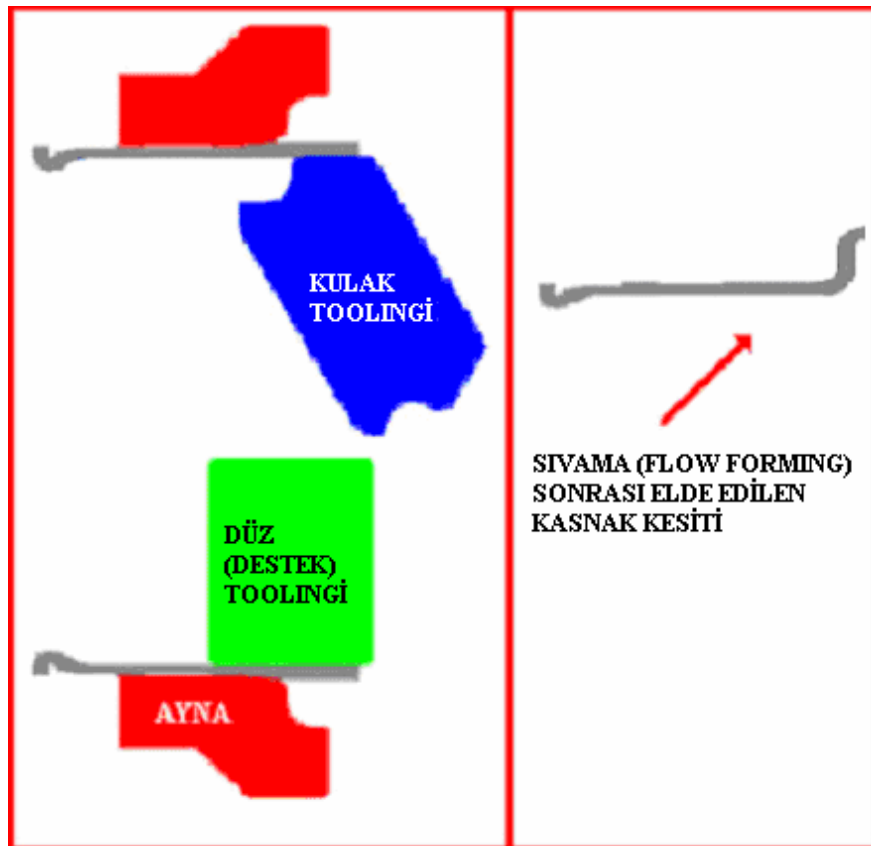


Şekil 8.3. Jant havalandırma deliği delme kalıbı (JMS'den, 2006).

Şekil 8.4 ve 8.5'te ise sıvama yöntemiyle kasnak üretiminde kullanılan tooling ve kalıplar görülmektedir. CNC veya NC kontrollü olarak çalışan sıvama makinelerine bağlanan şekillendirme kalıpları sayesinde düz kasnak kesitinden karmaşık geometriye sahip kasnaklar elde edilmektedir. Sertleştirilmiş takım çeliğinden üretilen aynaya, hidrolik pistonlarla sabitlenen kasnak malzemesi üzerinde; yine sertleştirilmiş takım çeliğinden üretilmiş toolinglerin, yani şekil verme kalıplarının, işlem yapması sayesinde malzemenin boyunun uzatılması, kesitinin inceltmesi veya eğilip bükülmesi sağlanır. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta toolingin hareket edeceği yolu, bir şablon veya CNC koordinatları sayesinde doğru biçimde makineye iletmektir. Şekil 8.4 ve 8.5'te birinci ve son sıvama operasyonlarında parçanın işlem görmeden önceki hali ve işlemden sonraki hali şematik olarak görülmektedir.



Şekil 8.4. Sıvama kalıp ve toolingi şematik gösterimi (ilk operasyon) (JMS'den, 2006).



Şekil 8.5. Sıvama kalıp ve toolingi şematik gösterimi (son operasyon) (JMS'den, 2006).

Yukarıda jant üretiminde kullanılan bazı kesme, delme ve form verme kalıpları açıklanmıştır. Tüm bu kalıplarda görülen ortak özellik bazı parçaların özel alaşımli sertleştirilebilen soğuk iş takım çeliklerinden imal edilmesi gerektiğidir. Bu malzemeler kaba ölçülerinde temin edildikten sonra parçanın geometrisine ve kullanılacağı prosese göre son işleme payı bırakılacak biçimde talaşlı imalat veya elektro erozyon teknikleri kullanılarak işlenir ve ısı işleme tabi tutulur. Isıl işlemin seçilen malzemenin karakteristiğine göre yapılması ve ısı işleme sonrasında malzeme yüzeyinde istenilen sertlik değerlerinin elde edilmesi kalıbın performansı ve ömrü açısından çok önemlidir. Isıl işlem uygulanan kalıp parçası son olarak final ölçülerinde işlenerek kullanıma hazır hale getirilir. Seçilen malzemeye göre talaşlı imalat sonrasında tavsiye edilen sıcaklık değerlerinde gerilim giderme tavlama yapılarak kalıbın ömrünü uzatmak mümkündür.

Çelik üreticilerinin tavsiyelerine göre tüm soğuk iş uygulamalarında kullanılan kalıplar 150~300°C arasında sıcaklığa sahip fırınlarda belirli süre bekletilmeli; böylece çalışma sırasında kalıpta oluşan yorulma gerilmeleri giderilmeli ve ilerleme olasılığı bulunan mikro çatlaklar etkisiz hale getirilmelidir.

Jant imalatında en sık tercih edilen malzemeler 1.2379 ve benzer kimyasal kompozisyona sahip takım çelikleridir. 6. bölümde belirtildiği üzere, Yüksek aşınma direncine, yüksek basma dayanımına, yüksek tokluğa ve ısı işleminde çok iyi boyutsal kararlılığa sahip olan; krom, molibden ve vanadyum içerikli yüksek karbonlu takım çeliği olan 1.2379 ve eşdeğeri çelikler soğuk şekillendirme uygulamalarında kalite, işleme kolaylığı ve performans/fiyat yönünden sıklıkla tercih edilmektedir.

Günümüzde gelişen teknoloji ve üretim yöntemleri sayesinde toz metalurjik takım çelikleri, geleneksel metalurjik çeliklerin yerini almaya başlamıştır. TM çeliklerin çok üstün performansına sahip olmalarına karşın fiyatlarının aşırı yüksek olması uzun ömür beklenen soğuk iş uygulamaları haricinde TM çeliklerin kullanılmasını kısıtlamaktadır. Ancak, tüm çelik üreticilerin tavsiye ettiği yüksek mukavemet değerlerine sahip bu çelikler büyük hacimli üretimlerde mutlaka tercih edilmelidir.

9. TÜRKİYE'DE JANT SEKTÖRÜ

Günümüzde, gelişmiş ülkeler tarafından bilgisayar, bilgi işlem, tıp ve elektronik gibi ileri teknoloji gerektiren sektörlerle yapılan yatırımların artması; küresel ısınma, çevre kirliliği ve buna benzer sorunların ortaya çıkması nedeniyle ağır sanayi olarak tabir edilen otomotiv yan sanayi, demir-çelik ve metal işleri gibi sektörler, coğrafi konum, gelişmiş altyapı ve insan gücünün nispeten ucuz olması nedeniyle ülkemizde oldukça gelişmiş durumdadır.

Türkiye'de otomotiv yan sanayi içerisinde jant sektörü önemli bir konumdadır. Günümüzde, sektörde dünya çapında rekabetçi gücü olan büyük, Türk sermayeli jant fabrikalarından, yabancı sermaye ortaklığı bulunan çok uluslu dev jant üreticilerine kadar birçok firma ülkemizde faaliyetlerini sürdürmektedir.

Aşağıda, Türkiye jant sektöründe faaliyet gösteren firmalar tarihsel altyapıları, ürün çeşitlilikleri ve gelecek hedefleri baz alınarak kısaca tanıtılmıştır.

9.1 CMS Jant ve Makina Sanayi A.Ş.

CMS Jant ve Makina Sanayi A.Ş. 1955 yılında Türkiye'nin ilk alüminyum kalıp döküm sistemini kurarak otomotiv yan sanayi sektörüne yatırımına başlamıştır. Türkiye'nin en büyük alaşımlı jant üreticisi ve lider ihracatçısı olan şirketin temelleri, 1980 yılında CMS Jant ve Makina Sanayi A.Ş.'nin İzmir'de kurulmasıyla atılmıştır. 1985 yılında Ford Türkiye ve Fiat Türkiye için alüminyum alaşımlı jant üretimine başlayan CMS, bugün en son teknoloji ve yeniliklerin uygulayıcısı olarak "hafif metal jant" sektöründe dünyanın önde gelen jant üreticilerinden biri olarak yerini korumaktadır (CMS, 2006).

Jant Genel Müdürlüğü İzmir'de olan CMS'nin Pınarbaşı fabrikası, kapalı alanı 20.944 m² olmak üzere, toplam 32.175 m²'dir. Şirketin yıllık jant üretim kapasitesi 2.000.000 adettir. 2003 yılında açılan Çiğli fabrikası ise kapalı alanı 11.200 m² olmak üzere, toplam 30.838 m²'dir. Bu tesiste 2006 yılı için planlanan yıllık jant üretim adedi 1.500.000 adettir.

CMS Jant ve Makina Sanayi A.Ş.'de 10" ile 22" çap arasında ve 4" ile 10" genişliğe kadar jant üretilmektedir. Üretilen jant modelleri ve aksesuarların tasarımlarında son teknoloji ürünü bilgisayar yazılımları ile döküm simülasyonları, kalıp üretiminde ise CAD/CAM ve CNC teknolojileri kullanılmaktadır. Alçak Basıncılı Döküm yöntemlerini kullanan CMS Jant ve Makina Sanayi A.Ş., talaşlı üretimi CNC teknolojisi ile sürdürmektedir.

CMS'nin 3 satış şirketinden birisi olan CMS GMBH, 1997 yılında Almanya'da (Frankfurt) kurulmuş olup, Avrupa alüminyum jant yenileme pazarının önemli oyuncularından birisidir. Serbest bölgede yerleşik satış şirketi olan CMS Otomotiv Dış Ticaret A.Ş. Doğu Avrupa ve başta Rusya olmak üzere Türkiye'ye komşu ülkelerde yenileme pazarını hedeflemektedir ve satışlarını doğrudan bu ülkelere yapmaktadır. Türkiye'de yerleşik olan son satış şirketi CMS Satış ve Pazarlama A.Ş. ise yurtiçi yenileme pazarına satış yapmak amacıyla kurulmuş olup, %75'in üzerindeki pazar payıyla bu sektörde lider konumundadır. Türkiye'de kendi alanında bir ilk olan CMS Shop konsepti ile hizmete açılan mağazalar, CMS Pazarlama Perakende Ticaret ve Otomotiv Sanayi A.Ş. tarafından, bir mağaza ortamında Türkiye otomobil pazarındaki aksesuar ve yedek parçaların, CMS kalite anlayışı doğrultusunda satış ve servisini yapmak için kurulmuştur (CMS, 2006).

Başarı formüllerini, dünyayı sürekli izleyen, yeniliklere açık, kurumsal yönetime inanan, başarı ve planlama odaklı, yenilikçi ve sosyal sorumluluğunun bilincinde faaliyet göstermek olarak özetleyen CMS Grubu'nun 2003 yılında çeşitli dallarda aldığı ödül ve belgeler de bunun bir kanıtıdır. CMS son olarak, 16 Şubat 2005 tarihinde,

Brüksel'de tedarikçisi olduğu Toyota'dan, Maliyet yönetimi kategorisinde üçüncülük derecesini ifade eden Certificate of Recognition ödülüne layık görülmüştür.

Türkiye'nin ilk ve en büyük hafif metal jant üreticisi olan CMS Jant ve Makina Sanayi A.Ş., sosyo-ekonomik ihtiyaçlar doğrultusunda dengeli bir şekilde çevrenin korunması ve kirlenmenin önlenmesini içeren Çevre Yönetim Sistemi Sertifikası sahibidir. Türkiye'deki otomotiv yan sanayi kuruluşlarının ancak yüzde 1'inin sahibi olduğu bu sertifika Temmuz 2003'de bağımsız denetçi kuruluş Bureau Veritas Quality International (BVQI) tarafından yapılan denetimler sonucunda, 23 Eylül 2003'de CMS'ye verilmiştir (CMS, 2006).

9.2 Hayes Lemmerz Jantaş Jant Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Jant sektöründe Türkiye için pek çok ilki gerçekleştiren Hayes Lemmerz Jantaş; zirai, ticari araç ve ağır vasıta jantları üretimiyle 1968 yılında faaliyete başlamıştır. Teknolojik gelişmelerin öncülüğünü yaparak 1978'de dünya'nın en gelişmiş jant yapım teknolojisi olan sıvama yöntemini (flow forming) ülkemize getiren Hayes Lemmerz Jantaş, 1979 yılındaki ihracatı ile de Türk dış ticaretinin ilklerinden birini gerçekleştirmiştir (Ünal, 2006).

Öncülüğünü, Türkiye'de ilk "tubeless" (iç lastiksiz) ağır vasıta jantlarının üretimi ile sürdüren ve 1994'te imzalanan know-how anlaşmasının ardından, 1995'de Alman Lemmerz ile ortaklığa giden Hayes Lemmerz Jantaş; tüm teknolojik yenilikleri dünya ile aynı anda uygulama olanağına kavuşmuştur.

1996'da Manisa Organize Sanayi Bölgesi'ndeki yeni fabrikasına taşınan Hayes Lemmerz Jantaş; otobüs, kamyon, treyler ve çekici gibi ağır vasıtalar, minibüs, pick-up ve hafif kamyon gibi ticari vasıtalar, zirai araç, yol ve iş makinaları gibi çeşitli endüstriyel vasıtalar için "tubeless" ve "tube type" jantlar üretmektedir (Ünal, 2006).

Jantaş, 2003 yılında Hayes Lemmerz Int. Inc. İle, Türkiye'yi çelik jantta bir yatırım üssü haline getirmek üzere anlaşma imzaladı. Hisse oranının %60 Hayes Lemmerz, %40 İnci Holding haline gelmesinin ardından Jantaş, Hayes Lemmerz Jantaş Jant San. ve Tic. A.Ş. adını aldı (Ünal, 2006).

Ürünlerinin %80'ini Kanada, Rusya, Japonya, Amerika, Yeni Zelanda, Almanya, İngiltere, Avustralya, Afrika ve Orta Doğu ülkeleri başta olmak üzere 56 ülkeye ihraç eden Hayes Lemmerz Jantaş; tesislerindeki yüksek teknoloji olanaklarıyla kapasitesini, yıllık 1.400.000 adete çıkarmıştır. Ağır ve ticari vasıta jantlarında üretim kapasitesi ve pazar payı açısından Türkiye'de pazar lideri olan Hayes Lemmerz Jantaş konusunda en çok ihracat yapan firmadır.

Hayes Lemmerz Jantaş, Avrupa Jant ve Lastik Teknik Organizasyonu ETRTO'nun ve Avrupa Jant Üreticileri Birliği EUWA'nın daimi üyesi, ISO 9002, QS 9000 ve ISO/TS 16949 kalite belgelerinin de sahibidir.

Çok süratli bir büyüme içinde olan Hayes Lemmerz Jantaş, yüksek kalite ve uygun fiyat politikasıyla orijinal ekipman piyasasının değişmez bir tedarikçisi olarak Avrupa'da kendini kabul ettiren bir marka konumuna gelmiş, Avrupa'nın birinci sınıf jant imalatçılarından biri olarak kendini tescil ettirmiştir (Ünal, 2006).

9.3 Jantsa Jant Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Jantsa 1977 yılında Aydın'ın Sultanhisar İlçesine bağlı Atça kasabasında kurulmuştur. Jant üretimine tarım sektöründe iddialı olarak zirai jantlar ile başlayan kuruluş, 1980 yılında ağır vasıta jantı, 1990 yılında tubeless jant ve 2000 yılında iş makinesi jantı üretimine geçerek Türkiye jant sektöründe tam anlamıyla yerini almıştır. Yaklaşık 1500 çeşit jant üreten Jantsa, kullanıcıya çok fonksiyonlu ve çeşitli hizmet vermekte ve yeni ürün tasarımlarında Türkiye yol ve iklim koşulları ile yasal şartları göz önünde bulundurmaktadır (Ünal, 2006).

Şirketin amacı: en mükemmele ulaşmak için teknolojik değişimlere ayak uydurabilecek esneklikte, çabuk karar verebilen; dünya standartlarında kaliteli üretim yapabilen düzeyde eğitilmiş personele sahip, iç ve dış müşterileri ile mükemmel iletişim yakalamış, sektöründe uluslar arası alanda lider firma olmaktır. Jantsa'nın müşteriler tarafından sıklıkla tercih edilmesinin nedeni: ürün çeşitliliği, hızlı teslimat, hızlı iletişim, kaliteli ürün ve uygun fiyat olarak belirtilmektedir (Ünal, 2006).

Jantsa, 1997 yılında TS EN ISO 9000:1994 versiyonuna göre kalite belgesi olarak ürünün gerçekleştirilmesinde müşteri memnuniyetinin sağlanması amacıyla yönelik hizmet vermiştir. TS EN ISO 9001:2000 versiyonu 2003 yılında, TS EN ISO 16949:2002 versiyonu 2005 yılında firmaya kazandırılmıştır. Kuruluş halen TS EN ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi, TS EN ISO 18001 (OHSAS) İş Güvenliği belgeleri için çalışmalarına devam etmektedir.

Jantsa'nın hedefi: kısa ve uzun vadede dünya standartlarının üzerinde kaliteli jant üretimini ve ürün çeşitliliğini artırarak yeni pazarlarda söz sahibi olmak şeklinde belirtilmektedir (Ünal, 2006).

9.4 Tekersan Jant Sanayi A.Ş.

Türkiye'nin en büyük jant üreticilerinde biri olan Tekersan A.Ş. geniş ürün yelpazesi ve üretim kapasitesiyle yurt içi ve yurt dışı otomotiv piyasasında söz sahibi konumdadır.

Tekersan 1977 yılında Bilecik Bayırköy'de Koç Holding tarafından kurulmuş ve 1980 yılında üretimine başlamıştır. 2004 yılında Michelin tarafından satın alınan kuruluş, 2005 yılında Mefro Grub'a devredilmiştir. Tekersan şu anda Mefro Grub'a bağlı olarak faaliyet gösteren Kronprinz GmbH ile ortak çalışmalarını sürdürmektedir. Tekersan 16000 m²'si kapalı alan olmak üzere toplam 69000m²'lik bir alanda üretim yapmaktadır (Ünal, 2006).

Kuruluşun ürün yelpazesinde; binek otomobil, hafif ticari araç, ağır vasıta, iş makinesi ve forklift jantları ile zirai araç jantları bulunmaktadır. Tekersan yurt içi piyasada orijinal ekipman üreticisi olarak Türk otomotiv sektörüne de hizmet vermektedir (Ünal, 2006).

Tekersan, müşteri memnuniyetini hedefleyen üretim ve hizmet anlayışı çerçevesinde TS EN ISO 9001:2000 kalite yönetim sistem sertifikasına, TS EN ISO 14001:2005 Çevre yönetim sistemi sertifikasına ve TS EN ISO 16949:2002 otomotiv sektörü kalite yönetim sistemi sertifikasına sahiptir (Ünal, 2006).

9.5 Döktaş Dökümcülük Ticaret Sanayi A.Ş.

Koç Holding kuruluşu olan Döktaş; 1977'den beri Bursa Orhangazi'de toplam 300.000 m² alanda pik ve sfero döküm konusunda; 1999'dan beri Manisa ve İzmir'de toplam 58.500 m² alanda yüksek basınçlı alüminyum döküm ve jant üretimi konularında ayrı ayrı tesisler olmak üzere toplam üç tesiste faaliyet göstermektedir. Döktaş bu faaliyetlerini 1950 çalışanı ile birlikte sürdürmektedir (Ünal, 2006).

Döktaş'ın hedefi dünya çapında bir döküm firması olmaktır. Döküm tesisi olarak dünyada 16., Avrupa'da 5. ve Türkiye'de 1. sırada yer alan Döktaş, 2004 yılında ISO tarafından açıklanan Türkiye'nin ilk 500 şirketi arasında 89. sırada yer almıştır. Döktaş, tek başına Türkiye'nin döküm ihtiyacının %30'unu karşılamaktadır.

Döktaş, herhangi bir ürünü müşterisi ile birlikte geliştirebilme kapasitesine sahiptir. Bu özelliği firmayı alanında özel ve farklı bir konuma yerleştirmektedir. Otomotiv ana sanayi üreticileri ile birlikte çalışmanın en önemli koşullarından biri olan ürün test ve analizlerini de Döktaş kendi bünyesinde gerçekleştirmektedir. Kuruluş, TÜBİTAK işbirliği ile araştırma geliştirme çalışmalarını sürdürmektedir ve Ford Q1, QS 9000, ISO 14001 ve ISO TS 16949 kalite sistem sertifikalarına sahiptir (Ünal, 2006).

Döktaş'ın 8.500 tonluk toplam kapasiteye sahip Manisa fabrikası yıllık 1.200.000 adet jant üretim kapasitesine sahiptir. Jant üretiminin sadece %2~3'ü gibi küçük bir kısmını iç piyasa için kullanan Döktaş, gerek kendi markası DJ ve MaxX, gerekse Avrupa'nın en tanınmış markaları için yaptığı üretim ile Avrupa pazarında hafif metal alaşımlı jant sektöründe büyük bir oyuncudur (Ünal, 2006).

Döktaş, jant konusunda Türkiye'de Ford Otosan, dünyada ise İngiltere, Almanya, Rusya, Ukrayna, Yunanistan ve diğer komşu ülkelerle çalışmaktadır. Avrupa başta olmak üzere tüm dünyada jantlarını tanıtabilmek Döktaş jant markalarının ana hedefidir.

9.6 JMS Makine Sanayi ve Ticaret A.Ş.

JMS Makine Sanayi ve Ticaret A.Ş., 1978 yılında Eskişehir Organize San. Bölgesi'nde kurulmuş olan Jamak A.Ş.'den üretim hatlarını, fabrika bina ve arazisini ve JAMAK markasını 2003 yılında satın alarak üretime başlamıştır. JMS; kalite sistemi, müşterileri, teknolojisi ve ürün yelpazesi olarak bakıldığında, Jamak A.Ş' nin devamı niteliğindedir (JMS, 2006).

ISO 9001:200 kalite yönetim sistem sertifikasına sahip olan JMS, kuruluşundan bu güne esas olarak kamyon, iş makinası ve forklift jantı üreterek yerli ve yabancı sektörlerle hizmet vermektedir. 100.000 adet/yıl kapasiteyle Türkiye'nin ve dünyanın kamyon ve iş makinaları imal eden fabrikaları için üretim yapmaktadır.

JMS, 22.750 m² alan içerisinde kurulmuş olup 7000 m² kapalı alana sahiptir. JMS'de 17.5" ve üzeri ölçülerdeki jantlar, dünyanın en ileri teknolojilerinden biri olan sıvama (flow forming) yöntemiyle üretilmektedir (JMS, 2006).

JMS, özellikle ağır tonajlı büyük kamyon ve iş makinaları ve forkliftler için jant üretiminde uzmanlaşmıştır. Bunların yanında, tubeless jantlar ve hafif tonajlı

kamyonlar için jantlar da JMS'nin ürün portföyü içindedir. İmalatı yapılan jantlar ve parçaları, ETRTO, DIN ve TSE standartlarına uygundur (JMS, 2006).

9.7 Kormetal Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Kormetal San. ve Tic. A.Ş. 1982 yılında kurulmuş olup iki ana bölümden oluşmaktadır. 1982 yılından beri basınçlı döküm tekniği kullanılarak alüminyum ve çinko alaşımından genel amaçlı parça üretimi, 1988 yılından itibaren de alçak basınçlı döküm tekniği kullanılarak primer alüminyum alaşımından jant üretimi yapılmaktadır. Kuruluş, 16.000 m²'si kapalı alan olmak üzere toplam 38.000 m² alanda üretimini gerçekleştirmektedir (Kormetal, 2006).

ISO 9001:2000 kalite yönetim sistem sertifikasına sahip olan Kormetal, üretiminin %80'ini Almanya, Fransa, İngiltere, Hollanda, İspanya, Portekiz ve Rusya'ya ihraç etmektedir. Kuruluş 450.000 adet/yıl olan kapasitesiyle 12''~20'' arasındaki ölçülerde hafif alüminyum alaşımlı otomobil ve ticari araç jantları üretmektedir (Kormetal, 2006).

10. SONUÇLAR

Bu çalışmada; temel olarak jantlar ve jant üretim tekniklerinin üzerinde durulmuş olmasına rağmen; tezin ikinci bölümünde lastiğin yapısı ve görevleri, lastik desenleri ve lastik kullanımında dikkat edilmesi gerekenler genel hatlarıyla açıklanmaya çalışılmıştır. Bunun en önemli nedeni, jantın lastikten, lastiğin de janttan bağımsız olarak değerlendirilememesi ve bu iki parçanın belirli standartlar çerçevesinde uyumlu şekilde üretilmesi ve kullanılması gerektiğidir.

Ayrıca, jantın yapısı, görevleri, janttaki önemli ölçüler ile jant seçimi, kullanımı ve bakımında dikkat edilmesi gerekenler detaylı biçimde açıklanmış; döküm ve soğuk şekillendirme ile jant üretimi tanıtılmıştır.

Günümüzde üretim teknolojilerinin hızla gelişmesi ve CNC tezgahlarda talaşlı imalat yöntemlerinin yaygın biçimde kullanılması sayesinde özellikle alüminyum döküm malzemeden üretilen hafif alaşımlı jantlarda sıfıra yakın hatayla üretim yapılması sağlanmıştır.

Ek olarak; jant sanayinde kullanılan kalıpların üretilmesi için izlenen yollar ve kalıp malzemesini oluşturan takım çelikleri üzerinde durulmuştur. Takım çeliklerinin daha detaylı biçimde anlatılması amacıyla ayrı bölümler oluşturacak şekilde, soğuk iş ve sıcak iş takım çelikleri ile bu çeliklerin hasar mekanizmaları ve uygulanma alanları açıklanmaya çalışılmıştır.

Ayrıca, jant üretimi için gerekli kesme, delme ve form verme uygulamalarında kullanılan kalıplara ait örnek resimler verilmiş ve kullanılan malzemeler üzerinde durulmuştur. Jant sanayinde soğuk iş uygulamalarında en çok tercih edilen takım çelikleri genel anlamda tanıtılmıştır. Araştırma sonucunda, jant imalatında kullanılan çeşitli kalıp ve toolingler için seçilen takım çeliklerinin belirli gereksinimleri

karşılması halinde farklı mekanik ve kimyasal özelliklere sahip olabileceği belirlenmiştir.

Kalıp imalatında kullanılan özel alaşımlı takım çelikleri için en önemli değişken: kalıptan istenen performans/fiyat oranıdır. Araştırma sonucunda, gelişen metalurji bilimi sayesinde elde edilen üstün özellikli toz metalurjik çeliklerin jant delme kalıplarında kullanılmasının ekonomik olmadığı ortaya çıkmıştır. Takım çeliği seçimi konusunda en çok tercih edilen çeliğin, 1.2379 kalitesindeki yüksek karbonlu, alaşımlı takım çeliği olduğu görülmüştür. Bunun en önemli nedeni: 1.2379 ve eşdeğer kalitedeki takım çeliklerinin çekme ve basma kuvvetlerine karşı oldukça dirençli olması, yüksek sertlik değerlerine kadar sertleştirilebilmesi (65 HRC) ve kg fiyatının 10~15 YTL olmasıdır.

Son olarak; Türkiye jant sektörü ve Türkiye’de faaliyet gösteren jant üreticileri tanıtılmış; üreticilerin Türkiye ve Dünya pazarındaki yerlerine ve gelecek hedeflerine değinilmeye çalışılmıştır. Araştırma sonucunda, otomotiv yan sanayi ve yedek parça pazarında gelişmekte olan ülkemizde, jant sektörünün gerek altyapı, gerekse pazar payı olarak dünyada söz sahibi olduğu; büyük lastik üreticisi firmaların hem fiyat hem de kalite yönünden üstün jantlar üreten Türk firmalarını desteklediği ve yabancı sermayenin ülkemize gelmeye istekli olduğu belirlenmiştir. Öyle ki Hayes Lemmerz ve Mefro Group gibi dünya çapında dev jant üreticilerinin Jantaş ve Tekesan gibi yerli jant üreticilerine ortak olması ve bu firmalara finansal destek vermeleri Türkiye jant sanayinin gelecekte hızla büyüyeceğinin işareti olarak algılanmalıdır.

11. KAYNAKLAR DİZİNİ

Ganiyusufoğlu, M., 2005, Assab Korkmaz takım çelikleri ve ısıl işlemi, Korkmaz elik Merkez, İstanbul, Türkiye, 4, 120 s.

CMS Jant ve Makine Sanayi A.ř., 2006, CMS Tanıtım ve Teknik Bilgi Arşivi, CMS Satış ve Halkla İlişkiler Departmanı, 12 s.

Enkei Wheels Japan, 2006, Production and Testing Technology, Enkei Wheels International Website, 8 p.

JMS Makine Sanayi ve Tic. A.ř., 2006, JMS Tanıtım ve Jant Üretim El Kitabı, JMS Mühendislik Hizmetleri Bölümü, 30 s.

Güldoğan, B. B., 2005, Alüminyum döküm yöntemleri, Rapor, İ.T.Ü. Makine Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölümü, 25 s.

Koçak, H., 2006, Thyssen Asal elik Tic. A.ř. takım elikleri, Damla Grafik Ltd. şti., İstanbul, Türkiye, 2, 134 s.

Kormetal Sanayi ve Tic. A.ř., 2005, Kormetal Jant ve Lastik Katalogu, Kormetal Satış ve Pazarlama Bölümü, 24 s.

Türk Pirelli Lastikleri A.ř., 2006, Pirelli Teknik Bilgi Arşivi, Pirelli Satış ve Pazarlama Bölge Temsilciliği, 52 s.

Ünal, K.U., 2006, Araştırma : Türkiye’de jant sanayi, Dünya Sektör Dergisi, 121, 158-188