

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TMS320C50 SAYISAL İŞARET İŞLEYİCİ TABANLI
BİR KONTROL SİSTEMİ KULLANARAK DOĞRU
AKIM MOTORUNUN DİNAMİK HIZ KONTROLÜ

85055

Elektrik Müh. İbrahim Beklan KÜÇÜKDEMİRAL

F.B.E. Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Halit PASTACI

Pastacı

Doç. Dr. H. BODUR *H Bodur*

Prof. Dr. Oruç BİLGİÇ *Bilgiç*

85055

İSTANBUL, 1999

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
ÖNSÖZ.....	viii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. DOĞRU AKIM MOTORLARI.....	3
2.1 Doğru Akım Motorlarının Elektrikle Tahrikteki Yeri.....	3
2.2 Doğru Akım Servo Motorları.....	4
2.3 Servo Sistem.....	5
3. DOĞRU AKIM MOTORLARININ HIZ KONTROL YÖNTEMLERİ... 7	7
3.1 Sabit Alan Altında Endü Geriliminin Değiştirilmesi ile Hız Kontrolü....	7
3.2 Sabit Endü Gerilimi Altında Uyarma Alanının Değiştirilmesi ile Hız Kontrolü.....	7
3.3 Modern Hız Kontrol Yöntemleri.....	7
3.3.1 DC kıyıcılar (DC Choppers)	7
3.3.1.1 Tek bölgeli kıyıcılar	8
3.3.1.2 İki bölgeli kıyıcılar	8
3.3.1.3 Dört bölgeli kıyıcılar	8
4. KONTROL SİSTEMİ.....	11
4.1 Transfer Fonksiyonu	11
4.2 Dijital Kontrol Sistemleri.....	13
4.2.1 Örnekleme işlemi.....	15
4.2.2 Sistem bant genişliğinin hesabı.....	18
4.2.3 Dijital dinamik kontrolörün tasarımı	19
4.2.3.1 Ayrık entegrasyon.....	19
4.2.3.2 Ayrık türev.....	20
5. DSP'NİN GENEL YAPISI, DİĞER İŞLEMCİLERLE KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ VE UYGULAMA ALANLARI	24
5.1 DSP'nin Genel Özellikleri.....	24
5.2 Yapılan Çalışmada Kullanılan TMS320C50 Mimarisi	27
5.2.1 Bus (Bilgi İletim Hattı) yapısı.....	27
5.2.2 Dahili hafıza	28
5.2.2.1 Sadece okunabilir program hafızası	28

5.2.2.2	Veri/Program ikili işlem yapan RAM.....	28
5.2.2.3	Veri/Program tek işlem yapan RAM	29
5.2.2.4	Dahili hafıza koruması.....	29
5.2.3	Diğer dahili çevre birimleri.....	29
5.2.4	Merkezi işlem birimi (CPU).....	30
5.2.4.1	Merkezi aritmetik lojik ünite (CALU).....	30
5.2.4.1.1	Çarpıcı, çarpım kütüğü (PREG) ve geçici kütük 0 (TREG0).....	32
5.2.4.1.2	Aritmetik lojik ünite (ALU) ve akümülatörler (ACC).....	33
5.2.4.1.3	Ölçekleme kaydırıcıları ve geçici kütük 1 (TREG1).....	35
5.2.4.2	Paralel lojik ünitesi (PLU).....	35
5.2.4.3	Yardımcı kütük aritmetik ünitesi (ARAU).....	36
5.2.4.4	Program Sayacı (PC)	37
5.2.4.5	Durum ve kontrol kütükleri.....	38
5.2.4.5.1	Dairesel tampon kontrol kütüğü (CBCR).....	38
5.2.4.5.2	İşlemci mod durum kütüğü (PMST).....	39
5.2.4.5.3	Durum kaydedicileri (ST0 ve ST1).....	41
5.2.4.5.3.1	ST0 Durum Kaydedicisi.....	41
5.2.4.5.3.2	ST1 Durum kaydedicisi.....	42
5.2.4.6	Koşullu işlemler.....	44
5.2.4.6.1	Koşullu dallanma.....	45
5.2.4.6.2	Çok koşullu dallanma.....	45
5.2.4.6.3	Koşullu çalışma.....	46
5.2.4.6.3.1	Tek komutlu işlem yapan tekrar fonksiyonları.....	46
5.2.4.7	Blok tekrar fonksiyonları.....	46
5.2.4.8	TMS320C50'deki Kesmeler.....	47
5.2.4.8.1	Kesme işlemi	48
5.2.4.8.2	Kesme bayrak kütüğü (IFR).....	49
5.2.4.8.3	Kesme maskeleyme kütüğü (IMR).....	49
5.2.4.8.4	Kesme modu bit'i (INTM).....	49
5.2.4.8.5	Maskelenemeyen kesmeler.....	50
5.2.4.8.6	Yazılım kesmeleri.....	50
5.2.5	Adresleme çeşitleri.....	51
5.2.5.1	Direkt adresleme.....	51
5.2.5.2	Dolaylı adresleme.....	51
5.2.5.2.1	Dolaylı adresleme seçenekleri.....	52
5.2.5.3	Hızlı adresleme.....	53
5.2.5.4	Sadece bir işlem gerçekleştiren kaydedicili adresleme.....	53
5.2.5.5	Hafıza-haritalanmış kaydedicili adresleme.....	53
5.2.5.6	Tampon geçiş kaydedicileri üzerinden dolaylı adresleme.....	53
5.3	DSP Mimarisini Oluşturan Ana Üniteler.....	54
5.3.1	Çarpım ünitesi.....	54
5.3.2	Çarpım-Akümülatör ünitesi (MAC).....	55
5.3.3	Aritmetik-Lojik işlem ünitesi.....	55
5.3.4	Yığın kaydırma ünitesi.....	56
5.3.5	Veri adres jeneratörü ünitesi.....	56
5.3.6	Komut sıralama ünitesi.....	56
5.4	DSP sistemlerin seçimi ve karşılaştırılması.....	57
5.5	DSP Uygulama Alanları.....	59
6.	SONUÇLAR	62
	KAYNAKLAR.....	65

EKLER.....	66
EK 1. DEVRE ŐEMALARI.....	67
EK 2. HIZ KONTROL PROGRAMI.....	72
ÖZGEÇMİŞ.....	79



SİMGE LİSTESİ

$\delta(t)$: Birim impuls fonksiyonu
β_0	: Yük, motor ve takogeneratörün toplam sürtünme katsayısı
ω_{BG}	: Sistem bant genişliği
ω_n	: Doğal frekans
ω_s	: Örnekleme açısal frekansı
α	: Darbe oranı
θ	: Motorun dönme açısı
ξ	: Sönüm oranı
$c(t)$: Sistem çıkışı
$D(s)$: Kontrolör transfer fonksiyonu
$e(t)$: Hata işareti
e_a	: Motora uygulanan gerilim
e_b	: Rotor sargılarında endüklenen gerilim
$G_h(s)$: Sıfırıncı mertebeden tutucuya ait transfer fonksiyonu
$G_s(s)$: Kontrol edilen sistemin transfer fonksiyonu
$H(s)$: Geribesleme transfer fonksiyonu
i_a	: Endüi akımı
J_0	: Yük, motor ve takogeneratörün toplam eylemsizlik momenti
K	: Ters elektromotor kuvvet katsayısı
K_2	: Motor moment sabiti
K_D	: Türev kontrolör katsayısı
K_I	: Entegral kontrolör katsayısı
K_p	: Oransal kontrolör katsayısı
L_a	: Rotor devresi öz endüktansı
$r(t)$: Referans giriş
R_a	: Rotor devresi direnci
$S(t)$: Taşıyıcı işaret
T	: Motorun endüklediği moment
T	: Kıyma periyodu
$T(s)$: Kapalı çevrim kontrol sisteminin transfer fonksiyonu
$u(t)$: Kontrol işareti
V_0	: Yük üzerindeki ortalama gerilim

Şekil 2.1	Doğru Akım motorunun iç yapısı.....	3
Şekil 2.2	DC Servo motorun elektromekanik eşdeğer devresi.....	5
Şekil 3.1	Serbest uyarımlı DC makinenin alanının zayıflatılması durumunda moment-devir ilişkisi	7
Şekil 3.2	Tek bölgeli kıyıcının çalışma bölgeleri.....	8
Şekil 3.3	İki bölgeli kıyıcının çalışma bölgeleri.....	8
Şekil 3.4	Dört bölgeli kıyıcının çalışma bölgesi.....	8
Şekil 3.5	DC kıyıcının sembolik gösterimi.....	9
Şekil 3.6	MOSFET’li temel kıyıcı devresi.....	9
Şekil 3.7	(a) Sabit periyotlu, değişken darbe oranına haiz dc kıyıcı (b) sabit darbe oranında, değişken periyotta çalışan DC kıyıcı (c) değişken darbe oranında ve değişken periyot ile çalışan dc kıyıcı.....	10
Şekil 4.1	Açık çevrim kontrol Sistemi.....	11
Şekil 4.2	Kapalı çevrim kontrol sistemi.....	11
Şekil 4.3	Sürekli zaman kapalı çevrim kontrol sistemi blok diyagramı.....	12
Şekil 4.4	Geri beslemeli basit bir dijital kontrol sistemi.....	13
Şekil 4.5	Dijital kontrol sisteminin blokları ve blok çıkış sinyalleri.....	14
Şekil 4.6	Analog-dijital çevirici blok yapısı.....	15
Şekil 4.7	Örnekleyici ve sıfırcı mertebeden tutucu.....	15
Şekil 4.8	İdeal örnekleyicide örnekleme işlemi.....	17
Şekil 4.9	Sistem frekans cevabı.....	18
Şekil 4.10	Ayrık entegrasyon işlemi.....	19
Şekil 4.11	İleri yol entegral işlemi.....	19
Şekil 4.12	Geri yol entegral alma işlemi	20
Şekil 4.13	Ayrık zamanda PID kontrolünün blok diyagramı.....	21
Şekil 4.14	Kontrolör sıfırları ve kutuplarının Z-düzlemindeki yerleri.....	22
Şekil 4.15	Ayrık PID kontrolörünün programlanabilir blok diyagramı.....	23
Şekil 5.1	C5x DSP’ sinin blok diyagramı – Merkezi İşlem Birimi.....	31
Şekil 5.2	Merkezi Aritmetik Lojik Birimi (CALU)’ nun blok diyagramı.....	34
Şekil 5.3	Paralel Lojik Ünitesi (PLU)’ nun blok diyagramı.....	35
Şekil 5.4	Yardımcı Kütük Aritmetik Ünitesi blok diyagramı.....	36
Şekil 5.5	Program kontrolünün fonksiyonel blok diyagramı.....	38
Şekil 5.6	Motor kontrol sistemin birimleri	60
Şekil 6.1	İlgili referans değerlere karşılık gelen hız bilgileri.....	63
Şekil E.1.1	TMS320C5x DSP Starter Kit’ inin üstten görünüşü	68
Şekil E.1.2	TMS320C50 Sayısal İşaret İşleyicisinin çevre birimleri.....	69
Şekil E.1.3	TMS320C50 Sayısal İşaret İşleyicisine ait çevre birimleri.....	70
Şekil E.1.4	DC Kıyıcı olarak çalışan MOSFET sürme devresi.....	71

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 5.1	CBCR'nin bit dağılımı.....	38
Çizelge 5.2	CBCR'nin uygulamadaki bit özeti.....	39
Çizelge 5.3	PMST'nin bit yerleşimi.....	39
Çizelge 5.4	PMST'nin uygulamadaki bit özeti.....	40
Çizelge 5.5	ST0'in bit yerleşimi.....	41
Çizelge 5.6	ST0'in uygulamadaki bit özeti.....	42
Çizelge 5.7	ST1'in bit yerleşimi.....	43
Çizelge 5.8	ST1'in uygulamadaki bit özeti.....	43
Çizelge 5.9	PM bit'leriyle belirlenen ürün kaydırma modu	44
Çizelge 5.10	Dallanma, çağırma ve tekrar komutları için koşullar.....	44
Çizelge 5.11	Çok koşullu işlem yapan komut grupları.....	46
Çizelge 5.12	Kesme vektör adresleri ve öncelikleri.....	48
Çizelge 5.13	Kesme bayrak kütüğü (IFR)'nün bit yerleşimi.....	49
Çizelge 5.14	Kesme Maskeleye Kütüğü (IMR)'nün bit yerleşimi.....	49
Çizelge 6.1	Referans giriş ile hız ilişki çizelgesi	63



ÖNSÖZ

Bu çalışma esnasında gerekli yönlendirmeleri, yardımları ve yapıcı önerileri ile bana her türlü desteği sağlayan tez danışmanım sayın Prof. Dr. Halit PASTACI'ya; tez konusunun belirlenmesinde tartışma imkanı bulduğum sayın Prof. Dr. Galip CANSEVER'e teşekkür ederim.

Ayrıca tez çalışması süresince tartışma imkanı bulduğum ve fikirlerini aldığım , oda arkadaşım Arş. Gör. Dr. Kayhan GÜLEZ'e, Arş. Gör. Elk Yük. Müh. Burak DALCI'ya, Arş. Gör. Elk. Yük. Müh. Faruk BAKAN'a, Arş. Gör. Elnk. Yük. Müh. Seydi Vakkas ÜSTÜN'e , Arş. Gör. Elnk. Yük. Müh. Can Bülent FİDAN'a teşekkür ederim.



ÖZET

Pratik olarak günümüzde kullanılan tüm kontrol sistemleri bilgisayar kontrollüdür. Uygulamalar kontrolün tüm alanlarına yayılmış durumdadır. Elektriğin üretimi ve dağıtımı, proses kontrolü ve taşıma gibi alanlarda kullanılmaktadır. Piyasada ise otomobil sektörü, CD çalarlar ve videolar özellikle ilgi çekicidir. Zira bu tip uygulamaların rağbet görmesi üreticilerin çok geniş uygulama alanlarına yönelik işlemciler üretmelerine neden olmaktadır. Bu işlemcilerden birisi de Sayısal İşaret İşleyici (DSP)'dir. DSP'ler bilgisayarlardan ve mikrokontrolörlerden çok daha hızlı işlem yapabilme özelliklerine sahiptirler. DSP kontrolörler; gelişmiş, gerçek zamanda çalışan algoritmaların ve algılayıcısız kontrolörlerin gerçekleşmesine izin vermektedirler. Matematiksel hesaplamaların çok yoğun olduğu kontrol algoritmalarının gerçekleşmesi için çok güçlü hesaplama olanakları sunmaktadırlar.

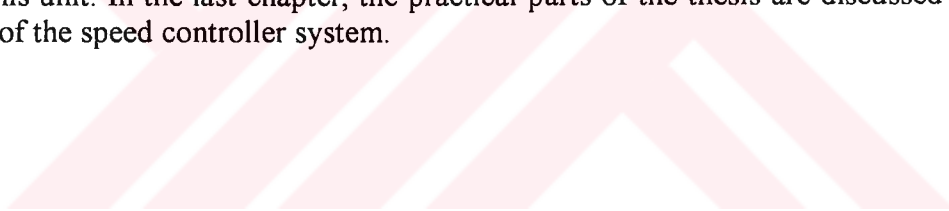
Bu tez çalışmasında, doğru akım servo motorunun dinamik hız kontrolü TMS320C50 sayısal işaret işleyicisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Birinci bölümde DSP'li kontrolörlerin diğer kontrolörlere olan üstünlüklerine değinilmiştir. İkinci bölümde, doğru akım servo motoru tanıtılmış ve matematiksel modeli çıkartılmıştır. Üçüncü bölümde, doğru akım motorlarının hız kontrolünde kullanılan modern yöntemler ele alınmıştır. Dördüncü bölümde analog ve dijital kontrolörler incelenmiş, karşılaştırmalı analizleri yapılmıştır. Ayrıca bu bölümde dijital kontrolörlerin analiz ve tasarımında çok önem taşıyan örnekleme teoremi açıklanarak, örnekleme frekansının seçimi üzerinde durulmuştur. Son olarak bu bölümde sayısal ortamda türev ve entegral fonksiyonları elde edilerek dijital PID kontrolörü tasarlanmıştır. Beşinci bölümde TMS320C50 Sayısal İşaret İşleyicisi ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bus yapısı, merkezi işlem ünitesi, dahili hafıza, hafızada haritalanmış kaydediciler, yardımcı kaydediciler, kesmeler, adresleme modları ve hafıza organizasyonu bu bölümde açıklanan kısımlardan birkaçıdır. Son bölümde ise tez çalışmasının pratik kısmı üzerinde durularak, hız kontrol sisteminden elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Doğru Akım Motoru, Dijital Kontrol Sistemleri, Sayısal İşaret İşleme, Güç Elektroniği

ABSTRACT

Practically all control systems developed today are based on computer control. Applications span all areas of control, generation and distribution of electricity; process control and transportation. Market applications such as automotive electronics, CD players and videos are particularly interesting because they have motivated manufacturers to make chips that can be used in a wide variety of applications. One of these chips are Digital Signal Processor (DSP), which are capable of processing data at much faster rates than computers and microcontrollers. DSP controllers enable enhanced, real-time algorithms as well as sensorless control. They provide strong calculating power for advanced and math-intensive control algorithms.

In this thesis work, dynamic speed controller of a direct current servo motor is implemented by using TMS320C50 digital signal processor. In the first chapter, DSP controllers and their superiorities over the other controllers are given. In the second chapter, direct-current servo motor is introduced and it's mathematical model is obtained. In the third chapter, modern methods of controlling the speed of a DC motor is considered. In the fourth chapter, analog and digital controllers are examined and their comparative analysis is given. Also the sampling theorem, which is very important in analysing and designing digital controllers is included and the ways of choosing the sampling frequency is discussed. Finally, derivative and integral functions are derived in digital domain and the implementation of a digital PID controller is explained. Fifth chapter presents, TMS320C50 digital signal processor in detail. Bus structure, central processing unit, on-chip memory, memory-mapped registers, auxiliary registers, interrupts, addressing modes and memory organisations are some of the parts which are discussed in this unit. In the last chapter, the practical parts of the thesis are discussed by giving the results of the speed controller system.



Key Words: Direct Current Motor, Digital Control Systems, Digital Signal Processing, Power Electronics

1. GİRİŞ

Alışlagelmiş mikrokontrolörler, dijital kontrol uygulamaları için yeterli donanıma sahip olsalar da, performans ve mimari yönden eksiklikleri nedeni ile gerçek zamanda, yoğun matematiksel işlemler gerektiren karmaşık kontrol algoritmalarını istenen bant genişliğinde gerçekleştirememektedirler.

DSP'lerin (Digital Signal Processor) yüksek bant genişliğinde işlem yapabilme kabiliyetleri neticesinde; dayanıklı, adaptif ve algılayıcısız dijital kontrol sistemleri inanılmaz düşük maliyetlerle gerçekleştirilebilmektedir. DSP'ler mikrokontrolörlerin sunduğu olanakların yanı sıra, yüksek hızlarda işlem yapabilme, yüksek çözünürlük ve paralel çalışma gibi özellikleri kullanıcıya sunarlar. DSP'lerin hızlarının asıl kaynağı, iki yollu Harvard mimarisinden ve tek bir makine çevriminde çarpma ve toplama yapabilen komutlarından gelir. Bu mimari tipinde yollardan biri veri iletimi için kullanılırken, diğer yol program komutlarının aktarılmasında kullanılır. İşlemci her iki yola da aynı anda müdahale edeceğinden, işlemlerde zamandan kazanılmış olur. Geçmiş yıllarda DSP maliyetlerinin çok yüksek olması DSP'lerin sanayide geniş ölçüde kullanılmasını engelleyen tek eksikliği idi. Fakat hızla ilerleyen mikroelektronik teknolojisi ile birlikte azalan maliyetler neticesinde DSP'lerin maliyetleri ve dolayısıyla tüketici fiyatları inanılmaz boyutlarda düştü. Bunun neticesinde bu eksiklik de ortadan kalmış oldu.

DSP'ler veriyi mikrokontrolörlere göre çok daha hızlı işleme yeteneğine sahiptirler. Örneğin, bir mikrokontrolör veya analog kontrolör motor hızını okumak için takogeneratör kullanırken, DSP hızı tahmin edebilmektedir. Bunun yanı sıra DSP tabanlı kontrolörlerde dar bantlı mekanik rezonansları yok eden keskin çentik filtreler oluşturulabilir. Bu çentik filtreler yardımı ile rezonans noktalarını oluşturan enerjiler yok edilebilir.

FFT (Fast Fourier Transform) gibi Fourier dönüşümleri çok az komutla gerçekleştirilerek spektrum analizi yapılabilir. Mekanik titreşimlerin frekans spektrumlarının gözlenmesi neticesinde erken hata tespiti yapılabilir.

Sistemin çalışması esnasında, sistemin ağırlığının, dengesinin, yükünün değişmesi neticesinde meydana gelen titreşim modlarının FFT verileri kullanılarak izlenmesi neticesinde filtre katsayıları sürekli olarak sistem çalışır durumda iken ayarlanabilir.

DSP tabanlı sistemler yardımı ile uygun kontrolörler ve algılayıcısız yapılar seçilerek, sistem maliyetleri büyük ölçüde minimuma indirgenebilir.

Ayrıca geliştirilmiş algoritmalar ile az harmonikli sistemler elde edilebilir. Programcılarının en büyük sorunu olan hafıza yetersizliği; geliştirilmiş, çok işlevli DSP komutlarının Look-Up tablolarını ortadan kaldırması ile çözülmüş olur (Texas Instruments, 1997).

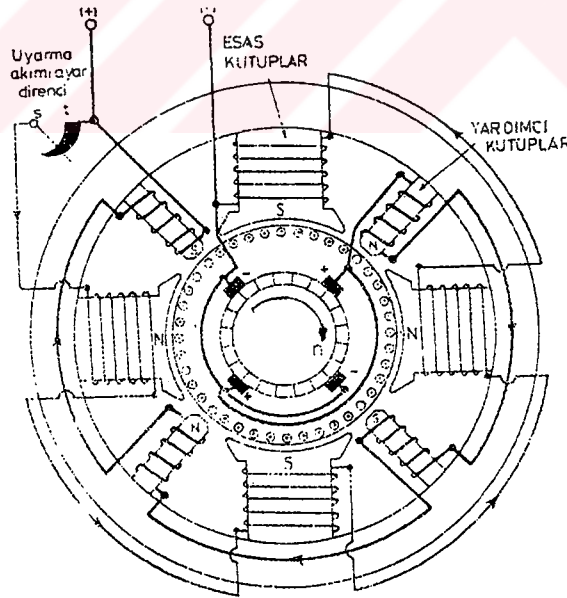
Bu çalışmada önce Doğru akım Servo motoru anlatılmış, yapısal özelliklerine değinilmiş ve kontrol edilecek hız büyüklüğüne bağlı olarak matematiksel modeli çıkartılmıştır. 3. Bölümde doğru akım motorlarının hız kontrolünde sıkça kullanılan DC kıyıcılar (Direct Current Choppers) konusu ele alınmış ve laboratuarda gerçekleştirilecek olan motor hız kontrol devresi elde edilmiştir. 4. Bölümde kontrol sistemleri açıklanmış, dijital ve analog kontrolörlerin karşılaştırması yapılarak, tez çalışmasında kullanılacak olan PID (Proportion-Integral-Derivative) kontrolörünün dijital domende tasarımı üzerinde durulmuştur. 5. Bölüm Texas Instruments firmasının bir ürünü olan TMS30C50 işlemcili sayısal işaret işleyiciyi geniş olarak ele almakta ve denetleyicinin mimari yapısı, adresleme türleri, aritmetik lojik üniteleri, özel amaçlı kaydediciler ile donanımsal kaydedicileri ayrıntılı olarak ele almaktadır. 6. Bölüm ise doğru akım servo motorunun hız kontrolünün sonuçlarını ve önerileri içermektedir.

2. DOĞRU AKIM MOTORLARI

2.1 Doğru Akım Motorlarının Elektrikle Tahrikteki Yeri

Elektrik enerjisinin üç fazlı alternatif akım şeklinde üretim, taşıma ve dağıtımını alternatif akım makinelerinin sanayide geniş ölçüde kullanılmasının başlıca nedeni olmuştur. Bununla beraber, doğru akım motorlarının elektrikle tahrikte önemli bir yeri ve kullanım alanları vardır. Güç elektroniğindeki gelişmelere paralel olarak önemleri bir kaç kat daha artmıştır.

Doğru akım motorları, bütün işletme özelliklerini bünyelerinde toplayan ideal tahrik motorlarıdır. Endüi uçlarındaki gerilimin ayarı ile sıhhatli olarak devir sayısı ayarı mümkündür. Ayrıca, frenli çalışmaya oldukça müsaittirler. İşletme özelliklerinin önem kazandığı, sıhhatli devir sayısı ayarı ve sık, sık dönüş yönünün değiştirilmesi istenen tahriklerde geniş ölçüde kullanılırlar. Kağıt haddeleri, geri dönüşlü çelik hadde tesisleri, yüksek hızlı asansörler, tazyik presleri, otomatik kontrol sistemleri vb. tahriklerde küçük güçlerden başlayarak birkaç bin KW'a kadar geniş bir güç aralığı içinde uygulama alanına sahiptirler. Doğru akım motorlarının sahip bulunduğu üstün işletme özellikleri sayesinde yüksek kaliteli sanayi ürünler elde edildiği gibi bu gibi işletmelerde aranan yüksek işletme emniyeti de kolayca sağlanır (Halıcı, 1988).



Şekil 2.1 Doğru akım motorunun iç yapısı

Doğru akım motorlarının bu faydalarına karşılık DC (Direct-Current) şebekeye ihtiyaç duymaları, tahrikte en çok kullanılan asenkron motorlara göre tesis ve işletme giderlerinin yüksek oluşu başlıca sakıncalarıdır.

2.2 Doğru Akım Servo Motorları

Sanayide kullanılan birçok çeşit doğru akım motoru vardır. Servo sistemlerde kullanılan doğru akım motorlarına ise DC servo motorlar adı verilir. DC servo motorlarda rotor eylemsizlik momenti çok küçüktür. Bu sebepten dolayı piyasada çıkış momentinin eylemsizlik momentine oranı çok büyük olan motorlar bulunur. Bazı DC servo motorların çok küçük zaman sabitleri vardır. Düşük güçlü DC servo motorlar piyasada genellikle bilgisayar kontrollü cihazlarda (disket sürücüler, teyp sürücüler, yazıcılar, kelime işlemciler, tarayıcılar vs.) kullanılırlar. Orta ve büyük güçlü servo motorlar ise sanayide genellikle robot sistemler ile sayısal kontrollü hassas diş açma tezgahlarında kullanılırlar.

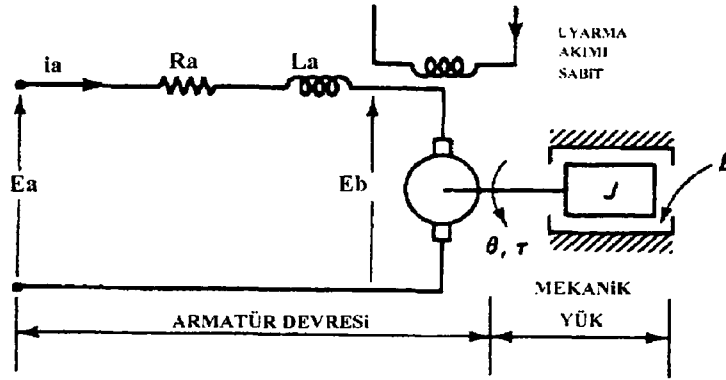
DC servo motorlarda alan sargıları rotor sargılarına seri veya paralel bağlanır. Endüi sargılarından bağımsız olarak uyarılan alan sargılarının akısı endüi sargılarından geçen akımın fonksiyonu değildir. Bazı dc servomotorlarda manyetik alan sargısı yerine sabit bir mıknatıs bulunur. Bu tip motorlarda manyetik akı sabittir. Uyarma sargıları endüiden bağımsız olan veya sabit mıknatısla uyarılan motorlarda hız kontrollü endüi gerilimi ile yapılabilir. Bu tip kontrol yöntemine **rotor kontrol yöntemi** denir.

Uyarma sargılarının yarattığı akı ile yapılan kontrollerde ise endüi akımı sabit tutulur. Statorda bulunan uyarım sargılarının yarattığı akının kontrolü ile hız ayarlanır. Bu tip motorlara **alan kontrollü** motorlar denir. Fakat rotor sargılarından geçen akımın sabit tutulabilmesi ise ciddi bir problemdir. Zira rotor akımı yükün ve kaynağın birer fonksiyonudur. Rotor kontrollü motorlara göre alan kontrollü motorların zaman sabitleri daha büyüktür. Büyük aralıklarda değişen hız ayarlarında rotor geriliminin değiştirilmesi; buna karşılık küçük aralıklarda hassas hız ayarı gereken yerlerde ise alan sargılarının yaratmış olduğu manyetik akı ile hız kontrolü yöntemi tercih edilir (Tunca, 1997).

DC servo motorlar genellikle elektronik hareket kontrolörleri adı verilen servo sürücüler ile kontrol edilirler. Servo sürücüler servo motorun hareketini kontrol ederler. Kontrol edilen büyüklükler çoğu zaman noktadan noktaya konum kontrolü, hız kontrolü ve ivme programlamasıdır. PWM tekniği adı verilen darbe genişlik modülasyonu genellikle robot kontrol sistemlerde, sayısal kontrol sistemlerinde, konum kontrolörlerinde kullanılırlar.

2.3 Servo Sistem

Şekil 2.2'deki servo motor sistemini göz önüne alalım.



Şekil 2.2 DC Servo motorun elektromekanik eşdeğer devresi

Uyarma akımının sabit olduğu varsayımı altında motorun endüklediği moment ifadesi,

$$T = K_2 i_a \quad (2.1)$$

elde edilir. Burada K_2 motor moment sabitidir ve i_a rotor akımıdır. Dikkat edilecek olursa akım ifadesinin işareti değişecek olursa moment ifadesinin de yönü değişecektir. Rotor hareket halindeyken manyetik akı ve açısal hızla orantılı olarak rotor sargılarında belli bir gerilim endüklenir. Bu gerilim ifadesi;

$$e_b = K \frac{d\theta}{dt} \quad (2.2)$$

şeklindedir. Burada e_b ifadesi ters elektromotor kuvvet, θ ise motorun dönme açısıdır. K ise ters elektromotor kuvvet katsayısıdır. DC servo motorunun hızı endüi gerilimi e_b ' nin ayarlanması sonucu elde edilmektedir. Rotor devresi için diferansiyel denklem takımı;

$$L_a \frac{di_a}{dt} + R_a i_a + e_b = e_a \quad (2.3)$$

$$L_a \frac{di_a}{dt} + R_a i_a + K \frac{d\theta}{dt} = e_a \quad (2.4)$$

aynı motora ait mekanik sistem için denklem takımı ise;

$$J_0 \frac{d^2\theta}{dt^2} + \beta_0 \frac{d\theta}{dt} = T = K_2 i_a \quad (2.5)$$

şeklindedir. Yukarıda (2.3), (2.4), (2.5) denklemlerinde ifade edilen terimler;

L_a	(H)	Rotor devresi toplam endüktansı
J_0	($kgm^2 \cdot sn^2/rad^2$)	Yük, motor ve takogeneratörün toplam eylemsizlik momenti
β_0	($kgm^2 sn/rad$)	Yük, motor ve takogeneratörün toplam sürtünme katsayısı
R_a	(Ω)	Rotor devresi toplam direnci
i_a	(A)	Rotor devresi akımı

şeklindedir. Yukarıdaki ifadeleri düzenleyerek, ve çıkış büyüklüğü olarak motor açısal hızı, giriş büyüklüğü olarak da besleme gerilimi alınır, motor transfer fonksiyonu aşağıdaki şekli alır.

$$\frac{\omega_{motor}(s)}{E_a(s)} = \frac{K_2}{(L_a \cdot s + R_a)(J_0 \cdot s + \beta_0) + K \cdot K_2} \quad (2.6)$$

Bu ifade edilen denklem düzenlenirse;

$$\frac{\omega_{motor}(s)}{E_a(s)} = \frac{K_2}{L_a \cdot J_0 \cdot s^2 + L_a \cdot \beta_0 \cdot s + R_a \cdot J_0 \cdot s + R_a \cdot \beta_0 + K \cdot K_2} \quad (2.7)$$

$$\frac{\omega_{motor}(s)}{E_a(s)} = \frac{\frac{K_2}{L_a \cdot J_0}}{s^2 + \left(\frac{\beta_0 L_a + J_0 R_a}{J_0 L_a} \right) s + \frac{R_a \beta_0 + K \cdot K_2}{L_a \cdot J_0}} \quad (2.8)$$

elde edilir (Phillips ve Harbor, 1988).

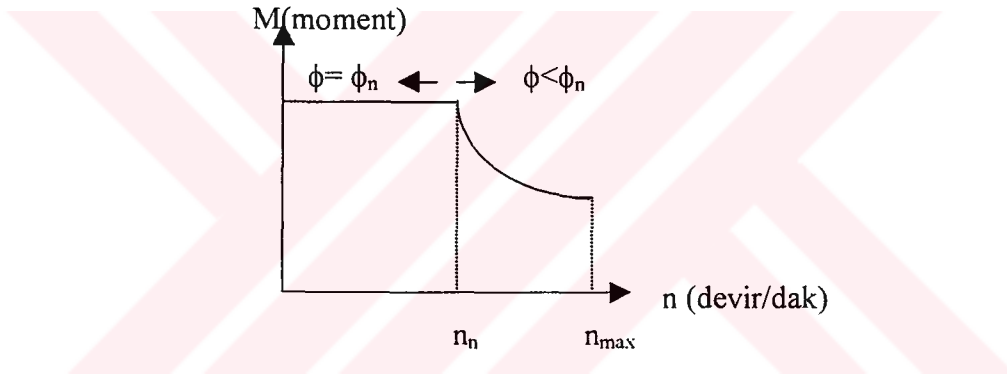
3. DOĞRU AKIM MOTORLARININ HIZ KONTROL YÖNTEMLERİ

3.1 Sabit Alan Altında Endü Geriliminin Değiştirilmesi ile Hız Kontrolü

Bu yöntem ile yapılan hız kontrolünde motorun uyarma akımı I_f sabit tutularak motorun rotor devresini besleyen gerilimin ortalama değeri değiştirilerek hız kontrolü yapılır. Günümüzde en çok kullanılan hız kontrol yöntemi budur. Gerilimin değiştirildiği çok geniş bir alanda hız ile gerilim arasında lineere yakın bir ilişki sağlanır (Tunca, 1997).

3.2 Sabit Endü Gerilimi Altında Uyarma Alanının Değiştirilmesi ile Hız Kontrolü

Bu yöntem ile yapılan hız kontrolünde motorun endü gerilimi nominal değerinde sabit tutulur ve motorun uyarma sargılarının yarattığı alan azaltılarak değiştirilerek nominal devrin üzerine motorun kalitesine bağlı olarak çıkılır. Fakat bu yöntem ile yapılan hız kontrolünde motor uçlarından alınan moment artan devirle birlikte azalacaktır(Bakınız Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Serbest uyarımlı DC makinenin alanının zayıflatılması durumunda moment-devir ilişkisi

3.3 Modern Hız Kontrol Yöntemleri

3.3.1 DC kıyıcılar (DC Choppers)

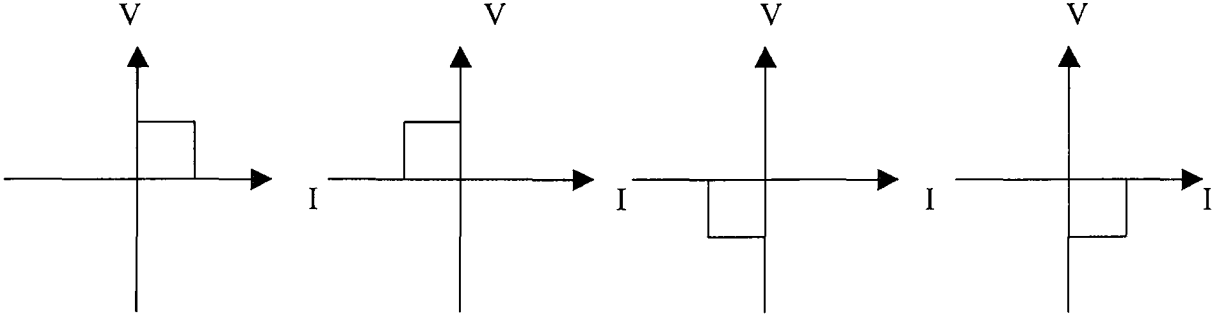
Birçok endüstriyel uygulamada, sabit doğru akım geriliminin değişken gerilim kaynağına dönüştürülmesi gerekmektedir. Bir doğru akım kıyıcı; dc gerilimi, dc gerilime çevirdiği için dc-dc dönüştürücü (converter) olarak adlandırılır.

Motor kontrolünde sıkça yüksek güçlü elektronik devre elemanları kullanılır. Bunlar güç transistörleri ve tristörlerdir. DC kıyıcılar, dc kaynağı yüke bağlayan aç-kapa elemanları olarak da düşünülebilir.

DC kıyıcılar çalışma bölgelerine göre alt gruplara bölünür.

3.3.1.1 Tek bölge kıyıcılar

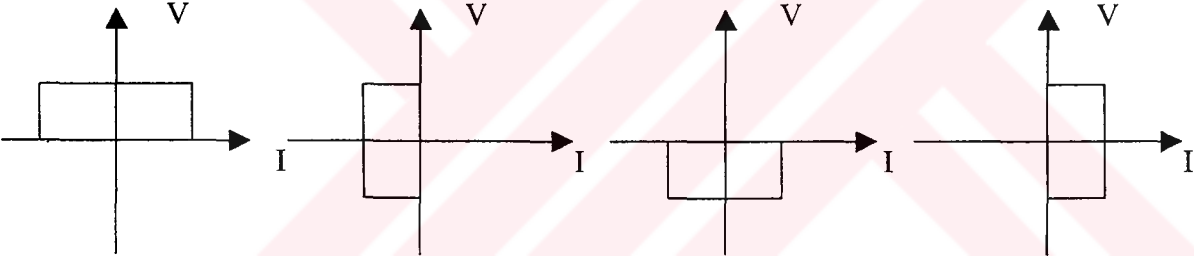
Şekil 3.2' de çalışma bölgeleri gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Tek bölge kıyıcının çalışma bölgeleri

3.3.1.2 İki bölge kıyıcılar

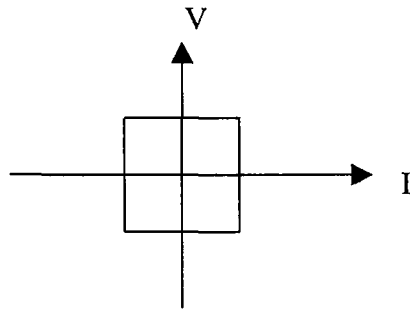
Şekil 3.3' de çalışma bölgeleri gösterilmiştir.



Şekil 3.3 İki bölge kıyıcının çalışma bölgeleri

3.3.1.3 Dört bölge kıyıcılar

Şekil 3.4' de çalışma bölgesi gösterilmiştir.

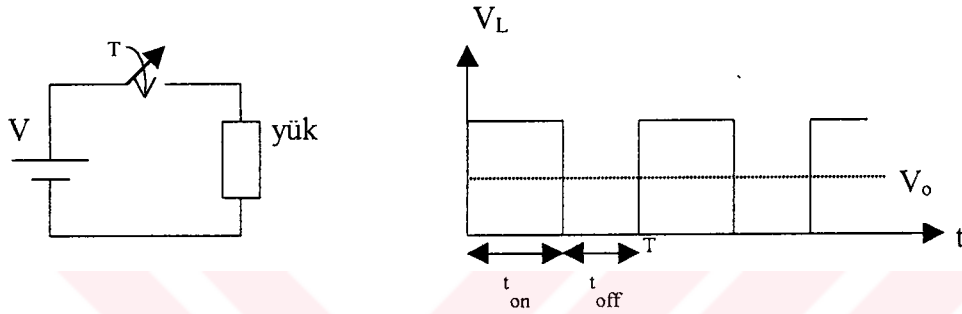


Şekil 3.4 Dört bölge kıyıcının çalışma bölgesi

Şekil 3.5’de bir DC kıyıcının sembolik gösterimi; Şekil 3.6’da ise bir MOSFET’li (Metal-Oxide-Semiconductor-Field-Effect-Transistor) DC kıyıcı devresi gösterilmiştir. MOSFET iletimde olmadığı zaman yük akımı serbest geçiş diyodu D üzerinden devresini tamamlamaktadır. Şekil 3.5’deki yük üzerindeki gerilimin ortalama değeri;

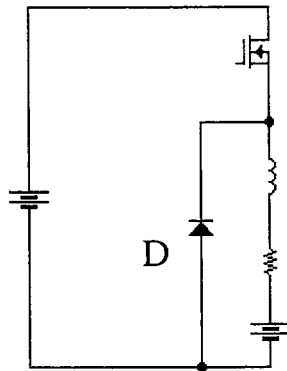
$$V_o = \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}} V \quad (3.1)$$

olarak hesaplanır.

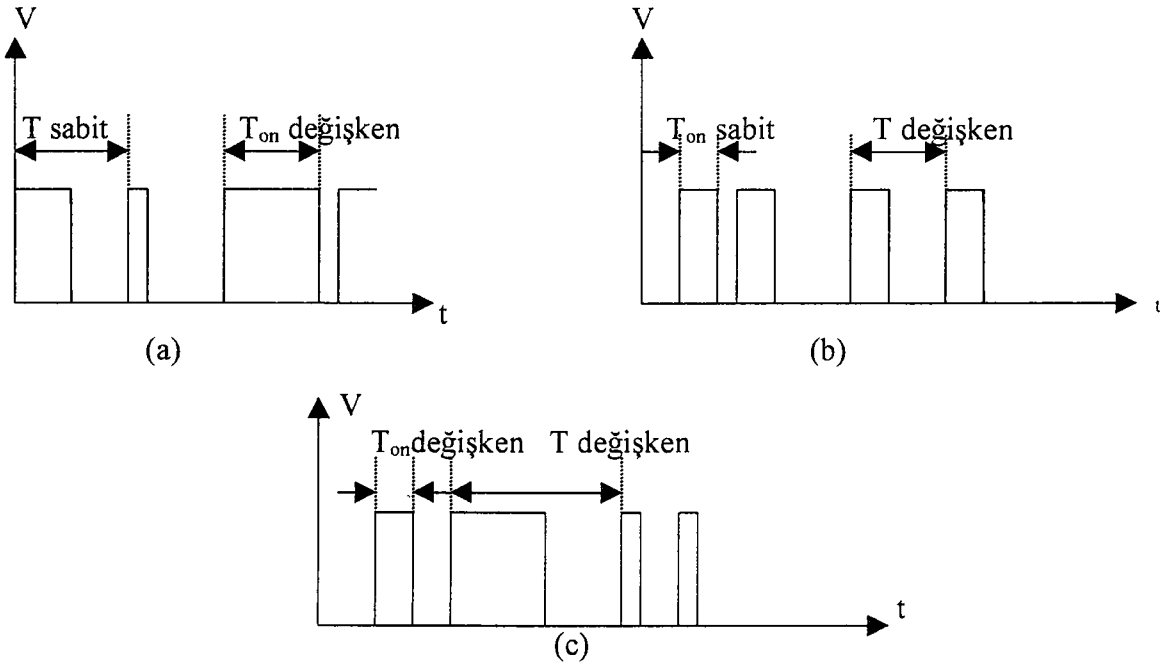


Şekil 3.5 DC kıyıcının sembolik gösterimi

Burada T kıyım periyodu, $\alpha = t_{on}/T$ ise darbe oranı (duty cycle) olarak adlandırılır. Yani yük üzerine düşen gerilim, darbe oranına bağlı olarak değişmektedir. Bu durumda yük üzerine düşen ortalama gerilim üç değişik şekilde değiştirilebilir. Bu durumlar Şekil 3.7’de gösterilmiştir.



Şekil 3.6 MOSFET’li temel kıyıcı devresi

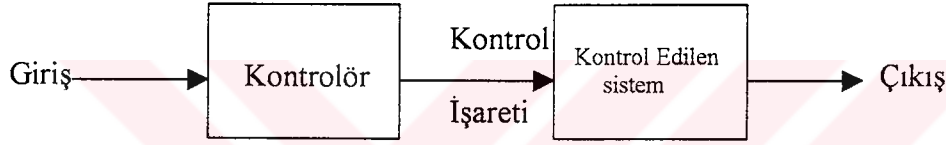


Şekil 3.7 (a) Sabit periyotlu, değişken darbe oranına haiz dc kıyıcı (b) sabit darbe oranında, değişken periyotta çalışan DC kıyıcı (c) değişken darbe oranında ve değişken periyot ile çalışan dc kıyıcı

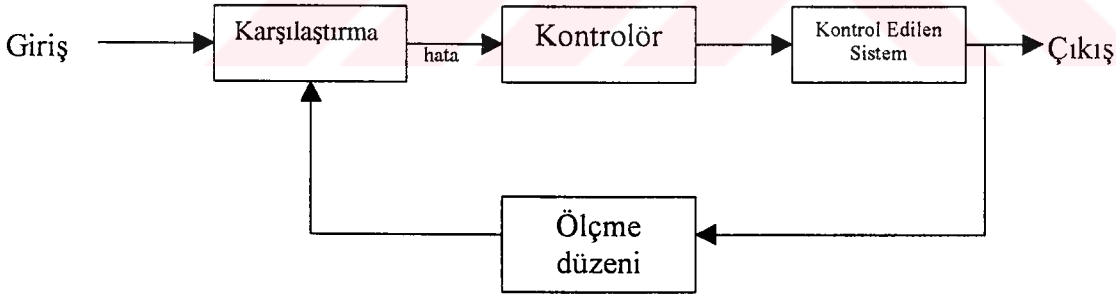
Birinci metotta kıyım frekansı sabit tutuluyor ve darbe genişliği değiştiriliyor. Bu metot darbe genişlik modülasyonu (PWM) olarak bilinir. İkinci metot ise frekans modülasyonu (FM) olarak bilinir. İlk iki metodun birleşimi olarak bilinen üçüncü ve son metot ise darbe genişlik frekans metodudur. Bu metot da ise T periyodu ve darbe genişliği değişkendir.

4. KONTROL SİSTEMİ

Bir kontrol sistemi, arzu edilen sistem cevabını sağlayacak bir yapıyı oluşturmak üzere elemanların bir araya getirilmesi ile meydana gelmektedir. Temel amaç, sistemde istenen bir dinamik değişkenin önceden belirlenmiş bir yörüngeye veya değere yakın kalmasını sağlamaktır. Bu amaç doğrultusunda oluşturulan kontrol sistemi iki ana blok içerir. Bunlardan birincisi; kontrol edilen sistem, diğeri bu sistemi kontrol eden kontrolör bloğudur. Kontrolör çıkışı kontrol edilen sisteme uygulanan işarettir. Şekil 4.1'deki sistemde bir çevrim bulunmadığı için bu tür sistemlere açık çevrim kontrol sistemleri denir. Açık çevrim kontrol sistemlerinden farklı olarak, kapalı çevrim kontrol sistemlerinde, sistem çıkışı ile referans değeri karşılaştıran bir blok ve bu karşılaştırma sonucu oluşan hatayı minimumlaştıran kontrolör bloğu mevcuttur (Ogata, 1997).



Şekil 4.1 Açık çevrim kontrol Sistemi



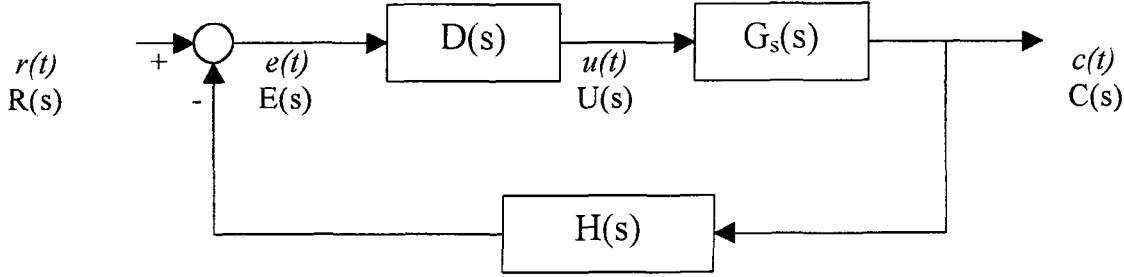
Şekil 4.2 Kapalı çevrim kontrol sistemi

4.1 Transfer Fonksiyonu

Geleneksel kontrol teorisinde alışlagelmiş kontrol sistemlerinin analiz ve sentezinde sistemin matematiksel modelinin kurulması esastır. Sürekli kontrol sistemlerinde sistem parametreleri zamanla değişmiyorsa ve lineer ise, bu sistemler zaman tanım bölgesinde normal diferansiyel denklemler ile yada durum denklemleri ile S-domeninde Laplace dönüşümü ve transfer fonksiyonları ile; frekans domeninde Fourier dönüşümü ve transfer fonksiyonları yardımı ile

ifade edilirler. Transfer fonksiyonu yaklaşımının temel avantajı, kontrol sistemlerinin analiz ve sentezinin kolayca yapılabilmesine imkan tanınmasıdır.

Sürekli bir kontrol sisteminin elemanları transfer fonksiyonları ile ifade edilerek şekil 4.3 'de blok diyagramda gösterilmiştir. Şekil 4.3'de verilen blok diyagramda $r(t)$ referans, $c(t)$ sistem çıkışı, $e(t)=r(t)-c(t)$ hata değeri ve $u(t)$, sisteme uygulanan kontrol işaretini ifade eder.



Şekil 4.3. Sürekli zaman kapalı çevrim kontrol sistemi blok diyagramı

Şekil 4.3'de blok diyagramı verilen sistemin kapalı çevrim transfer fonksiyonu;

$$T(S) = \frac{C(S)}{R(S)} = \frac{D(S)G_s(S)}{1 + D(s)G_s(s)H(s)} \quad (4.1)$$

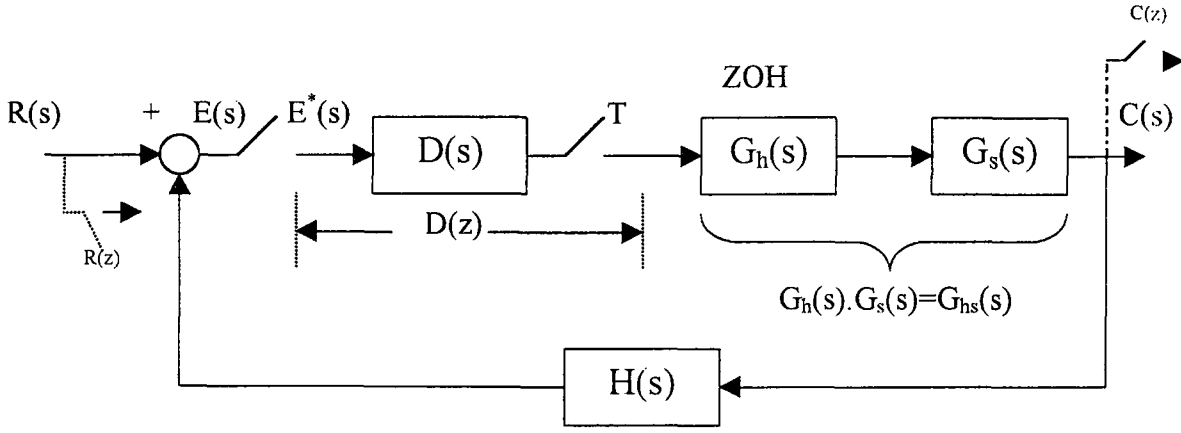
olarak bulunur. Bu denklem $G(s)=D(s)G_s(s)$ tanımı ile,

$$T(s) = \frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G(s)}{1 + G(s)H(s)} \quad (4.2)$$

şeklinde en basit bir kontrol sisteminin yapısı elde edilmiş olur.

Dijital kontrol sistemlerinin matematiksel modelinin elde edilmesinde fark denklemleri kullanılır. Alışılmış kontrol sistemlerinin s-domeni analizine benzer olarak, dijital kontrol sistemlerinin matematiksel modeli z-domeninde, z dönüşümü transfer fonksiyonları ile verilir.

Analog sistemlere benzer şekilde, bir dijital kontrol sistemi, kullanılan elemanların transfer fonksiyonları ile Şekil 4.4'de gösterilen blok diyagram ile gösterilmektedir. Şekilde örneklenmiş işaretler “*” ile gösterilmiştir (Ogata, 1987).



Şekil 4.4 Geri beslemeli basit bir dijital kontrol sistemi

Şekil 4.4'deki blok diyagramı ile gösterilen ayrık otomatik kontrol sisteminin transfer fonksiyonu;

$$T(z) = \frac{C(z)}{R(z)} = \frac{D(z) \cdot G_{hs}(z)}{1 + D(z) \cdot G_{hs}(z)} \quad (4.3)$$

şeklinde olur. Bu denklemde $G_{hs}(s) = G_h(s) \cdot G_s(s)$ tanımı ile verilmektedir.

4.2 Dijital Kontrol Sistemleri

Bir kontrol sistemi çevrimine istenilen veya arzu edilen şekilde işaretlerin işlenmesini sağlayan bir dijital bilgisayar eklendiği zaman meydana gelen kontrol sistemine dijital kontrol sistemi adı verilir. Dijital kontrol sistemleri 1960'lardan beri direkt olarak büyük ölçekli proses kontrol sistemlerine, kimyasal ve diğer proseslere uygulanmaktadır. Bilgisayar sistemleri ve mikroelektronikteki hızlı gelişmelere paralel olarak üretebilme kabiliyeti, ürün kalitesi artmış; bununla ters orantılı olarak maliyet giderek azalmıştır.

Dijital kontrol sistemlerinin, analog kontrol sistemlerine oranla üstünlüklerini şöyle sıralayabiliriz:

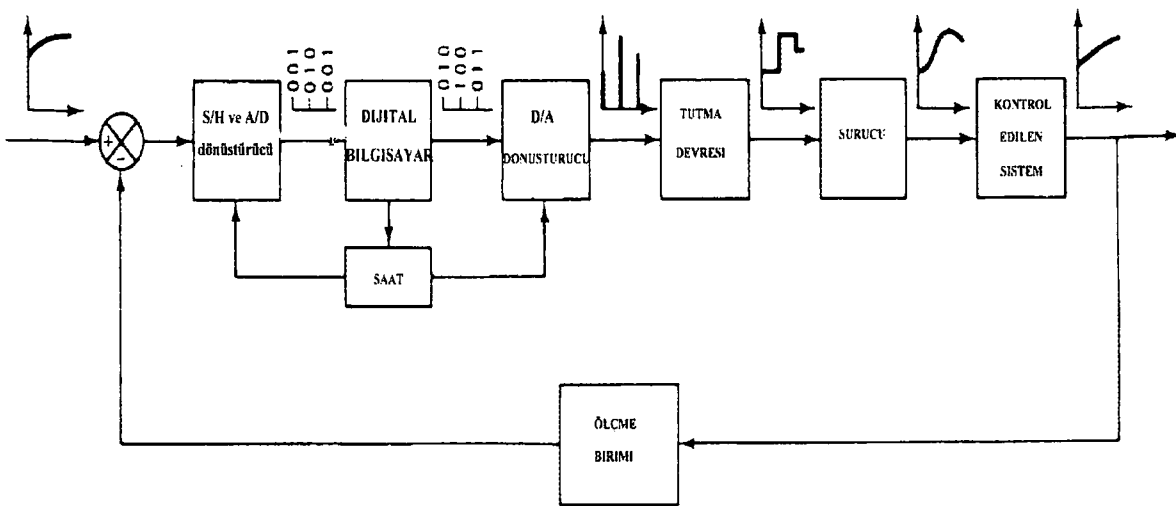
1. Dijital bilgisayarların veri işleme kabiliyeti çok mükemmeldir. Karmaşık kontrol hesapları kolaylıkla yapılabilir.
2. Gerekli görüldüğü zamanlarda kontrol programları (kontrolörün karakteri) kolaylıkla değiştirilebilir.
3. Dahili gürültü ve kaymalar açısından analog kontrolörlere oranla mükemmeldirler.

Bunların yanı sıra dijital kontrolörlerin bazı eksiklikleri de vardır. Bunlar:

1. Örnekleme ve kuantalama prosesleri esnasında çok fazla hata oluşabilir. Bu da sistem performansını olumsuz etkileyebilir.
2. Analog kontrolörlerin tasarımına oranla dijital kontrolörlerin tasarımı daha zordur. Dijital kontrolörlerde kararlılık daha zor sağlanır.

Şekil 4.5’de verilen blok diyagramda bir dijital kontrol sistemi bütün alt blokları ile gösterilmiştir. Kontrol operasyonu sistem saati ile senkronize edilir. Böyle bir sistemin bazı bölümlerinde işaretler sürekli zaman, genlikli ayırık zaman, veya nümerik kodda kuantalanmış sayısal büyüklükler cinsindedir.

Sistem çıkışı sürekli zaman işaretidir. Hata işareti örnekleme ve tutucu ve analog-dijital dönüştürücü yardımı ile sayısal hale getirilir. Dijital bilgisayar bu sayıları istenilen algoritma çerçevesinde yazılmış olan program vasıtası ile işleyerek yeni sayısal sonuçlar üretir. Her örnekleme esnasını takiben diğer bir örnekleme esnasına kadar bilgisayar ilgili algoritmayı koşturarak bir sayısal kontrol işareti üretmek durumundadır. Bu da sayısal işleyicinin ne kadar hızlı çalışması gerektiğini gösterir. Üretilmiş olan sayısal büyüklüğün kontrol edilen sisteme uygulanabilmesi için fiziksel bir büyüklüğe dönüştürülmesi gerekir. Bu noktada dijital-analog dönüştürücü ve tutucu devreye girerek sayısal işareti analog işarete dönüştürürler. Dijital – analog dönüştürücünün çıkışı isteğe bağlı olarak sisteme direkt veya bir sürücü üzerinden aktarılır.



Şekil 4.5 Dijital kontrol sisteminin blokları ve blok çıkış sinyalleri (Ogata, 1987)

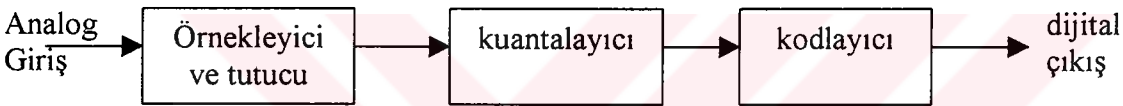
Sürekli zaman işaretlerinin ayırık zaman işaretlerine dönüştürüldüğü prosese örnekleme; buna karşılık ayırık zaman işaretlerinin sürekli zaman işaretlerine dönüştürülmesi işlemine de veri

tutma işlemi denir. Çoğu zaman bu işlem iki örnekleme zamanı arasında sinyali sabit tutarak sağlanır.

4.2.1 Örnekleme işlemi

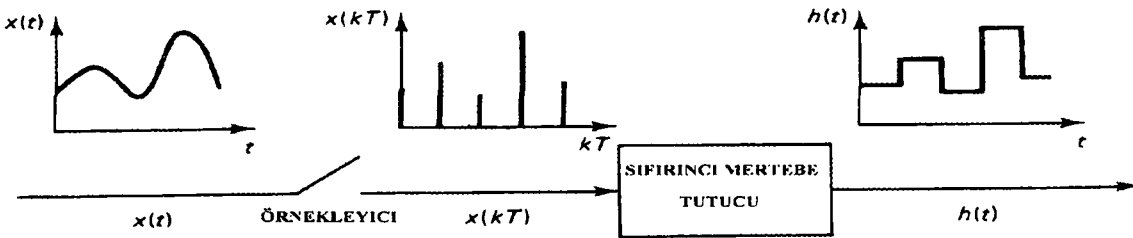
Dijital işaretler sürekli işaretlerin belirli bir örnekleme frekansı ile örneklenmesi, tutulması ve kuantalanması (sayısal olarak değerlendirilmesi) ve özel bir şekilde kodlanması sonucu elde edilirler. Buna göre belirli bir aralıkta değişen sürekli bir işaret ; 0 ve 1'lerden oluşmuş bir darbe katarı şeklinde dijital olarak elde edilir. Bu dijital işaretler bilgisayar, mikrokontrolör veya bir sayısal işaret işleyici yardımı ile değerlendirilerek kontrol işaretleri üretilir.

Analog bir sinyalin, sayısal bir işarete dönüşümü, Şekil 4.6'daki blok diyagramda gösterilmiştir.



Şekil 4.6 Analog-dijital çevirici blok yapısı

Analog-dijital dönüştürücünün ilk elemanı örnekleyci ve tutucu elemanıdır. Bu elemanın görevi, belli aralıklarla sürekli işareten örnekler alıp bu değerleri bir sonraki örnek alma zamanına kadar tutmaktır.



Şekil 4.7 Örnekleyci ve sıfırıncı mertebeden tutucu (Ogata, 1987)

Şekil 4.7'de blok diyagramı verilen örnekleyci ve sıfırıncı mertebeden tutucunun matematiksel ifadesi şu şekilde çıkartılabilir

$X(t)$ nin $t < 0$ için sıfıra eşit olduğunu düşünürsek; $h(t)$ ile $X(t)$ arası ilişki şu şekilde elde edilir.

(4.4)'de verilmiş olan ifadenin Laplace dönüşümü alınırsa aşağıdaki ifade elde edilir.

$$h(t) = x(0) \cdot [1(t) - 1(t - T)] + x(T) \cdot [1(t - T) - 1(t - 2T)] + x(2T) \cdot [1(t - 2T) - 1(t - 3T)] + \dots$$

$$= \sum_{k=0}^{\infty} x(kT) [1(t - kT) - 1(t - (k+1)T)]$$
(4.4)

$$L[h(t)] = H(s) = \sum_{k=0}^{\infty} x(kT) \frac{e^{-kTs} - e^{-(k+1)Ts}}{s} = \frac{1 - e^{-Ts}}{s} \sum_{k=0}^{\infty} x(kT) e^{-kTs}$$
(4.5)

(4.5)'de verilen denklemin sağ tarafı iki terimin çarpımı şeklinde de ifade edilebilir.

Bu durumda;

$$H(s) = G_{ho}(s) \cdot X^*(s)$$
(4.6)

$$G_{ho}(s) = \frac{1 - e^{-Ts}}{s}$$
(4.7)

$$X^*(s) = \sum_{k=0}^{\infty} x(kT) e^{-kTs}$$
(4.8)

$X^*(s)$ ile tanımlı fonksiyon $x(t)$ giriş işaretinin bir fonksiyonu şeklindedir. $G_{ho}(s)$ ise, $H(s)$ çıkışı ile $X^*(s)$ girişi arasında bir transfer fonksiyonu olarak tanımlanabilir. Buradan, sıfırıncı mertebeden tutucunun transfer fonksiyonu;

$$G_{ho}(s) = \frac{1 - e^{-Ts}}{s}$$
(4.9)

bulunur.

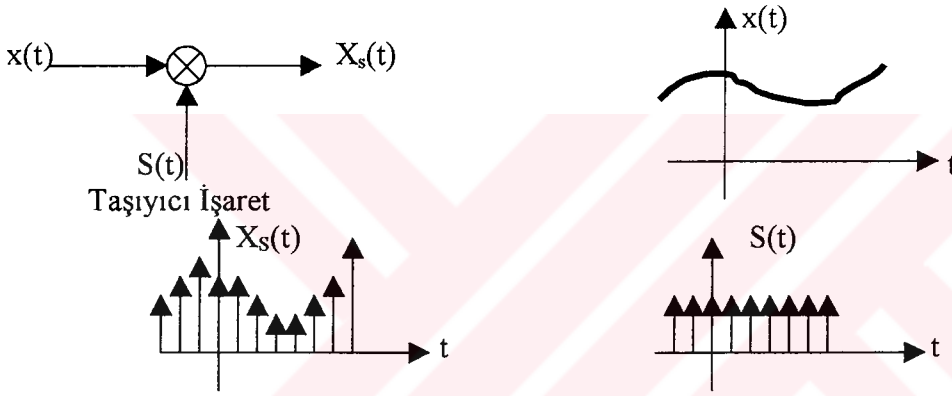
Örneklemede işlem süresi, örnekleme periyodundan çok küçük olduğu için sıfır, yani herhangi bir gecikmenin olmadığı kabul edilmiştir. Örnekleme elemanının çalışma prensibi Shannon teoremi veya Nyquist örnekleme teoremi olarak da bilinen teoreme dayanmaktadır.

Bu teoremin tanımı verilmeden önce **bant sınırlı işaret** kavramı açıklanmalıdır (Tunca, 1997).

$X(\omega)=0$, $|\omega| \geq \omega_m$ koşulunu sağlayan $X(t)$ işareti için “ ω_m rad/sn ile bant sınırlıdır” denir. Bu durumda örnekleme teoremi için; ω_m rad/sn ile bant sınırlı bir $X(t)$ işaretinin, bu işaretten eşit aralıklarla (T) alınan örnek değerlerinden tek ve bozulmaksızın yeniden elde edilmesi için gerek ve yeter koşul ;

$$\omega_s \geq 2 \omega_m \quad (4.10)$$

olmasıdır. (ω_s : örnekleme açısal frekansı)



Şekil 4.8 İdeal örnekleyicide örnekleme işlemi (Tunca, 1997)

İdeal örnekleyicide taşıyıcı işaret birim impuls fonksiyonu olarak,

$$S(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta(t - kT) \quad (4.11)$$

şeklinde gösterilir. Buna göre örneklenmiş işaret,

$$X_S(t) = X(t) \cdot S(t) \quad (4.12)$$

$$X_S(t) = X(kT) \cdot \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta(t - kT) \quad (4.13)$$

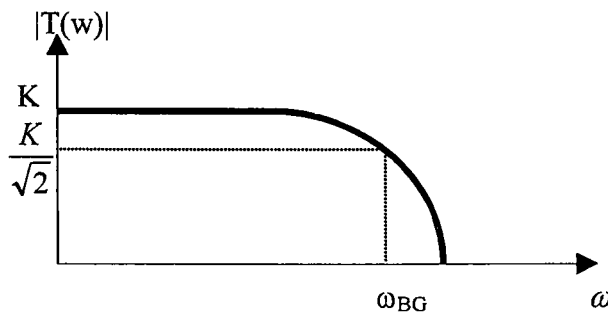
olmaktadır.

Örnekleme frekansının, teoremden belirtilen değerden küçük seçilmesi örneklenen işaretin yeniden elde edilmesini imkansızlaştırır. Bu olaya **örtüşme etkisi** denir. Kapalı çevrim kontrol sistemlerinde bu durum sistem kararlılığını bozar. Bu nedenle dijital kontrol sistemlerinde örnekleme frekansının seçimi önem taşımaktadır ve sistem frekansının bir kaç katı olacak şekilde seçilmelidir. Örnekleme frekansının çok büyük alınması sistem performansı üzerinde gözle görülür bir iyileştirme yapamayacağı gibi daha pahalı dijital kontrolörler gerektirecektir.

Kontrol sistemlerinde örnekleme frekansı genellikle $f_s = (6 - 25) \cdot f$ olacak şekilde belirlenir. Endüstride kullanılmakta olan bazı sistemler için örnekleme periyotları aşağıda verilmiştir (Aström ve Wittenmark, 1997).

Servo Mekanizmalarda	$T=0.001 - 1\text{ s}$
Debi Kontrolünde	$T=1 - 3\text{ s}$
Seviye Kontrolünde	$T=5 - 10\text{ s}$
Basınç Kontrolünde	$T=1 - 5\text{ s}$
Sıcaklık Kontrolünde	$T=10 - 45\text{ s}$
Damıtma Kontrolünde	$T=10 - 180\text{ s}$
Kimyasal Sistemlerde	$T=10 - 45\text{ s}$
Çimento Sanayi ve kurutma sistemlerinde	$T=20 - 45\text{ s}$

4.2.2 Sistem bant genişliğinin hesabı



Şekil 4.9 Sistem frekans cevabı

Kontrol mühendisleri, yüksek mertebeden sistemleri benzetim yolu ile ikinci mertebeden sistem durumuna getirir. Bunu yaparken s-düzleminin soluna bir hat çizer, etkisi az olan kutupları bu hattın solunda bırakır, $j\omega$ eksenine yakın olan kutuplarla ilgilenir. Etkili kutupların reel eksen bileşenlerinin (σ) 5 katı uzağa diğer kutupları atmak bizim için yeterli sayılır. Z-düzleminde de benzer işlemleri yapar, baskın olmayan kutupları z-düzleminde birim

dairenin orjinine yaklaştırırız. Birim daireye yakın olan kutuplar kararlılık açısından tehlikelidirler. Bu kutupların üzerine sıfır çakarak bunların etkisini en aza indiririz (Bir,1998).

İkinci mertebeden bir sistem Laplace tanım bölgesinde şu şekilde ifade edilebilir.

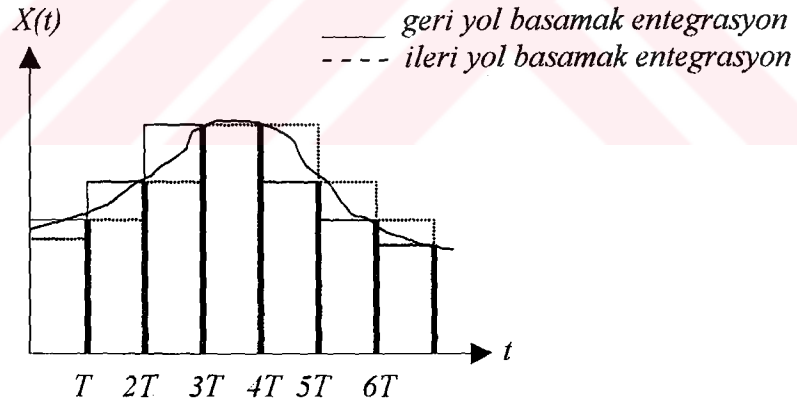
$$\frac{C(s)}{R(s)} = T(s) = \frac{K\omega_n^2}{s^2 + 2\delta\omega_n s + \omega_n^2} \quad (4.14)$$

(4.14)'de s yerine $j\omega$ yazarsak ve sistemin modülünü alarak $\frac{K}{\sqrt{2}}$ 'ye eşitlersek sistem köşe frekansını hesaplayabiliriz. Buradan bant genişliği şu şekilde elde edilir:

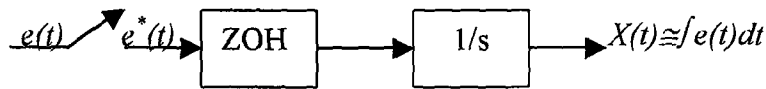
$$\omega_{BG} = \omega_n \sqrt{(1-2\zeta^2) + \sqrt{4\zeta^4 - 4\zeta^2 + 2}} \quad (4.15)$$

4.2.3 Dijital dinamik kontrolörün tasarımı

4.2.3.1 Ayrık entegrasyon



Şekil 4.10 Ayrık entegrasyon işlemi



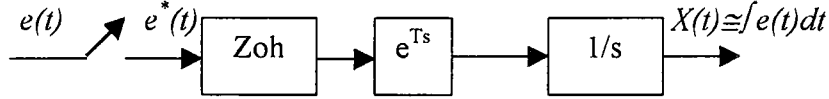
Şekil 4.11 İleri yol integral işlemi

Şekil 4.11'de blok diyagram ile verilen entegral işlemi Z-domeninde incelersek; İleri yol entegrasyonu;

$$\frac{X(z)}{E(z)} = Z\left\{\frac{1-e^{-Ts}}{s^2}\right\} = (1-z^{-1})\frac{Tz}{(z-1)^2} = \frac{T}{z-1} \quad (4.16)$$

elde edilir. Şekil 4.12’de blok diyagramı verilen geri yol entegrasyonu ise şu şekildedir:

$$\frac{X(z)}{E(z)} = Z\left\{\left(\frac{1-e^{-Ts}}{s}\right)e^{Ts}\frac{1}{s}\right\} = Z\left\{\frac{e^{Ts}-1}{s^2}\right\} = (z-1)\frac{Tz}{(z-1)^2} = \frac{Tz}{z-1} \quad (4.17)$$



Şekil 4.12 Geri yol entegral alma işlemi

Yukarıda verilen entegral alma işlemlerinde belli bir oranda hata yapılır. Bu hatayı minimuma indirmenin bir yolu poligonal entegral alma işleminden geçer. Buna göre;

$$\text{Poligonal entegrasyon} = (\text{ileri yol enteg.}) + [(\text{geri yol enteg.}) - (\text{ileri yol enteg.})] / 2$$

Şeklinde hesaplanabilir. Yukarıda sözle anlatılan ifadeyi z-domeninde ifade edersek;

$$Z\left\{K_I \int e(t) dt\right\} \cong K_I \left[\frac{T}{z-1} + \left(\frac{Tz}{z-1} - \frac{T}{z-1} \right) \frac{1}{2} \right] E(z) = \frac{K_I T E(z) (z+1)}{2(z-1)} \quad (4.18)$$

elde edilir (Bir, 1998).

4.2.3.2 Ayrık türev

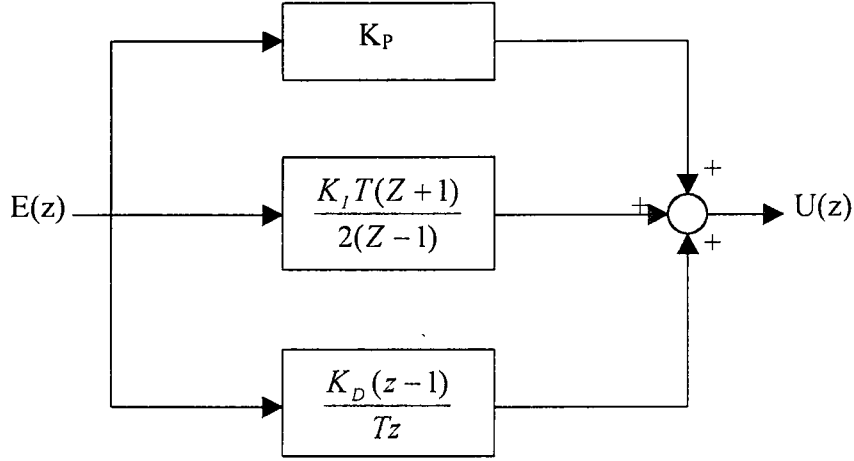
Herhangi 2 örnekleme zamanı arasında işaretin türevi,

$$\frac{de(t)}{dt} \cong \frac{e(kT) - e[(k-1)T]}{T} \quad (t=kT \text{ için}) \quad (4.19)$$

olur. (4.19)’da, zaman domeninde verilmiş olan bu ifadeyi ayrık zamanda işlersek;

$$Z\left\{K_D \frac{de(t)}{dt}\right\} \cong K_D \frac{1-z^{-1}}{T} E(z) = K_D \frac{z-1}{z} E(z) \quad (4.20)$$

elde edilir. Açıklanan ayrık türev, ayrık entegral ve oransal kontrolörleri birleştirerek oluşturulacak ayrık P.I.D (Oransal-Entegral-Türev) kontrolörünün blok diyagramı şekil 4.13’de verilmiştir.



Şekil 4.13 Ayrık zamanda PID kontrolünün blok diyagramı (Tunca, 1997)

Yukarıda blok diyagram ile verilen PID kontrolörünü toplar ve ayrık zamanda düzenlersek ve transfer fonksiyonu olarak tanımlarsak;

$$\frac{U(z)}{E(z)} = \frac{(2K_D + 2K_p T + K_I T^2)z^2 - (4K_D + 2K_p T - K_I T^2)z + 2K_D}{2Tz(z-1)} \quad (4.21)$$

olur. Bu transfer fonksiyonunda dikkat edilmesi gereken nokta ; $K_D \ll K_p, K_I$ olmasıdır. Yani K_D katsayısı ihmal edilebilir. Bu transfer fonksiyonunun sistem dinamiğini üzerindeki etkisini araştırmak için öncelikle (4.21)’de verilen transfer fonksiyonunun sıfırları ve kutuplarına bakmak gerekmektedir (Bir, 1998).

Yukarıda (4.21)’de verilen fonksiyon parçalanırsa;

$$\frac{U(z)}{E(z)} \cong \frac{2K_p + K_I T}{2z(z-1)} \left[z^2 - \frac{2K_p - K_I T}{2K_p + K_I T} z + \frac{2K_D}{2K_p + K_I T} \right] \quad (4.22)$$

elde edilir. Bu ifadenin sıfırları ise aşağıda elde edildiği gibidir.

$$z_{1,2} = \frac{2K_p - K_I T}{2(2K_p + K_I T)} \mp \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{2K_p - K_I T}{2K_p + K_I T} \right)^2 - \frac{2 \frac{K_D}{T}}{2K_p - K_I T}} \quad (4.23)$$

$$z_{1,2} = \frac{2K_p - K_I T}{2(2K_p + K_I T)} \left[1 \mp \sqrt{1 - \left(\frac{8K_D(2K_p + K_I T)}{T(2K_p - K_I T)^2} \right)} \right] \quad (4.24)$$

(4.24)'deki denklemle verilen ifadeyi sadeleştirmek amacı ile karekök içersindeki ifade seriye açılır ve;

$$\sqrt{1 - \varepsilon} \cong 1 - \frac{\varepsilon}{2} \quad (\varepsilon = \text{çok küçük}) \quad (4.25)$$

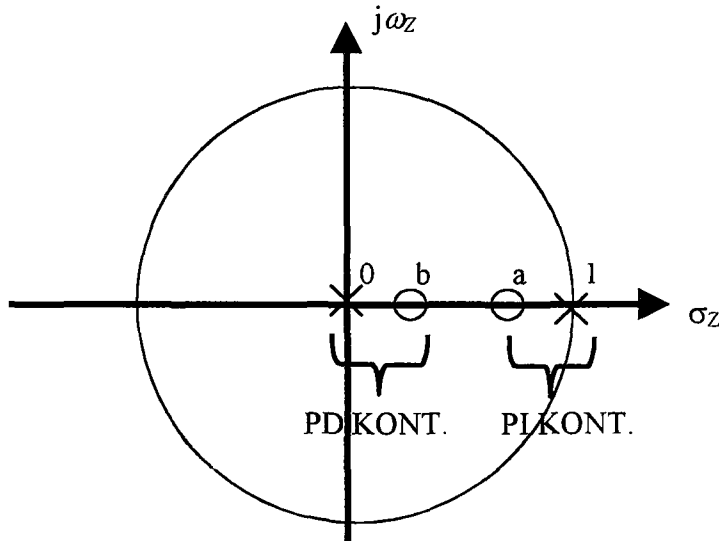
olarak tanımlanırsa, (4.24) ile verilen denklem;

$$z_{1,2} = \frac{2K_p - K_I T}{2(2K_p + K_I T)} \left[1 \mp \left(1 - \frac{4K_D(2K_p + K_I T)}{T(2K_p - K_I T)^2} \right) \right] \quad (4.26)$$

şeklini alır. Buradan, sistem kontrolörünün sıfırlarının son şekli şu şekilde elde edilir.

$$a \equiv \frac{2K_p - K_I T}{2K_p + K_I T} \quad (4.27)$$

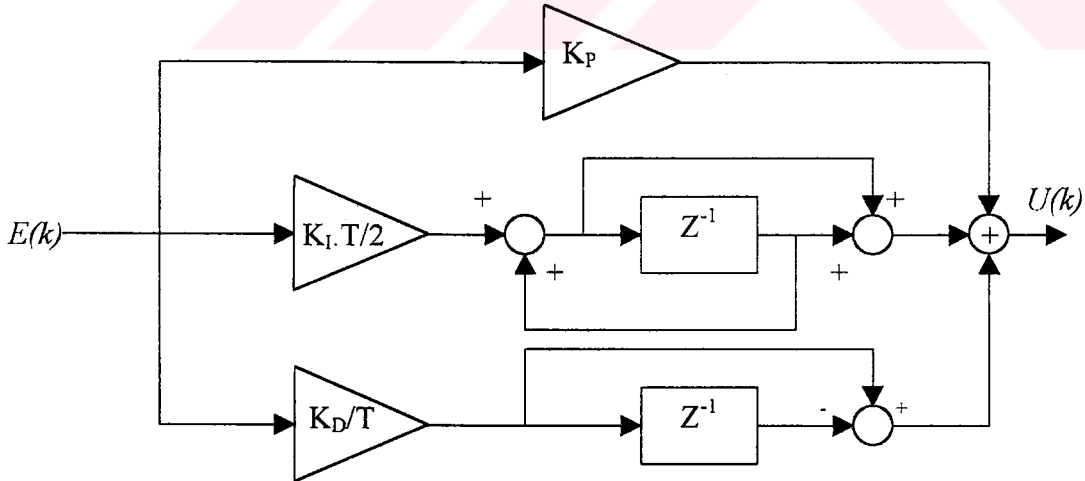
$$b \equiv \frac{2K_D}{T(2K_p - K_I T)} \quad (4.28)$$



Şekil 4.14 Kontrolör sıfırları ve kutuplarının Z-düzlemindeki yerleri

Bu sıfırları ve kontrolör kutbunu birim daire üzerinde Şekil 4.14'deki gibi ifade edebiliriz. Şekil 4.14'de de görüldüğü gibi sistem kontrolörü sisteme fazladan 2 adet kutup ile 2 adet sıfır getirmektedir. Kutuplardan bir tanesi $z=0$ 'da ,diğeri de $z=1$ ' dedir. $z=0$ ' daki kutup sistem üzerinde etkisizdir. Birim daireye yakın kutuplar ise sistem dinamiğini değiştirmede güçlü bir etkiye sahiptirler. $z=1$ 'deki kutup kararlı hal hatasını sıfırlayacaktır. Bu kutup entegral işleminin etkisinden dolayı sisteme katılmıştır. Biz burada sıfırlarla oynayarak sistem dinamiğini istediğimiz şekilde değiştireceğiz. Birim daireye yakın olan kutuplar tehlike arz eden kutuplardır. Bu kutuplar sistem çalışırken yük, sıcaklık, çevre gürültüleri ve benzeri etkiler nedeni ile birim daireyi aşarak sistemi kararsızlığa sürükleyebilir. Biz, elimizdeki fazladan kontrolör tarafından gelen sıfırları bu kötü huylu kutupların üzerine çakarak onları etkisiz, veya çok az etkili kılarız. K_D katsayısının çok küçük seçilmesi gerekliliği nedeni ile de türev kontrolörünü kaldırabiliriz. Türev kontrolörü sadece sistem cevabının aşımalarını etkileyecektir. Aşımalar ise oran ve entegral katsayılarının seçimleri ile minimuma indirgenebilir.

Şekil 4.13'de blok diyagram ile verilen ayrık zamanda PID kontrolörü, bilgisayar veya herhangi bir işlemci tarafından programlanabilecek durumda değildir. Şekil 4.13'deki diyagramı herhangi bir programlama yönteminden biri ile açarsak ve sayısal filtre haline getirirsek Şekil 4.15'deki programlanabilir durumu elde ederiz.



Şekil 4.15 Ayrık PID kontrolörünün programlanabilir blok diyagramı

5. DSP'NİN GENEL YAPISI, DİĞER İŞLEMCİLERLE KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ VE UYGULAMA ALANLARI

5.1 DSP'nin Genel Özellikleri

Kontrol algoritmalarının gerçek zamanda işlem yapabilmesi, dış dünyadan; yani üzerinde çalışılan sistemden elde edilen fiziksel büyüklüklerin değerlendirilip aynı anda gerekli olan kontrol parametrelerinin hesaplanması anlamına gelmektedir. Sistemler karmaşık bir yapıya sahip olup, algoritmalar daha kapsamlı hale geldikçe mikroişlemciler yapıları itibariyle çözüm için yeterli olmamaya başlamışlardır. Tüketiciden gelen talepler doğrultusunda üretici firmalar uygulamalara özel bazı işlemciler üretmişlerdir. Bu işlemciler genel amaçlı işlemcilerden daha hızlı, fakat uygulamalara özel olduklarından kullanım alanı açısından genel anlamda sınırlı işlem kapasitesinde kalmışlardır. Bu tür teknolojiye yönelik uygulamalarda ulaşılmak istenen hedef, mikroişlemcilerin yararlarını yapısında bulunduran ve yetersiz kaldığı durumlarda yeni olanaklar sunan bir işlemci geliştirmek olmuştur.

Mikroişlemcilerin üretilmesinde kullanılan yarı iletken teknolojisi, gün geçtikçe yeni gelişmelere tanık olmaktadır. VLSI (Very Large Scale Integration) denilen üretim tekniği yardımı ile, çok daha hızlı ve güçlü yapılar, çok daha küçük alanlara sıkıştırılarak üretilmeye başlanmıştır. İşlemcilerin güç kaybının düşük değerde olmasını sağlayan bu sistem, tasarımcıya karmaşık problemlerin kolayca çözümlenebilmesi kolaylığını getirmiştir. Mikroişlemcilerin mimari yapıları iki çeşittir. Bu mimariler kendilerini geliştiren kişilerin adları ile anılmaktadır. Bunlardan bir tanesi **Von Nuemann** olarak adlandırılmıştır. Veri ve komutların saklanması için aynı bellek biriminin kullanılması, aynı bilgi transfer yolu üzerinde veri daralması olarak da tanımlayabileceğimiz veri sıkışması problemlerine neden olmaktadır. Komut ile veri aynı yol üzerinden taşınmaktadır. Bu da işlemlerin çok daha uzun sürede tamamlanmasına ve saat çevrim süresinin uzamasına sebep olmaktadır. Örneğin 16 bit'lik sayılarla işlem yaparken, 8 bit'lik bir işlemci, sayıları iki parça olarak alıp, işlemektedir. Bu da 16 bit'lik bir işlemcinin yarı hızında çalışması anlamına gelmektedir. Yeni nesil işlemcilerde, üniteler bağımsız olarak çalıştırılarak, hızı arttırma yoluna gidilmiş ve kısıtlı bir paralel çalışma sağlanmıştır. Veri taşınması, eklenen yeni komut ve yapı değişikliği ile tek saat çevriminde gerçekleştirilebilmektedir.

Harvard mimarisi olarak adlandırılan ikinci tip mimari DSP'lerde ve yeni nesil işlemcilerde kullanılmaya başlanmıştır. Bu mimari tipinde veri ve adres yollarının birbirinden ayrı olması

nedeni ile, işlemci çok daha hızlı işlem yapabilmektedir. Bunun yanı sıra DSP'lerde (Digital Signal Processor) bulunan paralel işlem yapabilme özelliği, aynı anda birkaç komut işleyerek hızının katlanmasını sağlayan bir diğer etken olmaktadır. Bir mikroişlemcinin işlem yapabilme kapasitesini gösteren komut sayısı ve adresleme modları, DSP sistemlerinde diğer işlemcilerde göre daha kısıtlı gibi görünse de, sistemin özelliklerini tam olarak kullanmayı sağlayan özel komutlar sayesinde, birçok işlem tek bir saat çevrimi süresinde yapılabilmektedir. Özellikle kontrol sistemlerinde çok kullanılan çarpma ve toplama işlemlerinin birkaç makine çevriminde gerçekleştirilebilmesi, hız yönünden büyük bir avantaj getirmektedir. Bir algoritma içinde tekrarlanan döngü işlemleri; DSP'lerin özel komutları sayesinde çok daha hızlı ve verimli olarak gerçekleştirilebilmektedir. Donanım olarak yapıların birbirinden bağımsız olması, ayrı yollar üzerinden veri ve adres iletebilmesi; merkezi işlem birimi, merkezi mantık birimi ve yardımcı kaydedici aritmetik ünitelerinin yoğun paralellik içersinde çalışması, sistemin üstün özellikleri olarak tanımlanabilir.

Uygulamaya yönelik olarak, işlemlerde kullanılan sayıların yapısal özellikleri, doğrudan doğruya yolların genişliğine bağlıdır. Genel olarak **sabit nokta aritmetiği** ile çalışan sistemlerde 16 bit, daha büyük sayılar kullanan **kayan nokta aritmetiği** ile çalışan sistemlerde 32 bit yol genişliği bulunmaktadır. Çarpma ve toplama işlemleri sonrasında oluşan yuvarlama ve kesme hataları, kontrol edilen sistem üzerinde büyük hatalara neden olabilir. Bunu önleyebilmek için, işlemcinin işlem yapabilme kapasitesinin yeterince büyük olması gerekmektedir. DSP'lerde donanım olarak bulunan çarpma ünitesinin çıkışı, çarpma işleminden sonra bit sayısının iki katı bir sonuç oluşturmaktadır. Veri yolunun iki katı büyüklüğünde olan bu sayı ile, belirli bir yuvarlatma hatası sonucu tek bir kelime boyutunda veya doğrudan çift kelime boyutunda işlem yapılabilir.

DSP'nin program çevrimleri sırasında hangi adresteki işlemi gerçekleştireceğini otomatik olarak belirlemesi, istenen bir özelliktir. Bu işlemin Aritmetik-lojik Ünite (ALU) tarafından gerçekleştirilmesi mümkündür. Fakat belirli bir gecikmeye neden olacağından, DSP içinde ayrı bir veri adres jeneratörü bulunmaktadır. Adresleme işleminin önem kazandığı, sıralı adreslemenin yapılmadığı uygulamalarda bu ünite, bağımsız çalışan bir işlemci gibi adresleri üretmektedir.

Algoritmanın işlenmesi sırasında komutların sıralı ve doğru olarak işlenmesi, komut sıralama ünitesi sayesinde olmaktadır. Bu ünite sayesinde, komutların işlenmesi sırasında, işlemcinin

mikrokod olarak çevrim ve döngüleri kullanmasına gerek kalmamaktadır. Bu da komutların daha az çevrim ile daha kısa sürede tamamlanmasını sağlamaktadır.

Ünitelerde yapılan işlemler sonunda elde edilen verilerin genişliğinin, veri yolunun genişliğinden fazla olmasından dolayı oluşan hatalar, kaydırma ünitesi yardımı ile ana işlemciye gerek kalmadan, tek bir çevrim süresinde çözümlenmektedir. Kaydırma ünitesi aynı zamanda, çok bit'li tek çevrim kaydırmalar, normalize/denormalize işlemleri, kayan nokta aritmetiği gibi işlemlerde büyük kolaylık sağlamaktadır.

Yukarıdaki kısımlarda sözü edilen, sayısal işaret işleme sırasında karşılaşılan sorunları çözmek için, DSP'ler çeşitli yöntemlerle (bu bir yazılım olabilir) en az hata ile işlem yapabilmelidir. İşlemi paralel yollara ayırarak yapılan çalışma, her bir parçanın bağımsız olarak işlenmesi prensibine dayanmaktadır. Bu çalışma şekli, parça sayısı ile ters orantılı olacak oranda, işlemin kısa sürede tamamlanmasını sağlamaktadır. Bunu yanında, işlemlerin optimal olarak dağıtılması her zaman söz konusu olmayabilir. Fazladan eklenen kütükler işlemin hızını arttırmaya yarayacaktır. Örneğin çarpma işleminde, çarpanların ayrı yollar üzerinden taşınması, çarpma işleminin süresini iki katı oranda azaltmaktadır.

Birinci nesil işlemcilerde (TMS1x) bir paralel çalışma hattı varken; yani bir fazladan komutun aynı anda işlenmesine izin verirken, ikinci nesil işlemcilerde (TMS2x) üç seviyeli, üçüncü nesil işlemcilerde (TMS3x) dört seviyeli ve beşinci nesil işlemcilerde altı seviyeli çalışma söz konusudur.

Bütün bu anlatılanlar dikkate alındığında bu ünitelerin tümünün biri biri ile uyumlu çalışabilme özelliklerinden dolayı, karmaşık algoritmalar hızlı bir şekilde işlenebilmektedir. Mimari yapıyı oluşturan ünitelerin birbirinden bağımsız olarak çalışabilmesi, sistemin hızını katlamaktadır. Komut çevrim süresinin kısa olması, belirtilen bu özelliklerden çok daha verimli olarak yararlanılabilmeyi sağlamaktadır. DSP'ler de arzu edilen özellik, tüm komutların tek bir saat çevriminde işlenebilmesidir. Sistem, mümkün olduğu kadar çok işlemi mümkün olan en az saat çevriminde gerçekleştirdiğinde, en verimli mimari yapıya sahip demektir (Texas Instruments, 1997).

Sistem tasarımı sırasında, DSP sisteminin seçiminde belirli faktörlerin önemi bulunmaktadır. Bunlar; mimarisini oluşturan ünitelerin iç yapısı, işlem yapabilme kapasiteleri, komut giriş grupları ve geliştirme üniteleridir. Genel amaçlı işlemcilerde benzer yapılar bulunmasına

rağmen, DSP'lerin kendilerine özgü bir sınıflandırması bulunmaktadır. Sistem mimarisi, kontrol edilecek sisteme çok bağımlıdır. Gerekli olan yapı ancak kontrol edilecek sistemin çok iyi tanınması ile mümkündür.

Seçilecek mimari yapı, kontrol algoritmasını en az hata ile, en hızlı biçimde en yüksek performansı sağlayacak şekilde gerçekleştirmelidir. Bunun yanında, başka bir sisteme ne kadar kolay uyum sağladığı etkili bir faktördür. Kontrol sisteminin isteğine göre, yardımcı birimler, bellek birimleri ve giriş - çıkış birimlerini bünyesinde bulundurmalı veya bu birimler ile kolaylıkla iletişim kuracak yapıda olmalıdır. DSP sistemlerinde kolay programlanabilme de önemli bir özelliktir. Bunların yanında performans-fiyat ve performans-verim arasındaki ilişkilerinde gözönüne alınması gereklidir.

5.2 Yapılan Çalışmada Kullanılan TMS320C50 Mimarisi

5.2.1 Bus yapısı

Ayrı program ve veri yolları, yoğun paralel çalışma sayesinde program komutlarının ve verinin aynı anda işlenmesini sağlamaktadır. Örneğin, gelen iki verinin çarpma işlemi yapılırken, diğer bir taraftan da, bir önceki çarpım akümülatördeki değerden çıkartılabilir, veya toplanabilir; ayrıca yeni bir adres üretilebilir. Bu paralel çalışma sayesinde tek bir makine çevriminde, aritmetik, lojik ve bit-değiştirme işlemlerinin yapılması sağlanır. C5x mimarisinde 4 ana bus bulunur.

- 1- Program Bus (PB)
- 2- Program Adres Bus (PAB)
- 3- Veri (Data) Okuma Bus'ı (DB)
- 4- Veri (Data) Okuma Adres Bus'ı (DAB)

Burada, PAB okuma ve yazma işlemleri için program hafıza alanına adres sağlamakta; PB, program hafıza alanından Merkezi İşlem Birimi (CPU)'ya komut kodları ile ani operasyonel komutları taşımakta; DB, veri hafıza alanı ile CPU'yu birleştirmekte kullanılmaktadır.

Program ve veri busları birlikte çalışarak tek bir makine çevrimi ile yapılan çarpma/aküde saklama işlemlerini gerçekleştirmektedirler (Texas Instruments C5x User's Guide, 1997).

5.2.2 Dahili hafıza

C5x'in mimarisi sistem performansını arttırmak amacı ile değişik hafıza birimleri ile donatılmıştır.

- 1- Sadece okunabilir program hafıza (ROM)
- 2- Veri/program iki çeşit işlem yapabilen RAM (DARAM)
- 3- Veri/program tek işlem yapabilen RAM (SARAM)

C5x 16 bitlik 224 k kelimeyi adresleyebilen bir işlemcidir. Hafıza alanı 4 adet tek tek seçilebilen hafıza parçalarına ayrılmıştır. Bunun parçaları 64 k-word (kelime) program hafıza alanı, 64 K-word'lük lokal veri hafıza alanı, 64 K-word'lük giriş/çıkış kapıları, ve 32 K-word'lük global veri hafıza alanıdır.

5.2.2.1 Sadece okunabilir program hafızası

Bütün C5x DSP'lerinin üzerinde 16 bitlik maskelenebilir ve programlanabilir ROM vardır. Bu DSP'ler üzerlerindeki ROM'lar boot yükleyici kod taşırlar. Bu hafıza sayesinde program kodu, yavaş olan dış ROM veya EPROM'dan, daha hızlı olan iç veya dış RAM'a aktarılır. Eğer iç ROM seçili değil ise, yani MP/\overline{MC} ucu yüksek sinyalde ise C5x yürüteceği işleme dış hafızadan başlar.

5.2.2.2 Veri/Program ikili işlem yapan RAM

Bütün C5x DSP'ler üzerlerinde, 16 bitlik 1056 kelimedenden oluşan ikili işlem yapan RAM (DARAM) bulundurmaktadır. Bu, DARAM 3 adet ayrı, ayrı seçilebilen hafıza blokları içermektedir.

B0: 512 kelimelik veri veya program DARAM bloğu

B1: 512 kelimelik veri DARAM bloğu

B2: 32 kelimelik veri DARAM bloğu

DARAM bloklarının asıl amacı veri kümelerinin saklanması olduğu halde; gereken durumlarda program saklanması amacı ile de kullanılabilirler. Yukarıda da belirtildiği gibi, B0 bloğu veri ve program bilgilerinin saklanması için kullanılabilirken; B1 ve B2 blokları sadece veri bilgilerinin saklanması amacı ile kullanılmaktadır. DARAM aynı zaman da C5x'in işlem yapma hızını da arttırmaktadır.

5.2.2.3 Veri/Program tek işlem yapan RAM

C52 dışındaki tüm C5x DSP'ler üzerlerinde 16 bitlik tek işlem yapabilen RAM da bulundurmaktadır. Herhangi bir kodun işlenmesi harici ROM'dan başlayıp, yapılacak işlem DSP nin tam hızda çalıştırılmasından sonra dahili SARAM'a gönderilir. Böylece SARAM yazılım ile aşağıdaki durumlardan biri ile biçimlendirilebilir.

- 1- Bütün SARAM veri hafıza olarak biçimlendirilebilir.
- 2- Bütün SARAM program hafıza olarak biçimlendirilebilir.
- 3- SARAM hem program hem de veri hafıza olarak biçimlendirilebilir.

SARAM adres hafıza alanında 1K ve/veya 2K bitişik kelime bloklarına ayrılmıştır. Bütün C5x DSP'ler bu hafıza alanları ile paralel çalışabilirler. Fakat bir SARAM bloğu her makine çevriminde sadece bir defa işlenebilir. Diğer bir deyişle, CPU bir SARAM bloğu üzerinde çalışırken, diğer bir SARAM bloğunda da okuma veya yazma işlemi yapabilir. CPU çoklu işlem yapılmasına ihtiyaç duyduğunda; SARAM yapacağı işlemleri planlar, sıraya sokar ve bu işlemleri gerçekleştirirken CPU'ya da işlem sonucunun hazır olmadığını belirtmek için hazır-değil (not-ready) şeklinde bir sinyal yollar. Bu sinyal süresince işlemlerin her birini SARAM birer saat çevriminde gerçekleştirir.

SARAM, DARAM'a göre adres haritalandırılmasında daha esnek davranır. Çünkü SARAM aynı anda hem program hem de veri hafıza olarak, yapılmakta olan işlem için şartlandırılabilir. Fakat komutu bulup getirme ve veriyi bulup getirme işlemleri DARAM da tek bir makine çevriminde yapılabilirken; SARAM'da 2 makine çevrimi sürmektedir.

5.2.2.4 Dahili hafıza koruması

C5x DSP'ler hafızanın içeriğini koruyan maskelenebilir çip seçme özelliğine sahiptirler. İlgili bit aktif duruma getirildiği zaman, dış dünya verilerine dayalı hiçbir komut, çip üzerindeki hafızalarda işlem yapamaz.

5.2.3 Diğer dahili çevre birimleri

Bütün C5x DSP'ler aynı CPU yapısına sahip olsalar da, farklı dahili çevre birimleri içerirler. C5x'in dahili diğer donanımları şunlardır.

- 1- Saat darbe üretici
- 2- Donanımsal zamanlayıcı
- 3- Yazılımla programlanabilen durum beklemeli jeneratörler
- 4- Paralel giriş-çıkış kapıları
- 5- Yardımcı kapı ara yüzeyi
- 6- Tampon bağlantı görevi yapan seri kapı
- 7- Seri kapı
- 8- Zaman paylaşımli seri kapı
- 9- Kullanıcı tarafından maskelenebilir kesmeler

5.2.4 Merkezi işlem birimi (CPU)

Merkezi işlem biriminin içerisinde şu bloklar bulunur.

Merkezi Aritmetik Lojik Ünite (CALU)

Paralel Lojik Ünite (PLU)

Yardımcı Kütük veya Kaydedici Aritmetik Ünitesi (ARAU)

Hafızada Haritalanmış Kütükler

Program Kontrolörü

Merkezi İşlem Birimi'nin blok diyagramı Şekil 5.1'de verildiği gibidir.

5.2.4.1 Merkezi aritmetik lojik ünite (CALU)

Merkezi aritmetik lojik ünitesinin alt bölümleri şunlardır.

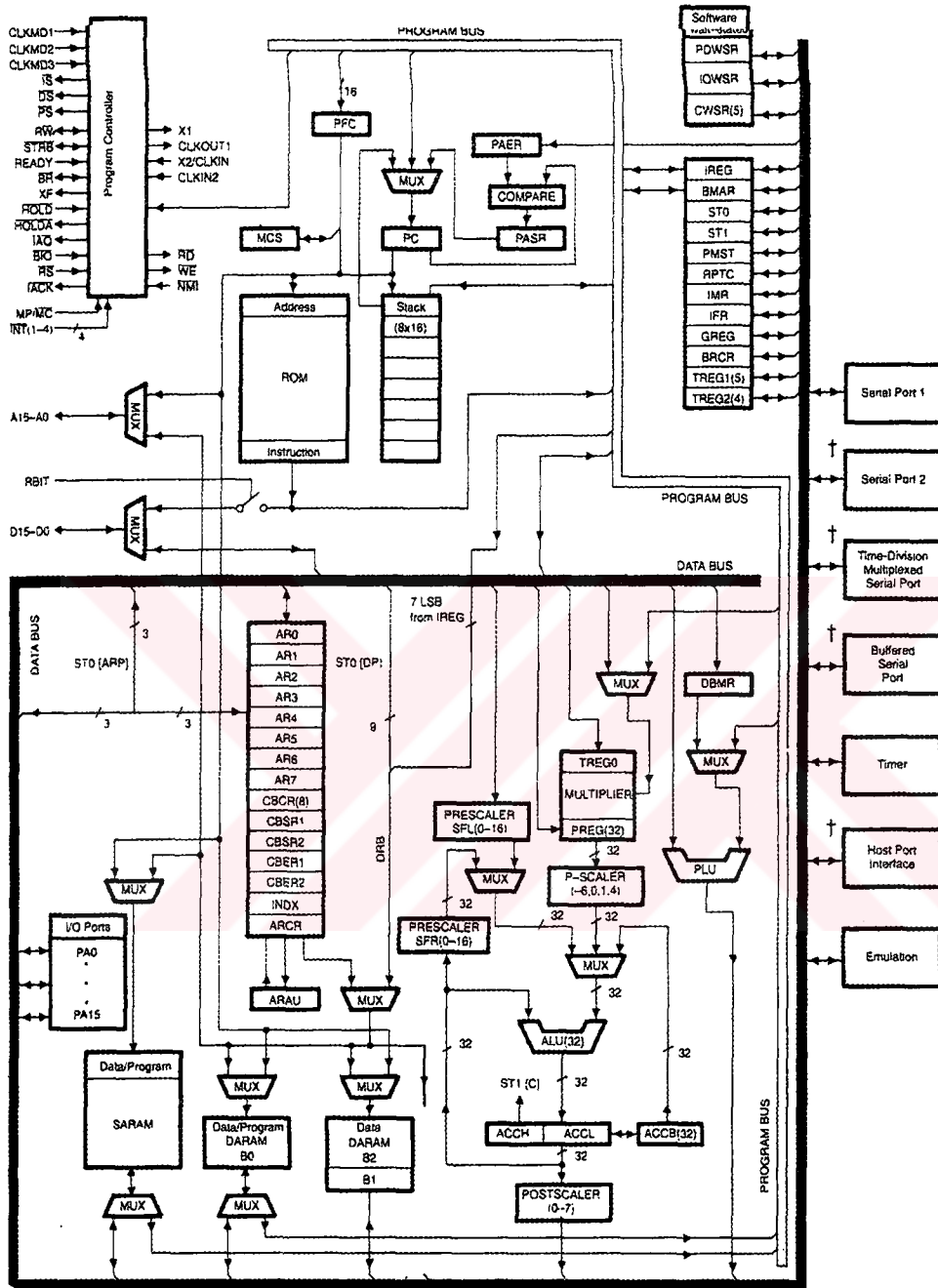
16 bit x 16 bit paralel çarpıcı

32 bit 2'ye tümlemeli aritmetik mantık ünitesi

32 bitlik akümülatör

32 bitlik akümülatör biçimlendirici

0-, 1-, veya 4-bit sola ve 6-bit sağa kaydırıcı



Şekil 5.1 C5x DSP'sinin blok diyagramı – Merkezi İşlem Birimi

0—16 bit'e kadar sola kaydırıcı

0—16 bit'e kadar sağa kaydırıcı

0—7 bit'e kadar sola kaydırıcı

5.2.4.1.1 Çarpıcı, çarpım kütüğü (PREG) ve geçici kütük 0 (TREG0)

16 bit x 16 bitlik, dahili çarpıcı yardımı ile işaretli veya işaretli 32 bitlik çarpım, tek bir makine çevrimi ile elde edilir. İşaretsiz çarpım komutu (MPYU) (multiply unsigned) dışındaki tüm çarpma komutları işaretli çarpma yaparlar. Yani çarpılan sayılar 2'ye tümlmeli sayılardır ve sonuç karşımıza 32 bitlik 2'ye tümlmeli bir sayı olarak çıkar.

Çarpanlardan birisi hafızada adreslenmiş geçici kütüklerden veya kaydediciden TREG0'a girilmekte, diğer giriş ise, veri yolundan veya program yolundan sağlanmaktadır. Elde edilen 32 bitlik sonuç PREG adlı kütükde Aritmetik Lojik Birimi'nin (ALU) işlemleri için hazır olarak bekletilir. ALU, üzerine düşen işlemleri gerçekleştirirken gerekli bilgileri, ya 16 bitlik veri hafızadan, ya da ani komutlardan veya 32 bitlik PREG kütüğünden alır. ALU aynı zamanda Bool (2'li sistem) işlemlerini de gerçekleştirebilir. 32 bitlik ALU çıkışı Akümülatör (ACC)'de depolanır. ACC aynı zamanda ALU'ya ikinci bir veri girişi sağlar. ACC'deki 32 bitlik bilgi ACCH ve ACCL olarak 16'şar bitlik bilgiler halinde tutulur.

Kaydırıcılar, (p-scaler, prescaler, post scaler) merkezi aritmetik lojik ünitesinin ölçekleme (nümerik ölçekleme, bit işlemleri, taşma koruması vb.) yapmasına yardımcı olurlar. Bu kaydırıcılar PREG ve ACC çıkışlarına bağlanmışlardır.

4 adet kaydırma modu (PM) sayesinde PREG çıkışı çarpma/depolama işlemleri ile kesirli aritmetik, kesirli çarpma işlemlerini yapar. Bu 4 adet kaydırma durumu ST1 durum kütüğünün PM bitleri yardımı ile belirlenir.

- 1- $PM=00_2$ 32 bitlik PREG çıkışı kaydırılmaz ve sonuç kaydırılmadan ALU'ya verilir.
- 2- $PM=01_2$ PREG çıkışı 1 bit sola kaydırılarak ALU'ya aktarılır. $LSB=0$ konulur. Bu mod yardımı ile 16 bitlik iki sayı çarpıldığında elde edilen 1 bitlik fazladan işaret bitinin etkisi yok edilmiş olur.
- 3- $PM=10_2$ PREG çıkışı 4 bit sola kaydırılarak ALU'ya aktarılır. 4 adet $LSB = 0$ konulur. Bu kaydırma işlemi ile MPY çarpma komutunun kısa ani değerler ile (13 bit veya daha az) kullanıldığında ve diğer çarpanın 16 bit uzunluğunda olması durumunda elde edilen 4 bitlik fazlalık işaret bitlerinin yok edilmesinde kullanılır.

4- $PM=11_2$ PREG (Product Register) çıkışı 6 bit sağa kaydırılarak ALU'ya aktarılır. 6 LSB (Least Significant Bit) biti yok olur. Bu komut yardımı ile 128'e kadar arka arkaya çarpma/yükleme işlemi taşma problemi olmadan gerçekleştirilebilir. Bu sırada PREG deki bilgi, kaydırma esnasında değişmez.

LT komutu yardımı ile TREG0'a (Temporary Register) veri yolundan gelen bilgi yüklenir; MPY komutu sayesinde çarpma işlemleri için gerekli ikinci çarpan sağlanmış olur. Kısa veya uzun ani değer operatörüyle çarpım yapıldığında, MPY komutu bir ani değer operatörü ile birlikte kullanılır.

Mevcut 4 çeşit çarpma/yükleme komutu (MAC,MACD,MADD,MADS) yardımı ile her türlü çarpma işlemi gerçekleştirilebilir. Bu komutlar sayesinde her iki operatör üzerinde de aynı anda işlemler yapılabilir. Bu operatörler için gerekli olan veri, her çevrimde, veri ve program yollarından çarpıcılara sağlanır. Bu komutlar, tekrar komutları olan RPT ve RPTZ komutları ile birlikte kullanıldıklarında, bir tek çevrimlik çarpma/yükleme komutu olarak işlem görürler. Bu tip tekrarlamalı komutlarda katsayı adresleri PC (Program Sayıcı) ile sağlanırken, veri adresleri ARAU (Yardımcı Kütük veya Kaydedici Aritmetik Ünitesi) tarafından sağlanır. RPTZ komutu yapacağı işlemlere başlamadan önce ACC'yi ve PREG'in içeriğini temizler. Örneğin, 10 x 10 boyutlu iki matristen, birinin satırı ile diğerinin sütununu çarpalım. MTRX1 birinci matrisin başlangıç adresini, INDX=10 matris boyutunu göstermek üzere, o andaki AR (Yardımcı Kaydedici) ikinci matrisin başlangıcını ifade etsin. Bu durumda program ifadesi aşağıdaki gibi olur. Şekil 5.2 CALU'nun blok diyagramını göstermektedir.

```
*****
RPTZ #9           ; for I=0 , I<10 , I++
MAC MTRX1,*0+    ; Preg=DATA(MTRX1+I) x DATA[MTRX2+(I+INDX)]
APAC             ; ACC ← PREG
*****
```

5.2.4.1.2 Aritmetik lojik ünite (ALU) ve akümülatörler (ACC)

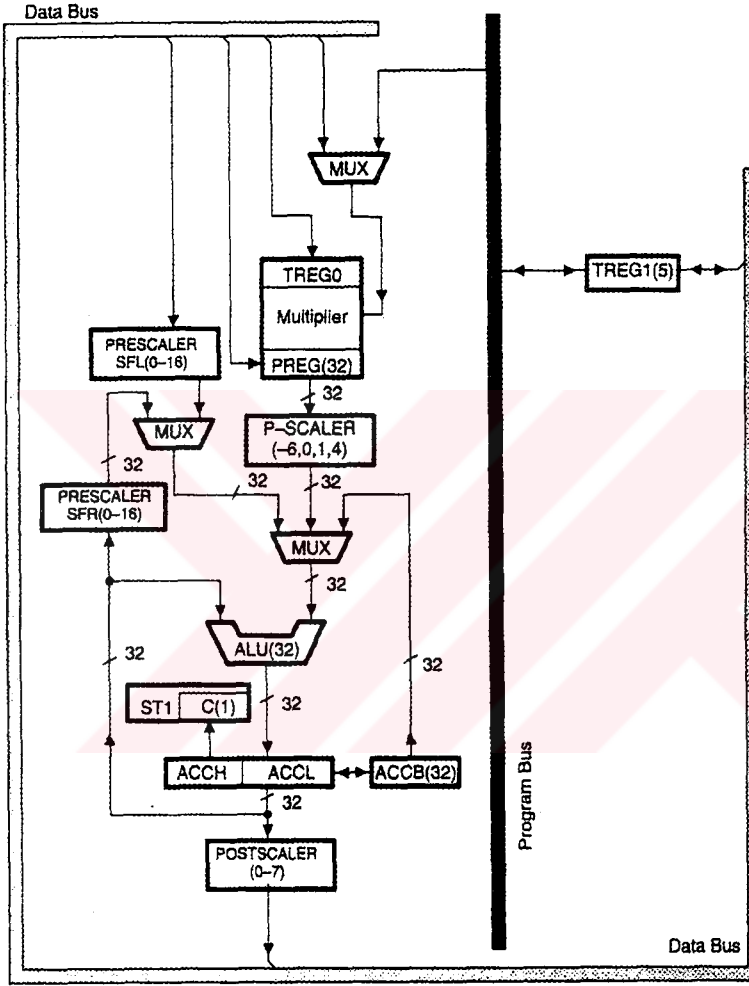
32 bitlik genel amaçlı ALU ve ACC bir çok aritmetik ve lojik işlemin gerçekleşmesine izin verir. Bu işlemlerin büyük bir kısmı tek bir saat çevriminde yapılmaktadır. İşlem gerçekleştirildiğinde, ortaya çıkan sonuç ACC'ye aktarılır. ALU'ya aktarılma işlemi ise veri ölçeklendirilebilir.

Tipik bir ALU işleminin gerçekleştirilmesi esnasında aşağıdaki adımlar sırasıyla takip edilmektedir.

Veri, hafızadan veri yoluna aktarılır,

Veri, kaydırıcı (prescaler)'dan ALU'ya geçirilir ve orada işlenir,

Sonuç ACC'ye aktarılır.



Şekil 5.2 Merkezi Aritmetik Lojik Birimi (CALU)'nun blok diyagramı

ALU; işlemlerini, veri hafızasından gelen, veya ani komutlardan türetilen 16 bitlik kelimeler ile gerçekleştirmektedir. ALU, aritmetik işlemlerin yanında lojik işlemleri de yapar. ALU'nun bir girişi her zaman ACC'den sağlanmakta olup, diğer giriş ise, çarpıcının PREG kütüğünden, ACCB veya kaydırıcı (pre-scaler) ölçekleyicisinin çıkışından yapılır. ALU'nun içeriği bu işlemler tamamlandıktan sonra ACC'de depolanır. Akümülatördeki bilgiler ile Akümülatör Tampon (Buffer) Geçiş'teki bilgiler arasında karşılaştırma işlemleri de bu birimde yapılabilir. ACCB; ACC bilgilerinin geçici olarak saklandığı tampon geçiş kütüğüdür.

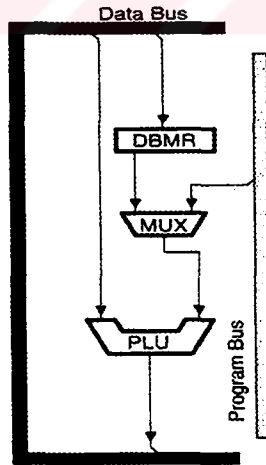
5.2.4.1.3 Ölçekleme kaydırıcıları ve geçici kütük 1 (TREG1)

Kaydırıcı (pre-scaler), veri bus'ına bağlı 16-bitlik bir girişe ve ALU'ya bağlı 32-bitlik bir çıkışa sahiptir. Bu kaydırıcı giriş verisinde 0'dan 16'ncı bite kadar bir sola kaydırma üretmektedir. Bu kaydırma sayısı komut kelimesinde yerleştirilmiş bir sabitle veya TREG1'deki bir değerle belirlenmektedir.

5.2.4.2 Paralel lojik ünitesi (PLU)

Paralel lojik ünitesi (PLU) yardımı ile kontrol ve durum kütüklerinin bitleri birer, birer; veya gruplar halinde değiştirilebilir ve kontrol edilebilir. ACC veya PREG'in içeriği değiştirilmeden, PLU yardımı ile veri hafıza değerleri üzerinde doğrudan işlemler yapılabilir.

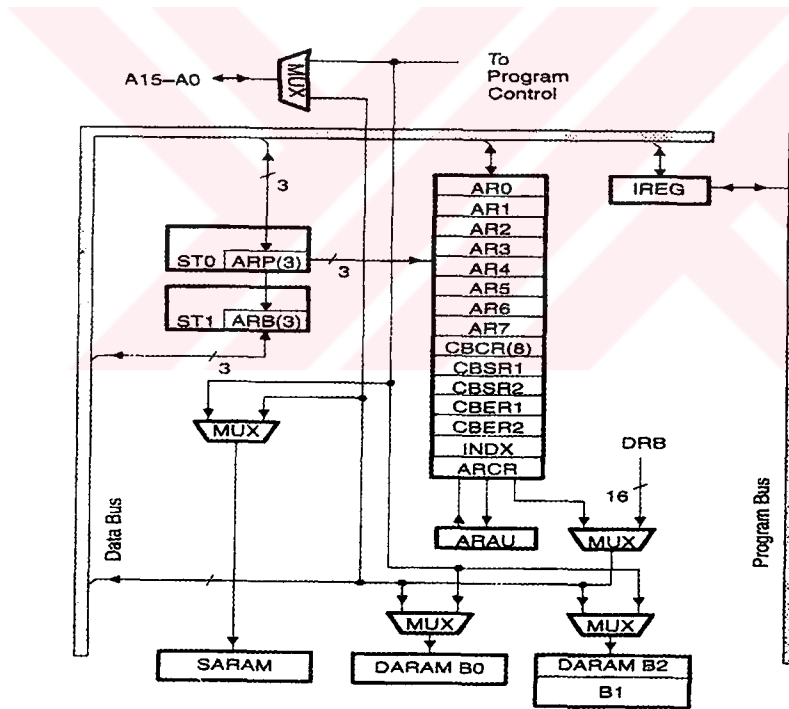
PLU, veri alanların da kayıtlı bulunan veriler üzerinde okuma, değiştirme ve yazma işlemi yapabilir. PLU'ya bir giriş veri yolundan, diğeri bilgi - program yolundan ani program komutları ile veya DBMR (Dinamik Bit Değiştirme Kaydedici) üzerinden yapılabilir. Daha sonra PLU ilgili komutla belirlenen iki operatör üzerinde bir lojik işlemi uygular. Elde edilen sonuç, ilk operatörün getirildiği veri alanına yazılır. Şekil 5.3 PLU'nun blok diyagramını göstermektedir.



Şekil 5.3 Paralel Lojik Ünitesi (PLU)'nun blok diyagramı

5.2.4.3 Yardımcı kütük aritmetik ünitesi (ARAU)

Yardımcı kütük dosyası 8 adet AR0-AR7 (Auxiliary Register) şeklinde adlandırılan kaydedici içermektedir. Bu kütük kümesi yardımı ile dolaylı adresleme yapılabilmekte, gerektiği takdirde bu kütüklerde geçici olarak veri de saklanabilmektedir. Dolaylı adreslemede, bu kütüklere işlem yapılacak verinin adresi girilir. İlgili kütük, ARP (Auxiliary Register Pointer) adlı 3 bitlik yardımcı kütük işaretleyicisi yardımı ile seçilir. AR'ler ve ARP'ler veya komut satırından girilen ani bir operatörle, bilgiler; ACC veya PREG'den, veya veri hafızadan yüklenebilirler. AR0-AR7'ye kadar yardımcı kütükler Şekil 5.4'de görüldüğü gibi, yardımcı kütük aritmetik ünitesine bağlıdır. CPU veri hafıza yerleşimi ile adresleniyor iken, ARAU, ilgili AR'yi istediği gibi değiştirebilir. Yani ya, +1, -1'le veya indeks kaydedicinin içeriğiyle (INDX) değiştirme işlemi yapar. Sonuç olarak tablo işlemleri yapılırken adres güncelleştirmenin yapılabilmesi için CALU'ya ihtiyaç yoktur.



Şekil 5.4 Yardımcı Kütük Aritmetik Ünitesi blok diyagramı

Yardımcı Kütük Aritmetik Ünitesinin yapmış olduğu işlemleri şu şekilde listeleyebiliriz:

- 1- İlgili AR + INDX → ilgili AR
- 2- İlgili AR - INDX → ilgili AR
- 3- İlgili AR + 1 → ilgili AR
- 4- İlgili AR - 1 → ilgili AR

- 5- İlgili AR → ilgili AR
- 6- İlgili AR + 8 bitlik değer → ilgili AR
- 7- İlgili AR - 8 bitlik değer → ilgili AR
- 8- İlgili AR + rc(INDX) → ilgili AR
- 9- İlgili AR + rc(INDX) → ilgili AR

Ayrıca ilgili AR değerinin ARCR (Auxillary Register Compare Register) ile karşılaştırılması ile TC (Test/Kontrol Bit'i) değerinin değiştirilmesidir.

BANZ ve BANZD gibi dallanma ve gecikmeli dallanma komutları ile AR'ler kapalı çevrim sayıcılar olarak da kullanılabilirler. Bu kütüklerin yanı sıra dairesel kütükler de mevcuttur. Bu kütükler CBCR (Circular Buffer Control Register) yardımı ile kontrol edilir ve Reset (Yeniden girişe hazır) işleminin yükselen kenarını takiben bütün dairesel kütük içerikleri kaldırılır. Bir dairesel kütüğü işleme sokabilmek için CBSR1 ve CBSR2 kütükleri (Circular Buffer Start Register) başlangıç adresleri ile; CBER1 ve CBER2 kütükleri (Circular Buffer End Register) bitiş adresleri ile yüklenirler. Daha sonra dairesel kütüklerle birlikte kullanılacak olan ilgili AR başlangıç ve bitiş adreslerinin arasındaki bir adres ile yüklenir. Son olarak da, CBCR'ye ilgili AR değeri yüklenerek kullanılan dairesel kütüklerin çalışması için gerekli izin bit'lerinin devreye sokulması sağlanır. İlgili adres, dairesel kütüklerin arasında yol alırken mevcut durumdaki AR değeri CBER ile karşılaştırılır. Eğer o andaki AR değeri CBER değerine eşit ise ve AR'nin güncelleşmesi söz konusu ise, CBSR değeri otomatik olarak AR'ye yüklenir. Eğer CBER değeri AR'ye eşit değil ise, AR'nin güncelleşmesi belirtilen komuttaki şekilde yapılır. Dairesel kütükler hem azaltma, hem de arttırma işlemlerinde kullanılabilir. Azaltma işlemlerinde kullanılacak ise CBSR değeri CBER'den büyük; arttırma işlemlerinde kullanılacak ise küçük olmalıdır.

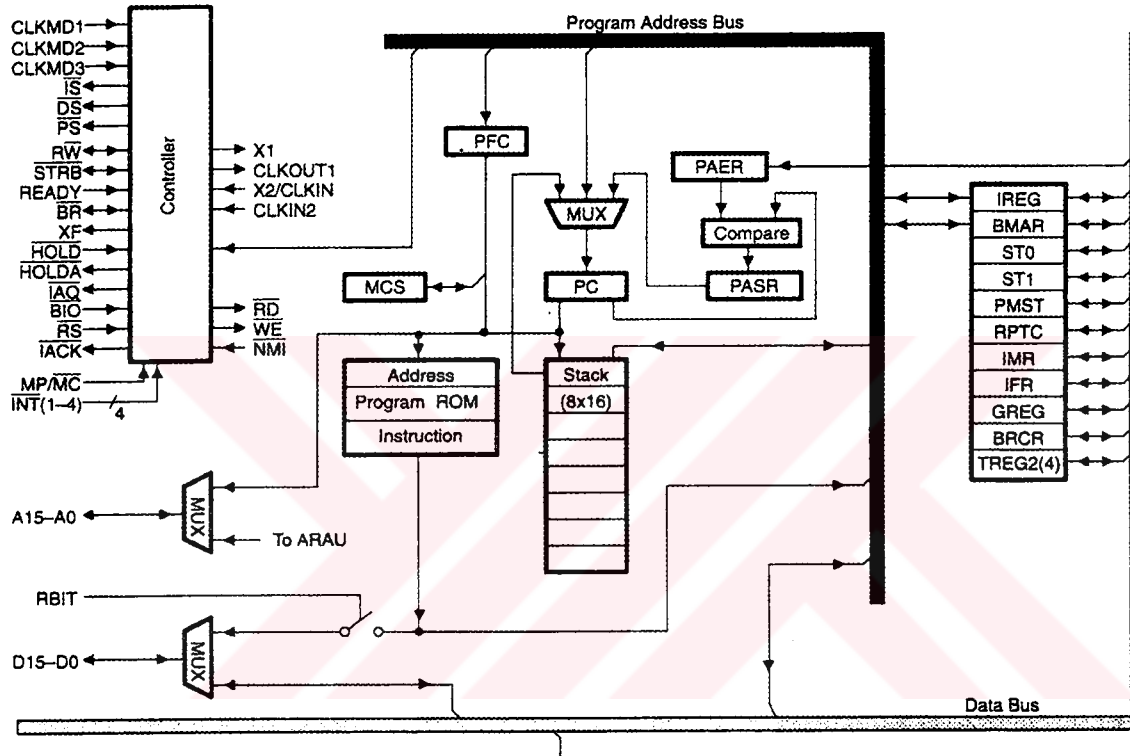
5.2.4.4 Program sayacı (PC)

C5x çağırma komutlarıyla kullanılan iç ve dış program hafızasının adresini içeren bir 16-bit Program Sayıcı (PC)'ye sahiptir. PC, PAB vasıtasıyla çipin ya aktif ya da aktif olmayan durumunda program hafızasını adresler. PAB'ın yolu üzerinden önce bir komut Komut Kaydedici (IREG)'e yüklenir ve bu işlemi takiben PC bir sonraki komut çağırma çevrimini başlatmaya hazırdır. Şekil 5.5 PC'nin fonksiyonel blok diyagramını göstermektedir.

5.2.4.5 Durum ve kontrol kütükleri

5.2.4.5.1 Dairesel tampon kontrol kütüğü (CBCR)

CBCR veri hafıza alanının kütükler bölümünde yer alır ve diğer hafıza alanlarına nasıl bilgi yazılıyorsa burada da aynı işlemler uygulanır. CBCR kütüğü, CALU ve PLU tarafından kontrol edilebilmektedir. Bu kaydedicinin bit yerleşimini Çizelge 5.1’ de gösterilmiştir. Çizelge 5.2’de ise, bu bit’lerin uygulamadaki durumunu göstermektedir.



Şekil 5.5 Program kontrolünün fonksiyonel blok diyagramı

Çizelge 5.1 CBCR'nin bit dağılımı

15-8	7	6-4	3	2-0
Korunmuş bölge	CENB2	CAR2	CENB1	CAR1

Çizelge 5.2 CBCR'nin uygulamadaki bit özeti

Bit	İsim	Reset değeri	Fonksiyonu
15-8	Korumalı	----	Bu bitler koruma altına alınmıştır
7	CENB2	0	Dairesel tampon 2 kontrol biti. Bu bit yardımı ile daireysel tampon 2 devreye sokulup, çıkartılır. CENB2=0 Dairesel Tampon 2 devre dışı CENB2=1 Dairesel Tampon 2 çalıştırılır
6-4	CAR2	----	Dairesel Tampon 2 ile kullanılacak olan AR yardımcı kütük seçme biti
3	CENB1	0	Dairesel tampon 1 kontrol biti. Bu bit yardımı ile daireysel tampon 1 devreye sokulup, çıkartılır. CENB1=0 Dairesel Tampon 2 devre dışı CENB1=1 Dairesel Tampon 2 çalıştırılır
2-0	CAR1	----	Dairesel Tampon 1 ile kullanılacak olan AR yardımcı kütük seçme biti

5.2.4.5.2 İşlemci mod durum kütüğü (PMST)

PMST, veri hafıza alanının kütüklere ayrılmış kısmında bulunur. Kesme işlemlerinde kullanılmak üzere derinliği 1 olan bir yığın kaydedicisi ile ilişkilendirilmiştir. Bit biçimlendirmesi Çizelge 5.3'te, bu bit'lerin işlemlerdeki durumu Çizelge 5.4'te verilmiştir.

Çizelge 5.3 PMST'nin bit yerleşimi

15-11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
IPTR	0	0	0	AVIS	0	OVL	RAM	MP/ MC'	NDX	TRM	BRAF

Çizelge 5.4 PMST'nin uygulamadaki bit özeti

Bit	İsim	Reset değeri	Fonksiyonu
15-11	IPTR	00000	Kesme vektör gösterici bitleridir. Bu bitler kesme vektörlerinin yerleştiği 32 adet 2K kelimelik sayfaların seçiminde kullanılır.
10-8		000	Bu bitler hep sıfırdır.
7	AVIS	0	Adres görüntü biti. Bu bit yardımı ile iç program adresinin adres bacaklarında görünüp, görünmeyeceği belirlenir. AVIS=0 ; iç program adresi adres bacaklarına iletilir. AVIS=0 ; adres hatlarındaki bilgi iç program adresleri ile değişmez.
6		0	Sıfır olarak algılanır.
5	OVLY	0	RAM örten bit. Bu bit sayesinde dahili SARAM veri hafıza olarak şartlandırılır. OVLY biti RAM biti ile birlikte kullanılarak SARAM'a şekil verilir. OVLY=0 ; Dahili SARAM veri haf. olarak adreslenemez OVLY=1 ; Dahili SARAM ver. haf. olarak adreslenir.
4	RAM	0	
3	MP/MC	Kullanıncıya bırakılmış	Mikroişlemci/mikrobilgisayar modu seçme bit'i. Dahili ROM'un program hafızada yer alıp almayacağı belirlenir. MP/MC'=0 ise mikrobilgisayar modu MP/MC'=1 ise mikroişlemci modu
2	NDX	0	Ekstra indeks kaydedici bitini açıp, kapatır. C2X ile C5X arası uyumluluğu sağlar.
1	TRM	0	Çoklu TREG bitlerini açıp/kapatır. C2X ile C5X arası uyumluluğu sağlar.

0	BRAF	0	Blok tekrar aktif bayrak biti. Blok tekrarlaması olup olmadığını gösterir. BRAF=0 ; blok tekrarlaması aktif değil. BRCR; blok tekrarlamaya kütüğü 0'ın altına düşünce bu bit sıfırlanır. BRAF=1 ; blok tekrarlanması aktif. Bu bit RPTB komutu işleme sokulunca otomatik olarak set olur.
---	------	---	---

5.2.4.5.3 Durum kaydedicileri (ST0 ve ST1)

Durum kütükleri veri hafıza alanında bulunurlar. Bu nedenle veri hafıza bölgesinden okunup yazılabilirler. LST (Load Status Register) komutu ST0 ve ST1'e bilgi yazmada; SST (Store Status Register) komutu ise, bu kaydedicilerden bilgi okumada kullanılır. ARP bitleri ile kesme modu, INTM bitleri bu komutlardan etkilenmez. Kesme durumunda, yapılan işlemin son halini kaydetmek üzere bu kaydedicilerin derinliği 1 olan bir yığın kaydedicisi vardır. ST0'ın kesme modu, INTM ve taşma, OVM bitleri ile, ST0'ın C,CNF,HM,SXM,TC ve XF bitleri birbirlerinden bağımsız olarak SETC komutu ile set (girişe hazır) yapılabilir. CLRC komutu ile reset (yeniden girişe hazır) edilebilirler.

5.2.4.5.3.1 ST0 Durum kaydedicisi

Şekil 5.5'de bit biçimlendirmesi, bu bit'lerin işlemlerdeki durumu Çizelge 5.6'da verilmiştir.

Çizelge 5.5 ST0'ın bit yerleşimi

15-13	12	11	10	9	8-0
ARP	OV	OVM	1	INTM	DP

Çizelge 5.6 ST0'ın uygulamadaki bit özeti

Bit	İsim	Reset Değeri	Fonksiyonu
15-13	ARP	000	Yardımcı Kaydedici Göstericisi. Dolaylı adreslemede kullanılacak olan AR'nin seçiminin yapıldığı bittir. Bir ARP değeri yüklendiği zaman bir önceki değer ST1 kaydedicisindeki ARB bitlerinde saklanır.
12	OV	0	Taşma bayrağı. Değeri sıfır ise ALU da taşma oluşmamıştır. Değeri "1" ise taşma oluşmuştur.
11	OVM	0	Taşma kontrol biti. Bu bit yardımı ile ALU nun içerisindeki akümülatörde meydana gelebilecek olan taşma doyum modu kontrol edilebilir. OVM=0 ; Taşma modu iptal edilir. Taşma oluşursa işlem sonucunda çıkan sayının değeri değiştirilmeden aküye aktarılır. OVM=1 ; Taşma doyum modu devrededir. Taşmalı sonuç akümülatöre ya en negatif değer yada en pozitif değer olarak yüklenir. (örnek: 00 7FFF FFFFh; en pozitif. FF 8000 0000h; en negatif değer)
10		1	Bu bitin değeri "1" olarak algılanır.
9	INTM	1	Kesme modu biti. Bu bit yardımı ile tüm kesmeler maskelenebilir veya kullanılabilir moda geçirilebilir. Maskelenemeyen kesmelere etkisi yoktur. Bu bit "0" yapılırsa tüm kesmeler çalışır duruma gelir. "1" yapılırsa tüm kesmeler iptal edilir.
8-0	DP	0	Veri hafıza sayfa göstericisi biti.

5.2.4.5.3.2 ST1 Durum kaydedicisi

Çizelge 5.7'de bit biçimlendirmesi, bu bit'lerin işlemlerdeki durumu da Çizelge 5.8'de verilmiştir.

Çizelge 5.7 ST1'in bit yerleşimi

15-13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1-0
ARB	CNF	TC	SXM	C	1	1	HM	1	XF	1	1	PM

Çizelge 5.8 ST1'in uygulamadaki bit özeti

Bit	İsim	Reset değeri	Fonksiyonu
15 –13	ARB	000	Yardımcı kaydedici tamponu. Bu 3 bitlik alan ARP'nin bir önceki değerini tutar.
12	CNF	0	Dahili RAM biçimlendirmesi kontrol biti. Bu 1 bitlik alan DARAM B0, blok 0'ın veri hafıza alanında ve program hafıza alanında adreslenebilir kılınmasında kontrol amacı ile kullanılır. CNF=0 : Dahili DARAM blok 0 veri hafıza alanına dahil edilir. CLRC CNF komutu ile reset edilebilir. CNF=1 : Dahili DARAM blok 0 program hafıza alanında adreslenebilir.
11	TC	0	Test/kontrol bayrak biti. Bu bit ALU veya PLU'nun bit test işlemlerinin sonucunu saklar.
10	SXM	1	İşaret – genişleme modu bit'i. Bu 1 bit'lik bölge ile aritmetik işlemlerin işaret genişleme durumları açıp, kapatılabilir.SXM=0 : işaret genişleme modu kaldırılır. SXM=1 : veri ölçekleyici üzerinden akümülatöre aktarılırken işaret genişlemesi oluşur.
9	C	1	Elde bayrağı.
6	HM	1	Tutma modu biti. CPU'ya HOLD' işareti geldiğinde işlemleri durdurup, durdurmayacağını gösteren bit.
4	XF	1	XF bacağı durum biti. Bu 1 bitlik alan XF çıkış bacağının seviyesini belirler.
1-0	PM	00	Çarpım kaydırma mod bitleri. Bu 2 bitlik alan (p-scaler)

			modunu belirler.
--	--	--	------------------

Çizelge 5.9 PM bit'leriyle belirlenen ürün kaydırma modu (Product Shifter Mode)

PM Bit Değerleri		PREG Çıkışı için P-Scaler Kaydırma Modu
BİT 1	BİT 0	
0	0	Herhangi bir kaydırma yok.
0	1	Sola 1 bit kaydırma. LSB sıfır değeri ile doldurulur
1	0	Sola 4 bit kaydırma. 4 LSB sıfır ile doldurulur.
1	1	Sağa 6 bit kaydırma.6 LSB kaybolur. Çarpım işaretlidir.

5.2.4.6 Koşullu işlemler

Koşulsuz dallanmaların yanı sıra C5x işlemcilerde birçok koşullu dallanma, koşullu alt program çağırma ve koşullu alt programlardan dönme komutları bulunur. Bu komutların çalışmasını sağlayan koşulların listesi Çizelge 5.10'da verilmiştir.

Çizelge 5.10 Dallanma, çağırma ve tekrar komutları için koşullar

Sembol	Durum	Açıklama
EQ	ACC=0	Akümülatör 0'a eşit
NEQ	ACC≠0	Akümülatör 0'a eşit değil
LT	ACC<0	Akümülatör 0'dan küçük
LEQ	ACC≤0	Akünün içeriği 0'dan küçük veya eşit.
GT	ACC>0	Akümülatör 0'dan büyük
GEQ	ACC≥0	Akümülatör 0'dan büyük veya eşit
NC	C=0	Elde biti 0

C	C=1	Elde biti 1
NOV	OV=0	Akümülatör taşması yok.
OV	OV=1	Akümülatör taşması var.
BIO	BIO' lojik 0	BIO' lojik 0
NTC	TC=0	Test/kontrol bayrağı lojik 0
TC	TC=1	Test/kontrol bayrağı lojik 1
UNC	Yok	Koşulsuz işlem.

5.2.4.6.1 Koşullu dallanma

C5x ile koşullu alt programlara dallanma ve bu alt programlardan koşullu olarak ana programa geri dönme işlemleri yapılabilir. Aşağıdaki program parçası buna örnek olarak verilebilir.

```
*****
CC  OVERFLOW,OV          ; taşma oluşursa taşma alt rutinine atlama yap .
OVERFLOW                 ; taşma alt programı
RETC  GEQ                ; ACC>=0 ise ana programa geri dön
RET                               ; geri dön
*****
```

5.2.4.6.2 Çok koşullu dallanma

C5x işlemleri ile bir çok koşul yerine getirildiğinde, dallanma yapan komutları da içerirler. Aşağıda verilen Çizelge 5.11'de her gruptan bir tane koşul seçilerek bu dallanma komutları işleme sokulabilmektedir.

Çizelge 5.11 Çok koşullu işlem yapan komut grupları

Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
EQ	OV	C	TC
NEQ	NOV	NC	NTC
GT			BIO
LT			
GEQ			
LEQ			

5.2.4.6.3 Koşullu çalışma

1 veya 2-kelimelelik kod üzerinden geçerek koşullu dallanma yapmak istediğimiz durumlarda, ilgili dallanma XC (Execute Conditionally) komutuyla gerçekleştirilebilir. Bu komutun iki şekli vardır. Bunlardan biri, 1-kelimelelik komut XC1, diğeri ise, ya bir 2-kelimelelik komut ya da iki 1-kelimelelik komut XC2'dir.

5.2.4.7 Tek komutlu işlem yapan tekrar fonksiyonları

Tek bir komut (N+1) kere tekrarlanabilir. Buradaki N sayısı 16 bitlik tekrarlamalı sayıcı kaydedicisine (RPTC), RPT veya RPTZ tekrar komutları ile atılır. Bir komut en fazla 2^{16} kere yani 65536 kere işlenebilir. RPTC programlanamaz, içeriği reset ile temizlenir, RPT veya RPTZ ile yüklenir. Tekrar fonksiyonu kullanıldığı zaman her komut işleminden sonra, RPTC değeri 0 oluncaya kadar 1 azaltılır. Yeniden fonksiyon işleme sokulduğu andan itibaren, işlemci döngü bitene kadar tüm kesmelere (maskelenemeyen kesmeler de dahil) kapalı kalır.

5.2.4.8 Blok tekrar fonksiyonları

Bir blokluk komutlar (N+1) kere tekrarlanabilir. Burada da N sayısı benzer bir işlem dahilinde 16 bitlik blok tekrar sayıcı kütüğüne (BRCR)'ye atılır. Bir blok da en fazla 65536 kere işlenebilir. Blok tekrar fonksiyonu, PASR, PAER, BRCR kaydedicileri ile ve PMST özel kaydedicisindeki BRAF bit'i ile kontrol edilir. BRAF bit'i PMST üzerinden set/reset edilebilir.

Blok tekrarlama komutu RPTB işleme başladıktan sonra, otomatik olarak BRAF (Block Repeat Active Flag) biti set edilir. PASR (Program Address Start Register)'a RPTB komutunu takip eden adres yüklenir ve ani uzun adres bilgisi de PAER (Program Address End Register) kaydedicisine yüklenir. Program adres bitiş kütüğüne kaydedilen veri, döngüdeki en son komutu takip eden komutun adres değerinin 1 eksiğidir. Tekrar bloğu en az 3 komut kelimesi içermek zorundadır. Aşağıdaki örnek blok tekrar komutu RPTB'nin kullanımını göstermektedir.

```
*****
SPLK      #0Fh,BRCR      ;tekrar sayısı 16 BRCR'ye atılıyor
RPTB      END_LOOP-1    ;for I= BRCR; I>=0; I—
*
ZAP                          ; ACC=PREG=0
SQRA      *,AR2           ; PREG=x2
SPL        SQRX           ; X2 yi kaydet
MPY        *              ; PREG=b x X
LTA        SQRX           ; ACC=bX TREG=X2
MPY        *              ; PREG=aX2
APAC                          ; ACC=aX2+bX
ADD        *,0,AR3        ; ACC=aX2+bX+c=Y
SACL        *,0,AR1       ; Y yi kaydet
CRGT                          ; maksimum değeri kaydet
END_LOOP
*****
```

5.2.4.9 TMS320C50'deki kesmeler

C50 işlemcileri toplam 9 adet iç ve dış kesmeye izin verir. Dış kesmeler dış donanımlar tarafından gerçekleştirilir. Bunların sayısı 4 dür (INT1'—INT4'). İç kesmeler ise şunlardır:

Zamanlayıcı kesmesi (TINT),

Seri kapı kesmeleri (RINT,XINT,TRNT,TXNT,BRNT ve BXNT),

Bunların yanı sıra C50 işlemcisi INTR,NMI ve TRAP gibi yazılım kesmeleri ile RS' ve NMI' gibi maskelenemeyen kesmeler de içerir. Bir dış kesmenin C5x işlemcisi tarafından tanımlanabilmesi için ilgili kesme en az 2 makine çevrimi lojik 1 ve en az 3 makine çevrimi lojik 0 olmalıdır. Bu yöntemle kesme girişlerinin gürültülerden etkilenmesi önlenir. Çizelge 5.12 kesme vektör adreslerini ve önceliklerini göstermektedir.

Çizelge 5.12 Kesme vektör adresleri ve öncelikleri

İSİM	ADRES	ÖNCELİK	FONKSİYONU
RS'	0h	1	Harici maskelenemeyen reset işareti
INT1'	2h	3	1 nolu harici kullanıcı kesmesi
INT2'	4h	4	2 nolu harici kullanıcı kesmesi
INT3'	6h	5	3 nolu harici kullanıcı kesmesi
TINT	8h	6	Zamanlayıcı kesmesi
RINT	Ah	7	Seri port alıcı kesmesi
XINT	Ch	8	Seri port yollayıcı kesmesi
INT4'	12h	11	4 nolu harici kullanıcı kesmesi
TRAP	22h	Yok	Yazılım komutu
NMI'	24h	2	Maskelenemeyen kesme

Kesme vektörleri 2K-kelime program sayfalarının başına yazılım yardımı ile yeniden haritalanabilir. Bu işlem PMST saklayıcısındaki IPTR bitleri ile gerçekleştirilmektedir. Reset işlemini takiben bütün IPTR bitleri sıfırlanır. Yani tüm vektörler program hafızanın 0'ıncı sayfasına atılır. Fakat yazılım sayesinde bunlar istenilen yere taşınabilir.

5.2.4.9.1 Kesme işlemi

Bir kesme oluştuğu zaman 16 bitlik kesme bayrak kütüğündeki ilgili bayrak aktif hale gelir. Kesme işlemini yapan program işleme sokulmaz sokulmaz ilgili bayrak içeriği temizlenir. Bir kesme işlemi algılandığı zaman şunlar olur:

- 1- CPU o an yaptığı işlemi tamamlar,
- 2- Tüm kesmeler kapatılır. (INTM=1),
- 3- Program sayacının içeriği yığına atılır,
- 4- Program sayacı kesme hizmet alt programının adresi ile yüklenir,
- 5- Anahtar kaydediciler gölgelenmiş kaydedicilere yüklenir,
- 6- IACK' (kesme kabul sinyali) aktif olur,
- 7- IFR kütüğündeki ilgili kesme bayrağı temizlenir.

5.2.4.9.2 Kesme bayrak kütüğü (IFR)

Veri hafızada 06H'de yeri bulunan bir CPU kütüğüdür. CPU tarafından ilgili kesme algılanacağı zamana kadar, bununla ilgili kesme bayrağını set eder. Aşağıdaki olaylardan herhangi biri kesme bayrağının temizlenmesi için yeterlidir.

- 1- C50 reset edilince,
- 2- İlgili kesme algılanınca,
- 3- IFR'deki ilgili bit'e 1 değeri yazılınca.

Çizelge 5.13, kesme bayrak kütüğünün bit yerleşimini göstermektedir.

Çizelge 5.13 Kesme bayrak kütüğü (IFR)'nün bit yerleşimi

15-12	11	10-9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
KORU MALI	HINT	KORU MALI	INT4'	TXNT	TRNT	XINT	RINT	TINT	INT3'	INT2'	INT1'

En Az → Öncelik → En Yüksek

5.2.4.9.3 Kesme maskeleye kütüğü (IMR)

Kesme maskeleye kütüğü veri hafızada yerleşik (04h adresinde) bir kaydedicidir. IMR iç ve dış kesmelerin maskelenmesi için kullanılır. Maskelenemeyen kesmelere herhangi bir etkisi yoktur. Bu kütüğün bit yerleşimi Çizelge 5.14'te verilmiştir.

Çizelge 5.14 Kesme Maskeleye Kütüğü (IMR)'nün bit yerleşimi

15-12	11	10-9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
KORU MALI	HINT	KORU MALI	INT4'	TXNT	TRNT	XINT	RINT	TINT	INT3'	INT2'	INT1'

5.2.4.9.4 Kesme modu bit'i (INTM)

ST0 durum kütüğündeki INTM bit'i yardımı ile tüm maskelenebilir kesmeler global olarak devreye sokulur veya çıkartılır.

INTM=0 ⇒ Tüm maskelenmemiş kesmeler çalıştırılır.

INTM=1 ⇒ Tüm maskelenmemiş kesmeler devre dışı bırakılır.

Aşağıdaki işlemlerden her biri çalışmaya başlayınca INTM biti set olur.

C5x'in reset edilmesi (RS' ayağının aktif olması),

Kesme alt işlemine dallanılması,

Maskelenemeyen kesme komutunun işlenmeye başlanması,

SETC INTM komutunun işlenmesi.

Aşağıdaki işlemlerden herbiri çalışmaya başlayınca INTM biti reset olur.

CLRC INTM komutunun işlenmesi,

RETE komutunun işlenmesi,

5.2.4.9.5 Maskelenemeyen kesmeler

RS' VE NMI' maskelenemeyen kesmeler INTM biti ve IMR kütüğünün içeriğinden etkilenmez. NMI' kesmesi NMI komutu yardımı ile yazılım tarafından da sağlanabilir.

NMI' ucunun aktif olması veya NMI komutunun çalışmaya başlamasıyla aşağıda sıralaması verilen işlemler devreye girer.

- 1- Merkezi işlem birimi o andaki komutunun işlenmesini tamamlar,
- 2- Kesmeler global olarak etkisiz kılınır,
- 3- PC, NMI' vektörünü işaret eder.

NMI' ucunun kesme alt programının çalıştırılması esnasında aktif olabileceği düşünülerek, ilgili anahtar kaydedicilerin içerikleri otomatik olarak kaydedilmez. NMI', RPT gibi çok çevrimli komutlarda geciktirilir.

5.2.4.9.6 Yazılım kesmeleri

Tüm 16 CPU kesmeleri belirtilmediği sürece kullanılabilir durumda değildir. İç donanıma veya dış uçlara bağlanmamış kesme vektörleri yazılım kesmeleri olarak kullanılabilir. INTR (Yazılım kesmesi), NMI (Maskelenemeyen kesme), veya TRAP (Yazılım kesmesi) yazılım kesmesi komutları, INTM (Kesme modu) bit'inden veya IMR'(Kesme maskeleyme kaydedicisi)'nin içeriğinden etkilenmez.

INTR komutu herhangi bir kesme işleminin, işleme alınmasını sağlayabilir. NMI komutunun çalışma şekli NMI' donanım kesmesi ile aynıdır. Bu komut aynı zamanda program kontrolünü program hafızasının 24h alanına taşır.

5.2.5 Adresleme çeşitleri

5.2.5.1 Direkt adresleme

Direkt adresleme modunda komut, veri hafıza adresinin en az ağırlıklı alt 7 bitini içerir. Bu 7-bit veri hafıza sayfa işaretleyicisinin (DP) 9-biti ile birleşerek kullanım için 16-bitlik adres sağlamış olur. Veri hafıza sayfa işaretleyicisi, ST0 durum kaydedicisinin içeriğinde bulunur. 16-bitlik veri hafıza adresi iç veri hafıza adres yoluna gönderilir. DP, 512 adet kullanılabilir hafıza sayfalarından birisini ve komut noktalarındaki en az ağırlıklı 7-bit ise, bu veri hafıza sayfalarındaki 128 kelimelik olanlardan birisini işaret ederek seçer. Kullanıcı DP bitlerini LDP komutu ile veya LST #0 komutu ile yükleyebilir.

Makine yeniden giriş yapılabilecek hale getirildiği zaman (reset), DP belirli bir değer değildir. Yani belirsizdir. Bu nedenle DP'nin de bu işlemlerin problemsiz yürütülebilmesi için belirlenmesi gerekir.

5.2.5.2 Dolaylı adresleme

8 adet yardımcı kaydediciler (AR0-AR7) dolaylı adreslemenin yapılmasında kullanılır. 64K-kelimelik veri hafıza alanından herhangi bir adres AR'lere yüklenen 16-bitlik adres bilgisi ile işlenebilir.

Yukarıda bahsedilen 8 adet yardımcı kaydediciden hangisinin seçileceği ARP (Yardımcı Kaydedici İşaretleyici)'ne yüklenen 0-7 arası sayı ile belirlenir. Program çalışırken ARP'nin gösterdiği değer o an kullanılan yardımcı kaydediciyi gösterir. İlgili AR'ye adres yüklemek için LAR komutu kullanılır. Mevcut durumda kullanılan AR'nin içeriği ise,

- 1- ADRK komutu ,
- 2- MAR komutu,
- 3- SBRK komutu,

ile değiştirilebilir. Herhangi bir komut AR'nin içeriğinin gösterdiği adresteki veriyi işledikten sonra Yardımcı Kaydedici Aritmetik Ünitesi (ARAU) tarafından ilgili AR'nin içeriği arttırılabilir veya azaltılabilir. Bu aritmetik ünite 16-bitlik işaretsiz aritmetik işlemler yapabilir. AR'lere bilgi, veri yolu üzerinden aşağıdaki komutlarla yazılmaktadır.

APL, BLDD, LMMR, OPL, SACH, SACL, SAMM, SMMR, SPLK, XPL.

AR'ler dolaylı adreslemenin yanı sıra aşağıdaki işlemlerde de kullanılabilir.

- 1- Bu kaydediciler koşullu dallanmaları desteklemede CMPR komutu ile birlikte kullanılırlar. Bu komut ilgili AR'nin içeriğini yardımcı kaydedici karşılaştırma kütüğü (ARCR) ile karşılaştırır ve sonucu ST1 durum kütüğündeki test/kontrol (TC) bayrağına yazar.
- 2- Bu kaydediciler bilgilerin geçici olarak saklandığı bölgeler olarak da kullanılabilirler. Bu tip kullanımda veri ilgili kaydediciye LAR (AR'yi yükle) ve SAR (AR'ye depola) komutları ile kaydedilebilir.

5.2.5.2.1 Dolaylı adresleme seçenekleri

- 1- Herhangi bir artma veya azaltma yok: Komut AR'nin içeriğini, veri hafızayı adresleme de kullanır. Fakat komutun işlenmesini takiben, AR'nin içeriğinde herhangi bir değişim olmaz. Assembler dilinde komutlara eklenen takı, '*' dır,
- 2- 1 arttırma, 1 azaltma : Komut AR'nin içeriğini, veri hafızayı adreslemede kullanır. Fakat komutun uygulanmasını takiben AR'nin içeriği 1 arttırılır veya 1 azaltılır. Assembler dilinde komutlara eklenen takı, '+ veya '- 'dır,
- 3- İndeks oranında artma veya azaltma : Komut AR'nin içeriğini, veri hafızayı adreslemede kullanır. Fakat komutun uygulanmasını takiben AR'nin içeriği İNDX oranında azaltılır veya arttırılır. Assembler dilinde komutlara eklenen takı, '*0+ veya '*0- 'dır,
- 4- Ters elde kullanarak indeks oranında artma veya azaltma : Komut AR'nin içeriğini, veri hafızayı adreslemede kullanır. Fakat komutun uygulanmasını takiben AR'nin içeriği İNDX oranında azaltılır veya arttırılır. İlgili hafıza adresinin uygulanmasını takiben İNDX'in içeriği elde bayrağını ters işaretle yükleyerek, AR'nin içeriğine eklenir veya çıkartılır. Assembler dilinde komutlara eklenen takı, '*BR0+ veya '*BR0-'dır.

5.2.5.3 Hızlı adresleme

Bu adresleme şeklinde, komut kelimesi hızlı operatörün değerini içerir. C5x 1-kelimelik (8-bit, 9-bit ve 13-bit sabit) kısa hızlı komutlar ve 2-kelimelik (16-bit sabit) uzun hızlı komutlara sahiptir. Bu komutların dağılımı aşağıda verildiği gibidir.

8-bit sabit: ADD, ADRK, LACL, LAR, RPT, SBRK, SUB,

9-bit sabit: LDP,

13-bit sabit: MPY,

16-bit sabit: ADD, AND, APL, CPL, LACC, LAR, MPY, OPL, OR, RPT, RPTZ, SPLK, SUB, XOR, XPL.

5.2.5.4 Sadece bir işlem gerçekleştiren kaydedicili adresleme

Bu adresleme şekli uzun hızlı adresleme moduna benzemekle birlikte, ilgili adres CPU'daki iki adet özel amaçlı hafıza-haritalanmış kaydedicilerin birisinden gelir. Bu adreslemenin en önemli özelliği, çalışmakta olan program süresince aktif olarak hafıza bloğunun adresini değiştirebilmesidir. Bu iki özel kaydedici ise, BMAR ve DBMR'dir.

5.2.5.5 Hafıza-haritalanmış kaydedicili adresleme

Bu adresleme yöntemi ile ilgili veri sayfa işaretleyicisinin değerini etkilemeksizin mevcut hafıza-haritalanmış kaydediciler değiştirilebilir. Buna ilave olarak, herhangi bir RAM yerleşimi veya veri sayfa numarasında gereken değişiklik yapılabilir. Aşağıda bu yöntem ile adresleme için DP'nin içeriğini etkilemeyen komutları verilmektedir.

LAMM, LMMR, SAMM ve SMMR.

5.2.5.6 Tampon geçiş kaydedicileri üzerinden dolaylı adresleme

Sonlu darbe cevabı (FIR) filtresi gibi birçok algoritma, işlenen en son veriyi içeren düzgün bir pencere oluşturmak için hafızada bu çeşit bir adresleme yapabilir. C5x AR'ler aracılığı ile aynı zamanlı olarak oluşan iki dolaylı tampon çalışmayı yürütebilmektedir. Bu çalışma şeklini gerçekleştiren kullandığı 5 adet kaydedici şunlardır.

CBSR1, CBSR2, CBER1, CBER2 ve CBCR.

5.3 DSP Mimarisini Oluşturan Ana Üniteler

DSP'nin genel yapısı hakkında yukarıdaki bilgileri verdikten sonra sırasıyla DSP mimarisini oluşturan ana üniteler ve yapılan çalışmada kullanılan TMS320C50 mimarisi ile ilgili bilgilerde bu alt bölümlerde verilecektir.

5.3.1 Çarpım ünitesi

Diğer mikroişlemcilerden farklı olarak DSP kendi donanımına yerleştirilmiş olan çarpım ünitesi sayesinde, çarpma işlemleri hızlı bir şekilde yapabilmektedir. Çarpım ünitesi, tek çevrim süresinde, girişine uygulanan sayıların paralel dizi çarpma işlemini gerçekleyen sistem olarak tanımlanabilir. Girişine uygulanan sayıların kontrolünü yaparak; işaretli veya işaretli olmayan sayıların üzerinde çarpma işlemini gerçekleştirebilmektedir. Sonuç üzerinde yuvarlatma yaparak da veri kaybının minimum düzeyde kalmasını sağlamaktadır. Mikroişlemcilerden farklı bir donanıma sahip olan yapısı ile işlevini gerçekleştiren çarpım ünitesi, DSP'ye tartışılmaz bir üstünlük kazandırmaktadır. Mikroişlemcilerde, çarpma işleminin yazılım olarak gerçekleştirilmesi sırasında, Merkezi İşlem Birimi (CPU) ile haberleşme anında meydana gelen zaman kaybı, adres ve verilerin aynı yol üzerinden yollanmak zorunda kalınmasından dolayı daha da artmaktadır. Çarpım işleminin tek saat çevriminde tamamlanması; diğer üniteler ile paralel çalışma ve veri transferini mümkün kılmaktadır.

Çarpım ünitesinin hızı, RAM belleğe erişim hızı ile karşılaştırma yapmaya uygun ve paralel işlem yapabilmeye yatkın olmalıdır. Çarpım ünitesinden istenen bir diğer özellik ise, girişindeki sayıların kontrolünü yapabilmesidir. Bilgi işlem sistemlerinde kullanılan sayılar, işaretli veya işaretli olmayan, tamsayı veya kesirli yapıda olmaktadır. Bu tür sayıların birbirine dönüşümünü en az hata ile sağlamalıdır. Sonuçta elde edilen değer yine istenen formatta, tamsayı veya kesirli olması gerekir. Ayrıca DSP sonucun genişletilmiş veya yuvarlatılmış seçeneği ile hata kontrolünü elinde bulundurmalıdır. Çarpım işleminin tek saat çevriminde sonuçlanması, paralel çalışmaya olanak sağlamakta, kullanılan kütükler, sistemin minimum gizlilik içinde kullanıcıya görünür bir yapıda çalışmasını kolaylaştırmaktadır.

5.3.2 Çarpım-akümülatör ünitesi (MAC)

İlk üretilen DSP'ler de tek başına bulunan çarpım ünitesi, daha sonraki nesil DSP'ler de akümülatör ile birleştirilmiştir. Dijital filtreler, FFT (hızlı Fourier dönüşümü) algoritmaları ve vektörel işlemler gibi birçok uygulamada karşılaşılan karmaşık işlemin kolaylıkla gerçekleştirilmesi için bu ünite kullanılmaktadır. DSP'ler, donanım içinde yer alan çarpım üniteleri ile birleşerek, çarpma-depolama işleminin tek saat çevriminde gerçekleşmesini sağlamaktadır. Böylece çok daha hızlı işlem yapabilme yeteneğine kavuşulmuştur. MAC'ın yapısında bulunan geri besleme yolları ve paralel çalışmanın gerçekleşmesini sağlayan kütükler yardımı ile, tekrarlanan yapıdaki işlemler kolayca yerine getirilmektedir. MAC ünitesinin en önemli özelliği, çarpma-biriktirme işlemini tek saat çevriminde gerçekleştirmesidir. Biriktirme işlemi sırasında, sonucun doğruluğunu arttırmak için akümülatörün çıkış kütüklerinde, büyütme bitleri adı verilen koruma bitleri bulunmaktadır. Çarpım ünitesinin çıkışının genişliği ile uyumlu bit sayısı bulunmaktadır. MAC ünitesinde yapılan işlemlerde, istenen bir diğer özellikte taşma ve yuvarlama kontrolü yapılabilmesidir. Taşmanın daha önceden algılanabilmesi, sisteme eklenecek bir lojik birim ile sağlanabilir.

5.3.3 Aritmetik-lojik işlem ünitesi

DSP sistemlerinde Aritmetik-Lojik İşlem Ünitesi (ALU), mikroişlemcilerde olduğu gibi, aritmetik ve lojik işlemleri gerçekleştiren birimdir. Bilgi işlemede önemli bir yeri olan lojik işlemler bu birim tarafından gerçekleştirilmektedir. DSP'lerdeki ALU ünitesinin farkı ise, tek saat çevriminde işlem yapabilmesidir. Bunun yanında, MAC ünitesinde olduğu gibi, tekrarlanan işlemlerde paralel çalışma denilen yapıya izin vererek, verilerin sıkışmasını önlemektedir. DSP; ölçeklendirme birimleri ile desteklenerek, verinin maksimum dinamik aralığını korumasını sağlamaktadır.

ALU ünitesinden istenen en önemli özellik, bit işleme ve karakter tutma işlemlerini gerçekleştirirken, hızlı işlem yapmasıdır. Bu birim, mikroişlemci ile karşılaştırıldığında, daha kısıtlı komut seti ve adresleme modları içermesine rağmen, tek saat çevriminde işlem yapma ve paralel çalışma sayesinde temel işlemleri mümkün olan en kısa sürede tamamlayabilmektedir. ALU'dan istenen bir diğer özellik ise, işlem yapılmadan önce, genel sistem durumu hakkında, durum bitleri yardımı ile, bilgi vermesidir. Veri yollanması ve işlenmesi sırasında verimli çalışabilmesi, işlem yaparken girişteki bayrakların durumuna göre sonucu kaydırabilmesi de DSP'nin hızını arttıran diğer özellikler olarak sıralanabilir.

5.3.4 Yığın kaydırma ünitesi

Kaydırma ünitesi (BS), işlem sırasında taşma ve veri kaybı sorunlarını önlemek amacı ile, sayıları ölçeklendirmek için ve sabit nokta ile kayan nokta arasında dönüşüm yapabilmek için kullanılan bir ünedir. Mikroişlemcilerdeki kaydırma ünitesi, her bir çevrimde bir bit kaydırma yaparken, DSP'deki ünite, tek saat çevrimi içinde birçok bitin kaydırılmasına olanak sağlayarak hızı arttırmada etkili bir rol oynamaktadır. Kaydırma ünitesi, aritmetik ve lojik kaydırma işlemleri yapabilir. Aritmetik kaydırma işlemi, sağa ve sola kaydırma ile sayıların ölçeklenmesini sağlar. Lojik kaydırma ise, veriyi işaretli olarak kabul eder ve dönüş yönüne göre, sayıyı sıfır ile doldurur. Bu ünite, mimari yapısından dolayı, uzun kelimelerin iki çevrim süresi içinde döndürme işlemini tamamlayabilir. Bu ünitenin gerçekleştirdiği en önemli işlemler, normalize, denormalize, kayan nokta bloklama olarak sıralanabilir.

5.3.5 Veri adres jeneratörü ünitesi

Veri adres jeneratörü ünitesi (DAG), bellek üzerindeki adreslere belirli sayı değerleri atayan kütükler içeren bir yapı görünümündedir. Bu sayede veri okunup yazılması çok daha hızlı olmaktadır. DSP'lerde adres jeneratörünün ayrı bir yapı olması, algoritmaların işlenmesi sırasında, aynı anda birkaç verinin işlenmesini ve ünitelerin birbirlerinden bağımsız olarak paralel bir yapıda çalışabilmesini sağlamaktadır. Bu özellik aynı zamanda sistemin hızını katlamakta, hem de karmaşık algoritmalar ile işlemler kolayca yürütülebilmektedir. Yaptığı işlemler; veri belleğine adres göndermesi, hesaplanmış bir başlangıç değerinden adres üretmesi, lojik işlemler ve kaydırma olarak sıralanabilir. Maskeleyiş işlemlerinin gerçekleştirilmesi sırasında ve FFT gibi karmaşık adresleme gerektiren uygulamalarda da bu ünite birçok kolaylık sağlamaktadır.

5.3.6 Komut sıralama ünitesi

Komut sıralama ünitesi (SEQ), program akışını belirleyen komut adreslerini üretir. Bu ünite, Program Sayacı (PC)'nin artırılması, alt program çağırılması ve dış kesmelerin yürütülmesi görevlerini üstlenmiştir. Bu ünitenin asıl fonksiyonları; her komuttan sonra PC'yi bir artırarak, program akışını sağlamak, alt program adreslemesini düzenlemek ve geri döndüğünde adreslerin işlenmesini sağlamak, veri taşmasının düzeltilmesi gerektiğinde

gerekli olan alt program parçalarını çağırarak, dış I/O elemanları ile haberleşebilmek için gereken kesmeleri sağlamak, kesme servis programlarına dallanmak şeklinde sıralanabilir.

5.4 DSP Sistemlerin Seçimi ve Karşılaştırılması

Kontrol edilecek sisteme uygun bir denetleyici seçimi, bir tasarımcının bütün sistemin kurulması aşamasında göz önüne alması gereken en önemli bölümdür. Kontrol edilen sistemin karakteristiğine göre, DSP sisteminin yapısal özellikleri seçilmelidir. İsteğe cevap vermeyen bir kontrol yapısı, yanlış kontrole neden olacaktır. Örneğin sabit nokta ile çalışabilecek yapıdaki bir sistemde kayan nokta kullanılması, sistemin maliyetini arttıracaktır. Kontrol edilen sistemin dinamik sayı aralığının büyük olması veya sayısal hataların getireceği sorunlara karşı aşırı duyarlı olması durumunda, kayan nokta işlemcinin kullanılması, sistemin daha yüksek bir performansta çalışmasını sağlayacak, maliyet fonksiyonunu dengeleyecektir.

DSP sistemleri, mikroişlemci ve mikrodenetleyici olmak üzere iki ana yapıda toplanabilir. Mikroişlemci yapısı; sadece DSP yapısını içermekte, yapının içinde herhangi bir bellek birimi veya seri kapı, A/D birimi gibi giriş çıkış birimi bulunmamaktadır. Yapısında herhangi bir yan birim bulunmaması, hızlı işlem yapma açısından büyük yarar sağlamaktadır. DSP ne kadar hızlı veri işlese işlesin, veriyi aktarırken erişebildiği hız ancak bellek biriminin hızı kadardır. Bu yüzden kullanılan yardımcı birimler genel kontrol yapısına uygun seçilmelidir. Bu yardımcı birimlere erişim süresi, sistemin hızını olumsuz olarak etkilemektedir. Bu yüzden mikroişlemci yapıdaki DSP'lerin, kütük dosyaları ve komut setleri yeterince büyük yapılarak, bellek birimlerinin verimli kullanılması yoluna gidilmektedir. Böylece sistemin hızını azaltacak yapısal değişiklikler mümkün olduğu kadar aza indirgenecektir.

Mikrodenetleyici yapıdaki DSP sistemleri ise, bellek ve yardımcı birimleri bünyesinde bulundurmaktadır. Bu sayede belirli boyuttaki programlar, dışarıdan bir bellek birimine gerek duyulmadan saklanabilmektedir. Yapı içine konulan bellekler, çok kısıtlı boyutta olmasına rağmen, basit uygulamalar için ideal bir çözüm sunmaktadır. Daha geniş bellek ihtiyacı, dış bellek birimleri ile karşılanabilir. Kontrol edilen sistemin parametrelerinin gözlemlenebilmesi için yardımcı birimlere ihtiyaç duyulmaktadır. Yapısında seri bir kapı bulunduran DSP sistemleri, kontrole daha uygun bir alternatif oluşturmaktadır. Analog bir büyüklük, dijital bir veriye dönüştürülerek, sistemin üzerinde işlem yapabileceği bir hale getirilmelidir. A/D çevirici, özellikle motor kontrolünde gerek duyulan bir yapıdır. Yapısında A/D çevirici bulunduran sistemlerde, kontrol edilen motorun akımı belirli bir dönüşüm ile algılanarak

kontrol altında tutulabilir. Bu gibi alt birimleri yapısında bulunduran bir DSP, dış birimlere minimum gereksinim duyacak şekilde çalışmaktadır. Mikrodenetleyici yapısındaki DSP, mikroişlemci türüne göre daha yavaş işlem yapsa da, mikroişlemcinin dış birimlerle haberleşirken harcadığı zaman bu açığı kapatacaktır. Yalnız içinde bellek birimi bulundurmayan yapı, ek mimari yapılar için gerekli alana sahip olacağından, daha kuvvetli bir işlem kapasitesi sağlanabilir.

DSP sistemlerin kontrol edilen sistemin gereksinimini karşılayabilmesi için mimari yapısının belirli özellikleri taşıması gerekmektedir. Kontrol edilen sistemin ihtiyacının karşılanması sistemin tanınması ile başlamaktadır. DSP'den yeterli verimin alınması, mimarisinde belirli yapıların bulunması ile sağlanabilir. Sistemin maksimum verim ile çalışabilmesi için aritmetik işlemleri yürüten ALU, MAC ve kaydırma üniteleri, veri akışının kontrolünü yapan DAG ve SEQ üniteleri bulunmaktadır. Bu ünitelerden birinin eksik olması veya yeterli performansta çalışmaması sistemin performansını büyük oranda düşürecektir. Örneğin; kaydırma ünitesindeki etkisiz çalışma durumu, kayan nokta işlemlerinin düşük verimle çözümlenmesi anlamına gelmektedir. Veri aktarımı ve akış kontrolünü sağlayan üniteler, sistemin hızını doğrudan etkilemektedirler. Bu ünitelerin yapısındaki bazı eksiklikler, hızın birkaç kat azalmasına neden olmaktadır. Bu ünitelerle beraber sistemin çalışmasına etki eden bir diğer etken de birimleri bağlayan yollardır. Yolların yeterince geniş olmaması, hızı azaltacağı gibi, aritmetik işlemler sonunda verinin tam olarak iletilmemesi hatayı arttıracaktır.

Genel kontrol uygulamalarında mikroişlemci yerine DSP'lerin kullanılması uygulamanın ihtiyacının değişmesiyle belirginleşmiştir. DSP'lerin mikroişlemcilere göre tercih edildiği uygulamalar, matematik işlem yönünden çok kapsamlı olanlardır. Dijital işaret işleme sistemlerinin bir diğer özelliği de gerçek zamanda işlem ihtiyacı göstermeleridir. Kullanıcıya belirli bir gecikme ile ulaşan bir işaret, sistemin hatalı çalışmasına neden olacaktır. Örneğin, motor kontrol sisteminde yük üzerindeki ani bir değişikliğin kontrol sistemi tarafından zamanında algılanamaması, sistemin yanlış cevap vermesine neden olacak, motorun tahrip olmasına kadar gidebilecek problemler ortaya çıkaracaktır. Bu yüzden, DSP sistemleri gerçek zamanda veri işleyecek yapıda olmalıdır.

Dijital işaret işleminin temel problemi işaretin örneklenmesidir. İşaretin doğru olarak algılanması, örnekleme frekansının yeterince büyük olmasına bağlıdır. Kontrol uygulamalarında kullanılması gereken işlemci, sistemin bant genişliğinin en az on katı bir hızla örnekleme yapabilmelidir. Ancak bu şekilde, işaretin anlamını kaybetmemesi

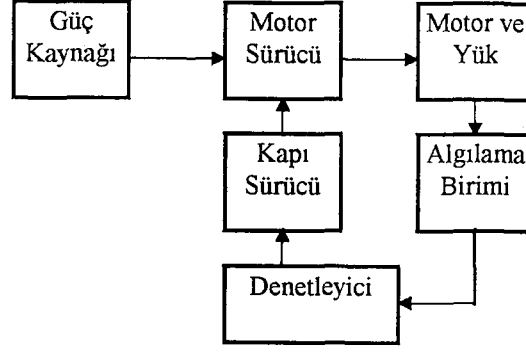
sağlanabilir. DSP sistemleri işareti yeterince yüksek hızda örnekleyebilmeli ve elde edilen verileri saklayabilmelidir. Uygulamanın yapısına göre örnekleme frekansı da artmaktadır. Görüntü ve ses işleme sistemlerinde çok yüksek örnekleme frekanslarına ihtiyaç duyulurken, kontrol uygulamalarında daha düşük frekanslar yeterli olmaktadır. Kontrol uygulamalarında 1 kHz örnekleme frekansı yeterli olmasına karşılık haberleşme uygulamalarında 8 kHz, ses işlemede 8-10 kHz, müzik işleme uygulamalarında 40-48 kHz, video görüntü işlemede ise 14 MHz örnekleme frekanslarına gerek duyulmaktadır.

DSP sistemlerinin geliştirilmesi ile, işaret işleme çok daha kolay ve ucuz bir çözüm olanağına kavuşmuştur.

5.5 DSP Uygulama Alanları

VLSI teknolojisindeki gelişmeler, DSP sistemlerinin çok kısa bir süre içinde kontrol uygulamalarının bütün alanlarına girmesine olanak sağlamıştır. DSP'nin genel işaret işleme alanında, dijital filtreleme, konvolusyon, korelosyon, Hilbert dönüşümleri, FFT (Hızlı Fourier Dönüşümü), adaptif filtreleme, ve sinyal üretimi gibi geniş uygulama alanları bulunmaktadır. Bunların başlıcaları; görme sistemleri, spektrum analizi, ses tanıma, robot ve motor kontrolü, radar işleme, modemler ve cep telefon sistemleri, adaptif yol kontrolü, işitme cihazlarıdır. Bütün bu örneklerden de anlaşıldığı gibi, dijital sistemlerin olduğu her alanda DSP kullanılmaya başlanmıştır.

Motor kontrol sistemlerinde DSP'nin kullanılması diğer uygulama alanları ile karşılaştırıldığında oldukça geç olmuştur. Bunun nedeni, mikroişlemcilerin yeterli düzeyde bir performans göstermesi ve maliyeti düşürerek, her türlü uygulamaya uyumlu olabilmesidir. Ancak motorların klasik kontrol algoritmaları yerine karmaşık kontrol algoritmaları ile kontrolü söz konusu olduğunda, mikroişlemciler zayıf kalmaktadır.



Şekil 5.6 Motor kontrol sistemin birimleri

İşlem sayısı arttıkça mikroişlemci yavaşlamakta, bu da kontrol edebileceği sistemlerin performansını etkilemektedir. Bu gibi sorunlara çözüm olarak, mikroişlemcilerin paralel çalışması, kontrol edilen sistemin belirli aşamalarında ayrı işlemcilerin kullanılması yoluna gidilmişse de, hem böyle bir sistemin kontrolünün ve uygulanabilirliğinin zor olması, hem de maliyet artışı DSP'leri üstün hale getirmiştir. Şekil 5.6'te motor kontrol sisteminin genel birimleri gösterilmiştir.

Kontrol edilecek sistemin özelliklerine uygun bir güç elektroniği devresi kullanılmalıdır. Alternatif akım şebekesinden beslenme durumunda güç akışını kontrol etmek amacıyla güç kaynağı katı kullanılmaktadır. Alternatif gerilim, doğrultucu ile doğrultulduktan sonra eğer gerekiyorsa gerilimin genliğini ayarlamak için doğru akım kısıyıcısı kullanılabilir. Daha sonra kullanılan motora göre güç elektroniği güç katı devresi gelmektedir. Asenkron ve fırçasız doğru akım motor kontrolünde inverter kullanılır. Güç katının yapısı nasıl olursa olsun devrede kullanılan güç elektroniği anahtarlarını sürmek için sürücü devreye gerek vardır. Burada anahtarlama elemanı olarak IGBT (Isolated Gate Bipolar Transistor) kullanılmıştır. Gerilim kontrollü olan bu ve bunun gibi kontrol elemanların yüksek anahtarlama frekanslarına ulaşması, devrenin PWM işaretinin daha yüksek frekanslarda elde edilmesini sağlamaktadır.

Kontrol sistemindeki bir diğer önemli eleman da algılayıcılarıdır. Motorda hız veya konum kontrolü yapıldığında, kapalı çevrim bir kontrol için denetleyicinin gerekli olan bilgiyi almasını algılayıcılar sağlamaktadır (akım ve konum algılayıcıları gibi). Hız ve konum bilgisi analog işaretler olmasına rağmen, denetleyicinin dijital yapıda olması nedeniyle kullanılan algılayıcıların çıkışı dijital seviyededir.

Denetleyici yapısı ise, sistemden bağımsızdır, sisteme göre değişen sadece işlemcinin programıdır. Bu esnek yapı sayesinde, değişik uygulamalar da donanım yapısında bir

değişiklik yapmadan sadece yazılımı değiştirerek kullanılabilir. Tasarlanan kontrol sisteminin yapısından bağımsız olarak, gerçekleştirilen yazılımın belirli bölümleri aynı kalmaktadır. Kurulan algoritmanın denetleyici sistemine hangi dil kullanılarak programlanacağı bir diğer tasarım aşamasıdır. DSP yazılım sistemleri, makine kodu yanında C dilini desteklemekte, böylece programın bu dilde yazılıp, işletilmesine olanak sağlamaktadır. Yalnız sistemin hızından tam olarak yararlanma durumu için, gerçek zamanda kontrol uygulamalarında işlemcinin makine dilinde programlanması tercih edilmelidir. Düşük seviyeli diller yardımıyla, işlemcinin bütün mimari üstünlükleri göz önüne alınıp, program gerçekleştirilmelidir.

Akış diyagramı belirlenen program, ilk olarak sistemin sabit ve değişkenlerinin tanımlanması aşamasını gerçeklemelidir. İşlemcinin bellek ve kütük yapıları gereken şekilde tanımlandıktan sonra, zamanlayıcı ve kesme işlemlerine izin verilmelidir. İşlemcinin zamanlama ünitesi gerçek zamandaki işaretleri algılamak ve işlemek amacıyla değişik kesme işlemlerini gerçekleyebilmelidir. Kapalı çevrim motor kontrol sisteminde, algılayıcı ünitesinden gelen işaretler zamanlayıcı ile değerlendirilmekte ve gereken işlemler yapılmaktadır.

Sistem veri işleyecek ve saklayacak duruma geldiğinde, A/D çeviriciden gelen işaretler değerlendirilmeye alınmaktadır. Bu veriler bellekte veya kütüklerde saklanarak, kontrol işleminin hesabında kullanılmaktadır. Kullanılan kontrol yöntemine göre, veriler işlenip, gereken kontrol işareti üretildiğinde, D/A çeviriciye yollanarak fiziksel dünya ile gereken dilde anlaşma kurulmaktadır. Kurulan program yapısı, sonsuz döngü şeklinde çalışırken, herhangi bir birimden gelen dallanma emri ile normal çalışmasına ara vermektedir.

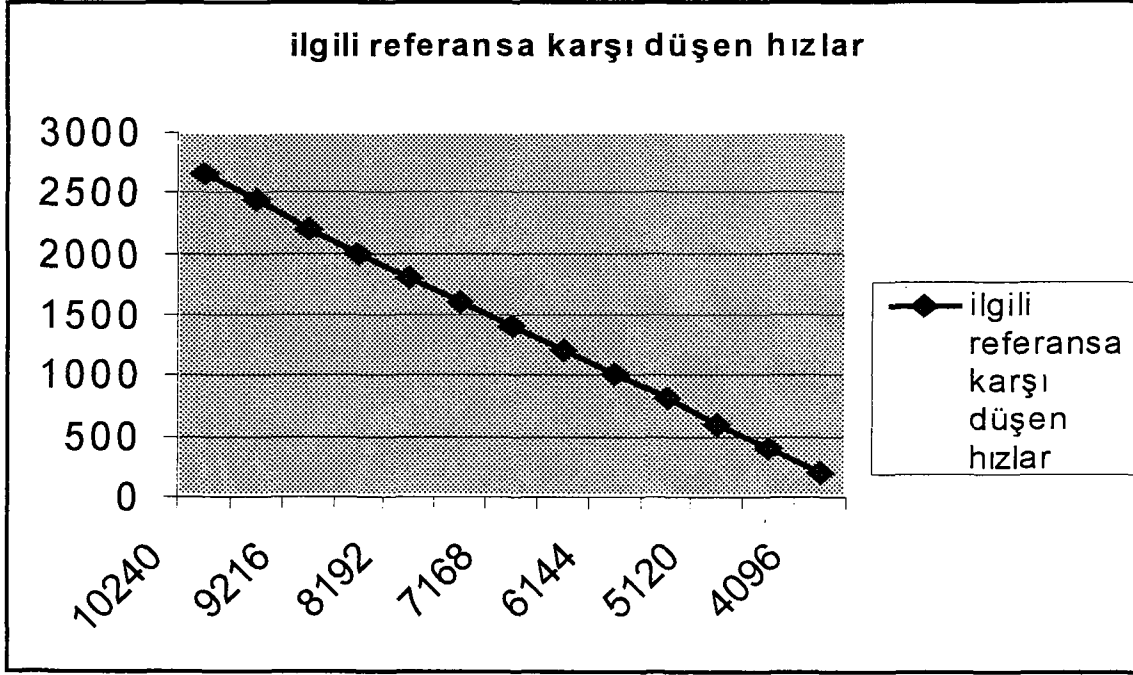
Kontrol sistemlerinde, kontrol edilen sistemin davranışını düzenlemek amacıyla denetleyiciler kullanılmaktadır. Klasik kontrol yapısı olarak sistemlerde en çok kullanılan yapılardan biri PI (oranlama ve entegre etme) yapısıdır. Sistemin tam ve doğru olarak kontrolünü gerçekleştiren bu yapı, istenen kontrol cevabını parametrelerini değiştirerek sağlamaktadır.

6. SONUÇLAR

Yapılan bu tez çalışmasında 20V'luk bir doğru akım servo motorunun TMS320C50 sayısal işaret işleyicisi ile dinamik hız kontrolü gerçekleştirilmiştir. Deney setinde hızı kontrol edilen motor VDO firmasına aittir. Ayrıca bu motorun uçlarına 60V'luk bir servo motor ile 24V'luk bir servo motor daha bağlanmıştır. 60V'luk servo motor takogeneratör olarak kullanılmış, takogeneratörün uçlarından alınan hız bilgisi dirençler üzerinde bölünerek ve bir alçak geçiren filtre devresi üzerinden DSP'ye geri besleme işareti olarak uygulanmıştır. Diğer 24V'luk DC motor ise yük olarak kullanılmıştır. Takogeneratör olarak kullanılan motorun diğer motorlara göre yüksek gerilimli ve yüksek devirli seçilmesinin nedeni; bu tip motorlarda düşük gerilimlerde lineer bir çalışma elde edilebilmesidir.

Hız kontrol devresinde bir adet MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor-Field-Effect-Transistor) kullanılmıştır. MOSFET'in kapısına uygulanan kontrol işareti +12V ile -12V arasında değişen bir dikdörtgen dalga şeklindedir. +12V'luk kapı gerilimi MOSFET'i ilettime sokarak DC motoru şebekeye bağlamakta; -12V'luk kapı gerilimi ise MOSFET'i kesime götürerek motoru 20V'luk şebekeden yalıtılmaktadır. Hızı kontrol edilen motora uygulanan PWM (Pulse Width Modulation) sinyalinin periyodu sabit tutulmaktadır. DSP'nin hızlı işlem yapabilme özelliğinden faydalanılarak örnekleme frekansı 8 KHz olarak seçilmiştir. DSP 125 µs.'de bir kesme sinyali üreterek motorun hızını takogeneratör çıkışından okumakta ve kontrolör programını devreye sokarak yeni kontrol işaretini üretmektedir. Kontrol işareti (PI kontrolörü çıkışı) MOSFET'in kapısına uygulanan sürme sinyalinin +12V'luk kısmının süresidir. MOSFET sürücü devresine uygulanan besleme gerilimleri anahtarlamalı bir güç kaynağı vasıtası ile elde edilmiştir.

Kapalı çevrim kontrol sistemine uygulanan referans hız bilgisi yazılım ile sağlanmış ve hexadesimal formatta DSP programına yazılmıştır. Değişik referans hızlara karşı düşen hız bilgileri aşağıdaki Çizelge 6.1'de gösterilmiştir. Şekil 6.1'den de gözlenebileceği gibi referans hızlar ile bu hızlara karşı düşen motor çıkış hızları arasındaki ilişki lineerdir.



Şekil 6.1 İlgili referans değerlere karşılık gelen hız bilgileri

Çizelge 6.1 Referans giriş ile hız ilişki tablosu

REFERANS HIZ (desimal)	ÖLÇÜLEN HIZ (d/dk)	HIZ (hex)
10240	2650	2800
9728	2445	2600
9216	2200	2400
8704	2000	2200
8192	1800	2000
7680	1600	1e00
7168	1400	1c00
6656	1200	1a00
6144	1000	1800
5632	800	1600
5120	600	1400
4608	400	1200
4096	200	1000

TMS320C50 Sayısal İşaret İşleyicisine ait debugger programı yardımı ile deney setinin çalışması esnasında sistem hakkında istenilen veriye anında ulaşılabilmektedir.

Gerçekleştirilen kontrol sisteminde dijital kontrolör, PI (Proportion-Integral) kontrolör kullanılarak paralel programlama yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. PI yapısındaki entegral

kontrolörüyle kararlı hal hatası sıfıra götürülmüştür. Oran kontrolörü ise sistemin ilgili referans hıza oturmasını hızlandırmak amacı ile kullanılmıştır. Sistem üzerinde değişik oran ve entegral katsayıları ile deneyler yapılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda oran katsayısının yeterince büyük seçilmemesi durumunda sistem referansı ile çıkışı arasında büyük farklılıklar olduğu gözlenmiş ve sistemin referansa oturma zamanının çok büyük olduğu anlaşılmıştır. Oran katsayısının yeterince büyük seçildiği durumlarda, entegral katsayısında etkisi ile sistemin istenilen hıza mükemmel derecede yakınsadığı gözlenmiştir. Fakat oran katsayısının büyük seçilmesi yüksek hızlarda deney setinin mekanik bağlantılarında kullanılan kaplinlerin gürültü yapmasına; bunun sonucu olarak ta PWM (Pulse-Width-Modulation) işaretinin bozulmasına neden olduğu anlaşılmıştır. Bu bozulma kontrolör performansını olumsuz etkilememektedir.

Servo motorun kontrolünde değişik kontrol algoritmaları sadece yazılımı değiştirerek kolayca denenebilir. Kullanılan DSP'nin hızlı işlem yapabilme kabiliyeti kullanılarak aynı deney seti üzerinde adaptif, dayanıklı, optimal kontrol uygulamaları gerçekleştirilebilmektedir. Bu tip karmaşık algoritmaların gerçekleştirilmesini engelleyen tek neden olan hızlı hesaplama problemi DSP gibi işlemcilerin kullanılması ile ortadan kalkmıştır.

KAYNAKLAR

Aström K. J. ve Wittenmark B., (1997), "Computer Controlled Systems", Prentice Hall, New Jersey

Bir A. (1998), "Dijital Kontrol Sistemlerinin Sentezi", Ders notları, İTÜ

Gülgün R., (1995), "Güç Elektroniği", Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul

Halıcı K., (1988), "Elektriğin Sanayie Uygulaması", Yıldız Üniversitesi Yayınları

Ogata K., (1987), "Discrete-Time Control Systems", Prentice Hall, New Jersey

Ogata K., (1997), "Modern Control Engineering", Prentice Hall, New Jersey

Paraskevopoulos P. N., (1996), "Digital Control Systems", Prentice Hall

Pastacı H., (1998), "Elektronik Devreler", Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul

Phillips C. L. ve Harbor B. D., (1988) "Feedback Control Systems", Prentice Hall, New Jersey

Sarıoğlu M. K., "Dynamic of Electrical Machines", Classnotes for EE497 MKS, University of Illinois, Urbana

Texas Instruments, (1996), "TMS320C5x DSP Starter Kit User's Guide", Texas Instruments, Missouri

Texas Instruments, (1997), "TMS320C5x User's Guide", Texas Instruments, Missouri

Texas Instruments, (1997), "TMS320C5x DSK Applications Guide", Texas Instruments, Missouri

Texas Instruments, (1997), "TMS320 DSP Designer's Notebook Initializing the TMS320C5x DSK Board", Texas Instruments, Missouri

Texas Instruments, (1997), "DSP Solutions for BLDC Motors, Application Report", Texas Instruments, France

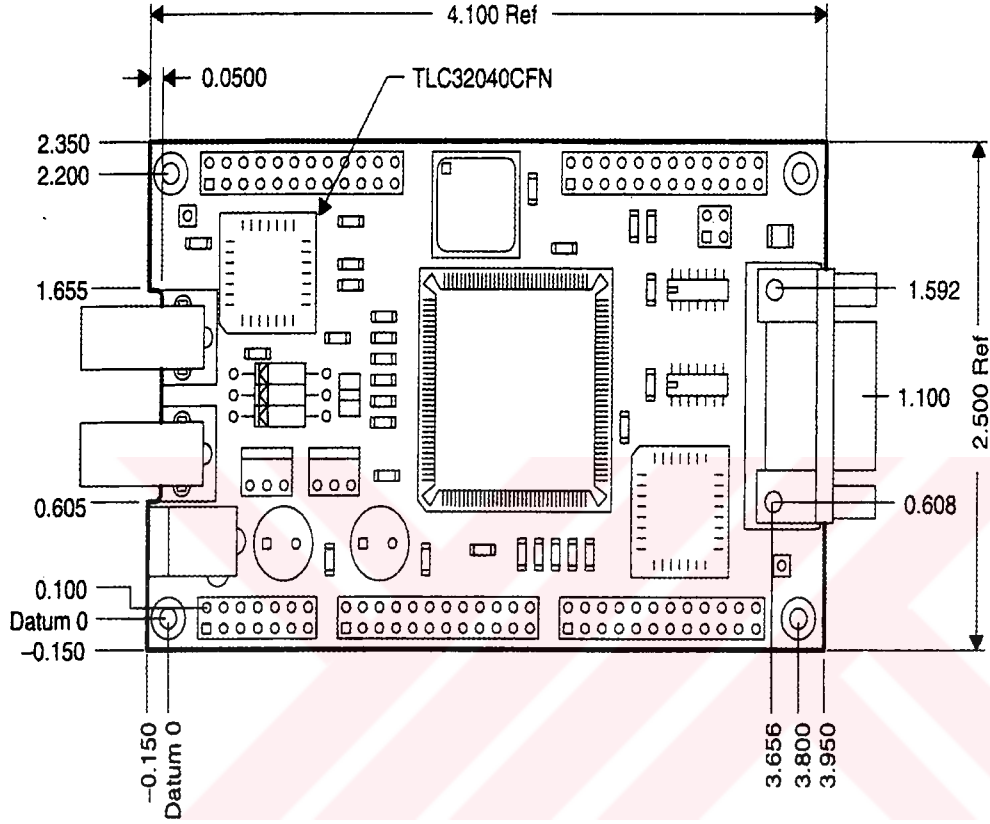
Texas Instruments, (1998), "Using the TMS320C24x DSP Controller for Optimal Digital Control, Application Report", Texas Instruments, Taiwan

Tunca D. (1997) "Serbest Uyarımlı Doğru Akım Motorunun mikrokontrolör Tabanlı Dört Bölge Hız Kontrolü", Yüksek Lisans Tezi, İTÜ

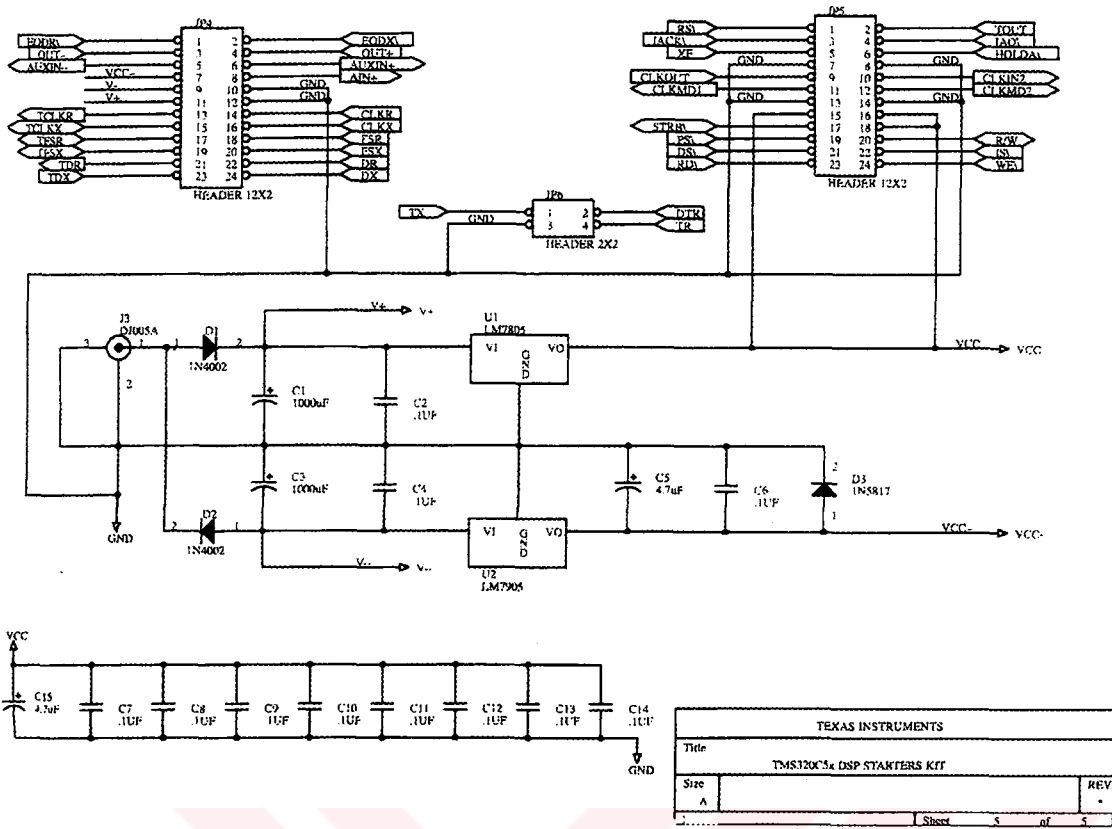
EKLER



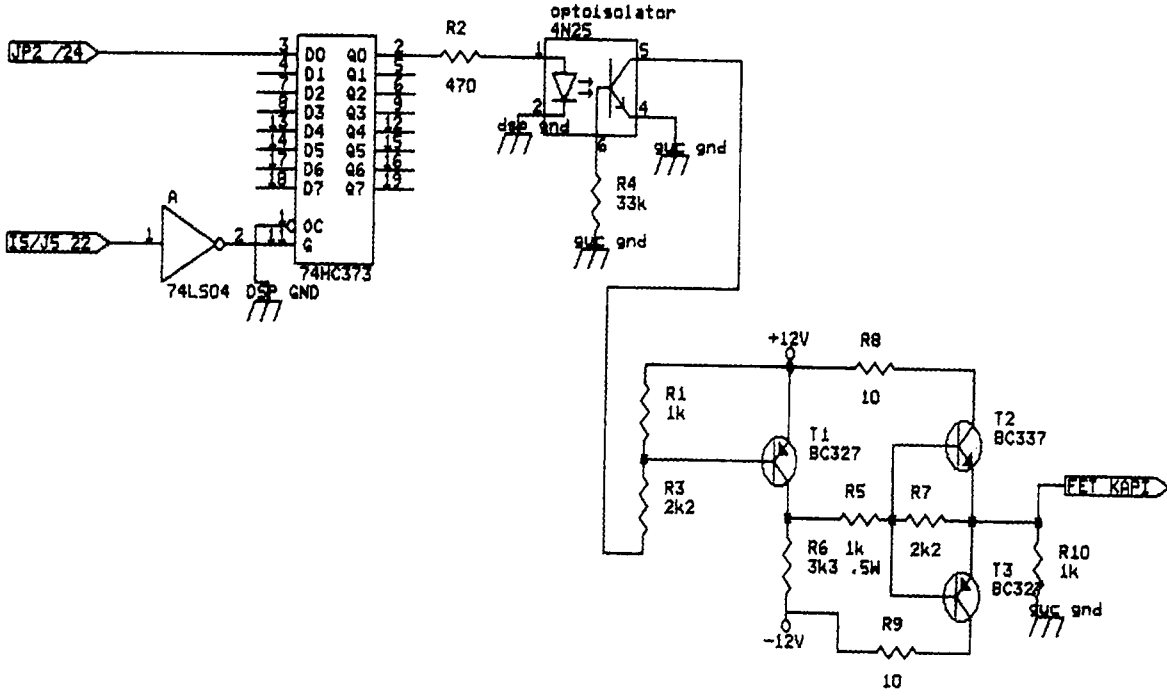
EK 1 DEVRE ŐEMALARI



Şekil E.1.1 TMS320C5x DSP Starter Kit'inin üstten görünüşü



Şekil E.1.3 TMS320C50 Sayısal İşaret İşleyicisine ait çevre birimleri



Şekil E.1.4 DC Kırıcı olarak çalışan MOSFET sürme devresi



EK 2 MOTOR KONTROL PROGRAMI

```

*****
;
;
;
;
;
*****

```

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
ELEKTRİK – ELEKTRONİK FAKÜLTESİ
ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
 Elk. Müh. İbrahim Beklan Küçükdemiral'ın master tezi motor kontrol prg.

```

        .mmregs
        .ds 0f00h
        .data
TA      .word 17
RA      .word 17
TB      .word 37
RB      .word 37
AIC_CTR .word 08h
KAYDIR  .word 03000h
KONTROL .word 1700h
ORANKAT .word 100
SABIT1  .word 400
SABIT2  .word 2300
ORANSON .word 0h
INTSABU .word 2000
INTSON  .word 0h
REFHIZ  .word 4200h
UST     .word 2300
ALT     .word 400
HATAES  .word 0h
HATA    .word 0h
TEMPINT .word 0h
INTKAT  .word 200
DAT0    .word 200
DAT1    .word 01h
HIZ     .word 0h
DAT2    .word 00h
        .ps 080ah
RINT: b  REC
XINT: b  TRAN
        .ps 0a00h
        .entry
        .text
setc INTM
ldp  #0
opl  #0834h,PMST
lacc #0
samm CWSR
samm PDWSR
setc SXM
splk #022h,IMR

```

```

call  AIC
splk  #12h,IMR
spm   0
clrc  OVM
clrc  INTM
WAIT:
nop
nop
b     WAIT
REC:
ldp   #0
lamm  DRR
and   #0fffch
ldp   #KAYDIR
add   KAYDIR
ldp   #HIZ
sac1  HIZ
zap
ldp   #REFHIZ
lac1  REFHIZ
ldp   #HIZ
sub   HIZ
ldp   #HATA
sac1  HATA
zap
lt    HATA
ldp   #ORANKAT
mpy   ORANKAT
apac
ldp   #ORANSON
sach  ORANSON,1
lacc  ORANSON
sfl
sac1  ORANSON
INT:
zap
ldp   #HATAES
lac1  HATAES
ldp   #HATA
add   HATA
ldp   #TEMPINT
sac1  TEMPINT
zap
lt    TEMPINT
ldp   #INTKAT
mpy   INTKAT
apac
ldp   #INTSON1
sach  INTSON1,1
lacc  INTSON1

```

```

sfl
sac1 INTSON1
zap
ldp #INTSON
add INTSON
sac1 INTSON
zap
ldp #HATA
lac1 HATA
ldp #HATAES
sac1 HATAES
zap
ldp #INTSON
lac1 INTSON
ldp #INTSABU
sub INTSABU
bcnd INTSIN,GT
zap

```

ARA:

```

ldp #INTSON
lac1 INTSON
ldp #ORANSON
add ORANSON

```

SURUCU:

```

ldp #KONTROL ;kontrol isaretinin sınırları
add KONTROL ;içersinde kalıp,kalmadığının
sac1 KONTROL ;kontrolü
ldp #SABIT1 ;kontrol-400
sub SABIT1 ;
bcnd NEGT,LEQ ;sonuc negatifse çıkış 400
zap
ldp #KONTROL
lac1 KONTROL
ldp #SABIT2 ;kontrol-2300
sub SABIT2 ;
bcnd AYN,LEQ ;sonuc negatifse cikis aynen

```

USTT:

```

ldp #UST
lac1 UST
ldp #KONTROL
sac1 KONTROL
ldp #DAT1
out DAT1,57h
out DAT1,57h
out DAT1,57h
ldp #DAT0
rpt #2300

```

```
nop
ldp #DAT2
out DAT2,57h
out DAT2,57h
out DAT2,57h
rete
```

NEGT:

```
ldp #ALT
lacl ALT
ldp #KONTROL
sacl KONTROL
ldp #DAT1
out DAT1,57h
out DAT1,57h
out DAT1,57h
ldp #DAT0
rpt #400
nop
ldp #DAT2
out DAT2,57h
out DAT2,57h
out DAT2,57h
rete
```

AYN:

```
ldp #DAT1
out DAT1,57h
out DAT1,57h
out DAT1,57h
ldp #KONTROL
rpt KONTROL
nop
ldp #DAT2
out DAT2,57h
out DAT2,57h
out DAT2,57h
rete
```

INTSIN:

```
zap
ldp #INTSABU
lacl INTSABU
ldp #INTSON
sacl INTSON
b ARA
```

TRAN:

```
rete
```

;BOARD INITIALISATION

AIC:

```

splk #20h,TCR ; To generate 10 MHz from Tout
splk #01h,PRD ; Load period counter with 1
mar *,AR0 ; Modify AR pointer (used with GREG)
lacc #0008h ; Load acc with 08h
sac1 SPC ; Store acc in SPC
lacc #00C8h ; Load acc with 0C8h
sac1 SPC ; Set and reset SPC register
lacc #080h ; Initialise 8000h to FFFFh as global memory
sach DXR ; Store high acc to DXR
sac1 GREG ; Store to global memory register
lar AR0,#0FFFFh ; Set AR0 register
rpt #10000 ; Set repeat counter
lacc *,0,AR0 ; Access global memory
sach GREG ; Disable global memory

```

```

;-----;
ldp #TA ; Load data page TA
setc SXM ; Set SXM for sign extension mode
lacc TA,9 ; Load accumulator with TA data
add RA,2 ; Load accumulator with RB data
call AIC2ND ; Call function AIC2ND

```

```

;-----;
ldp #TB ; Load data page TB
lacc TB,9 ; Load accumulator with TB data
add RB,2 ; Load accumulator with RB data
add #02h ; Add 10b to set status bits
call AIC2ND ; Call function AIC2ND

```

```

;-----;
ldp #AIC_CTR ; Load data page AIC_CTR
lacc AIC_CTR,2 ; Initialized control register
add #03h ; Add 11b to set status bits
call AIC2ND ; Call function AIC2ND
ret ; Return from call

```

;-----;
AIC2ND:

```

ldp #0 ; Load data page zero
sach DXR ; Store upper acc to DXR
clrc INTM ; Enable interrupts
idle ; Idle until interrupt - TINT
add #6h,15 ; Set 2 LSBs of upper acc high
sach DXR ; Store upper acc to DXR
idle ; Idle until interrupt - TINT
sac1 DXR ; Store lower acc to DXR
idle ; Idle until interrupt - TINT
lac1 #0 ; Store lower acc to DXR - flushing

```

```
sac1 DXR      ; make sure the word got sent
idle          ; Idle until interrupt - TINT
setc INTM    ; Disable interrupts
ret          ; Return from call
;-----;
.end         ; End of program
```



ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi	18.08.1975	
Doğum Yeri	İstanbul	
Lise	1987-1993	Özel Eyüboğlu Lisesi
Lisans	1993-1997	Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik – Elektronik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	1997-1999	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Müh. Anabilim Dalı
Çalıştığı Kurum	1998 - Devam ediyor	Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik – Elektronik Fakültesi Araştırma Görevlisi

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

85056

ÇELİK ŞERİT VE TELLERİN ÜRETİMİNDE
PLANLAMA VE KALİTE SİSTEM TASARIMI

Metalurji Müh. Zafer KÜÇÜKYILDIZ

F.B.E. Metalurji Mühendisliği Anabilim Dalı Üretim Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

85056

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Ahmet EKERİM

Elye

: Prof. Dr. Hüseyin BAŞLIĞIL

Doç. Dr. Ahmet EKERİM

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANİZASYON MERKEZİ

Doç. Dr. Cemalettin Yaman

İSTANBUL, 1999

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ.....	vii
KISALTMA LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
ÖNSÖZ.....	xi
ÖZET.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KALİTE NEDİR? KALİTENİN TİPLERİ ve KALİTE GÜVENCE TİPLERİNİN TANIMLANMASI.....	3
2.1 Tasarım/ Yeniden Tasarım.....	4
2.2 Uygunluk.....	5
2.3 Performans.....	5
3 ISO 9000 STANDARTLAR SERİSİ.....	10
3.1 ISO 9001.....	11
3.2 ISO 9002.....	11
3.3 ISO 9003.....	12
4 ISO 9002 KALİTE SİSTEM UNSURLARI.....	13
4.1 Kalite Güvencesi Amaçları.....	13
4.1.1 TS- ISO 9001 kalite sistemi.....	13
4.1.2 TS- ISO 9002 kalite sistemi.....	13
4.1.3 TS- ISO 9003 kalite sistemi.....	13
4.2 Kapsam.....	14
4.3 Ürün.....	14
4.4 Teklif.....	14
4.5 Sözleşme.....	14
4.6 Kalite Sistem Şartları.....	14
4.6.1 Yönetim sorumluluğu.....	14
4.6.1.1 Kalite politikası.....	15
4.6.1.2 Organizasyon.....	15
4.6.1.2.1 Sorumluluk ve yetki.....	15
4.6.1.2.2 Kaynaklar.....	15
4.6.1.2.3 Yönetim temsilcisi.....	15
4.6.1.3 Yönetimin gözden geçirilmesi.....	16
4.6.2 Kalite sistemi.....	16

4.6.2.1	Genel.....	16
4.6.2.2	Kalite sistem prosedürleri.....	16
4.6.2.3	Kalite planlanması.....	16
4.6.3	Sözleşmenin gözden geçirilmesi.....	17
4.6.3.1	Genel.....	17
4.6.3.2	Gözden geçirme.....	17
4.6.3.3	Sözleşmede değişiklik.....	17
4.6.3.4	Kayıtlar.....	17
4.6.4	Tasarım kontrolü.....	18
4.6.4.1	Genel.....	18
4.6.4.2	Tasarım ve geliştirme planlaması.....	18
4.6.4.3	Kuruluşla ilgili ve teknik ilişkiler.....	18
4.6.4.4	Tasarım girdileri.....	18
4.6.4.5	Tasarım çıktıları.....	18
4.6.4.6	Tasarımın gözden geçirilmesi.....	19
4.6.4.7	Tasarım doğrulanması.....	19
4.6.4.8	Tasarım geçerliliği.....	19
4.6.4.9	Tasarım değişiklikleri.....	19
4.6.5	Doküman ve veri kontrolü.....	19
4.6.5.1	Genel.....	19
4.6.5.2	Doküman ve veri onayının yayını	20
4.6.5.3	Doküman ve veri değişiklikleri.....	20
4.6.6	Satınalma.....	20
4.6.6.1	Genel.....	20
4.6.6.2	Taahhütlerin değerlendirilmesi.....	20
4.6.6.3	Satınalma verileri.....	21
4.6.6.4	Satın alınan ürünün doğrulanması.....	21
4.6.6.4.1	Taahhütün mahallinde yapılan tedarikçi doğrulaması.....	21
4.6.6.4.2	Satın alınan ürünlerin müşteri tarafından doğrulanması.....	21
4.6.7	Müşterinin temin ettiği ürünün kontrolü.....	21
4.6.8	Ürün tanımı ve izlenebilirliği.....	22
4.6.9	Proses kontrol	22
4.6.10	Muayene ve deney.....	22
4.6.10.1	Genel.....	22
4.6.10.2	Girdi muayene ve deneyleri.....	23
4.6.10.3	Proses sırasında muayene ve deneyler.....	23
4.6.10.4	Son muayene ve deneyler.....	23
4.6.10.5	Muayene ve deney kayıtları.....	23
4.6.11	Muayene, ölçme ve deney teçhizatının kontrolü.....	24
4.6.11.1	Genel.....	24
4.6.11.2	Kontrol prosedürü.....	24
4.6.12	Muayene ve deney durumu.....	25
4.6.13	Uygun olmayan ürün kontrolü.....	25
4.6.13.1	Genel.....	25
4.6.13.2	Uygun olmayan ürünün incelenmesi ve elden çıkarılması.....	25
4.6.14	Düzeltilici ve önleyici faaliyetler.....	26
4.6.14.1	Genel.....	26
4.6.14.2	Düzeltilici faaliyetler.....	26
4.6.14.3	Önleyici faaliyetler.....	26
4.6.15	Taahhüt, depolama, ambalajlama, muhafaza ve sevkiyat.....	26
4.6.15.1	Genel.....	26
4.6.15.2	Taahhüt.....	27

4.6.15.3	Depolama.....	27
4.6.15.4	Ambalajlama.....	27
4.6.15.5	Muhafaza.....	27
4.6.15.6	Sevkiyat.....	27
4.6.16	Kalite kayıtlarının kontrolü.....	27
4.6.17	Kuruluş içi kalite tetkikleri.....	28
4.6.18	Eğitim.....	28
4.6.19	Servis.....	28
4.6.20	İstatistik teknikler.....	28
4.6.20.1	İhtiyaçların belirlenmesi.....	28
4.6.20.2	Prosedürler.....	28
5.	ÇELİK ŞERİT ve TELLERİN (AMBALAJ ÇEMBERİ İÇİN) TÜRK STANDARTLARI İÇERİSİNDEKİ TANIMI.....	30
5.1	Konu, Tarif, Kapsam.....	30
5.1.1	Konu.....	30
5.1.2	Tarifler.....	30
5.1.2.1	Çelik şerit ve tel (çelik çember).....	30
5.1.2.1.1	Şerit çember.....	30
5.1.2.1.2	Tel çember.....	31
5.1.2.2	Çinko kaplama miktarı.....	31
5.2	Sınıflandırma ve Özellikler.....	31
5.2.1.1	Sınıflar.....	31
5.2.1.1.1	Tipler.....	31
5.2.1.2	Türler.....	32
5.2.2	Özellikler.....	32
5.2.2.1	Malzeme.....	32
5.2.2.1.1	Mekanik özellikler.....	32
5.2.2.1.2	Katlama özelliği.....	33
5.2.2.1.3	Kaplama yapışma özelliği.....	33
5.2.2.2	Yapılış.....	34
5.2.2.2.1	Çelik çemberlerin yüzeyi.....	34
5.2.2.2.2	Çivi delikleri.....	35
5.2.2.3	Boyut ve toleranslar.....	35
5.2.2.3.1	Boyutlar.....	35
5.2.2.3.2	Toleranslar.....	35
5.3	Hazırlama ve Yapımla İlgili Muayene ve Deneyler.....	35
5.3.1	Numune alma.....	35
5.3.2	Muayeneler.....	35
5.3.2.1	Gözle muayene.....	35
5.3.2.2	Boyut malzemesi.....	36
5.3.3	Deneyler.....	36
5.3.3.1	Çekme deneyi.....	36
5.3.3.2	Katlama deneyi.....	36
5.3.3.3	Kaplamanın yapışma özelliği tayini deneyi.....	36
5.3.3.4	Çinko kaplama miktarının tayini deneyi.....	37
5.3.3.5	Ovma deneyi.....	37
5.4	Piyasaya Arz.....	37
5.4.1	İşaretleme.....	37
5.4.1.1	Çelik çemberlerin kısa gösterilişi.....	37
5.4.2	Ambalaj.....	38

5.5	Çeşitli Hükümler.....	38
5.6	Ambalajda Kullanılacak Çelik Ambalaj Çemberleri Sayısı İle Boyutlarının Seçimine İlişkin Bilgiler.....	38
5.6.1	Genel.....	38
5.6.1.1	Ahşap sandıklarda kullanılacak çelik çemberlerin sayı ve boyutlarının hesaplanması.....	38
6.	ÇELİK AMBALAJ ÇEMBERLERİNİN HAMMADDELERİ.....	41
6.1	Sıcak Haddelenmiş Çelik Sac Rulo.....	41
6.1.1	Sıcak haddelenmiş çelik sac kaliteleri.....	41
6.1.2	Sıcak haddelenmiş çelik sac ruloların fiziksel özellikleri.....	41
6.1.3	Sıcak haddelenmiş çelik sac ruloların kimyasal özellikleri.....	42
6.1.4	Toleranslar.....	43
6.1.4.1	Kalınlık toleransları.....	43
6.1.4.2	Genişlik toleransları.....	43
6.1.4.3	Sıcak haddelenmiş çelik sac ruloların genel kullanım alanları.....	44
6.1.4.4	Sıcak haddelenmiş çelik sac ruloların imalat limitleri.....	44
6.2	Soğuk Haddelenmiş Çelik Sac Rulo.....	45
6.2.1	Soğuk haddelenmiş çelik sac kaliteleri.....	46
6.2.2	Soğuk haddelenmiş çelik sac ruloların fiziksel özellikleri.....	46
6.2.3	Soğuk haddelenmiş çelik sac ruloların kimyasal özellikleri.....	47
6.2.4	Toleranslar.....	48
6.2.4.1	Kalınlık toleransları.....	48
6.2.4.2	Genişlik toleransları.....	48
6.2.4.3	Soğuk haddelenmiş çelik sac ruloların genel kullanım alanları.....	48
6.2.4.4	Soğuk haddelenmiş çelik sac ruloların imalat limitleri.....	49
7.	ÇELİK ÇEMBERLERİN ÜRETİM ESASLARI.....	50
7.1	Çelik Ambalaj Çemberi Ürün Spesifikasyonu.....	50
7.1.1	Çelik çemberlerin malzeme spesifikasyonu.....	50
7.1.1.1	Malzeme grupları.....	50
7.1.1.1	Malzeme tanımları.....	50
7.1.2	Ürün spesifikasyonları.....	51
7.1.2.1	Ürün gruplandırması.....	51
7.1.2.1.1	Çember ebatları.....	51
7.1.2.1.2	Yüzey kalitesi.....	52
7.1.2.2	Çelik ambalaj çemberlerinin sarım şekilleri.....	53
7.1.2.3	Ürün tanımlaması.....	54
7.1.2.4	Ürün özellikleri.....	54
7.1.2.4.1	Mekanik özellikler.....	54
7.1.2.4.1.1	Kopma dayanımı.....	54
7.1.2.4.1.2	Süneklik.....	55
7.1.2.4.1.3	Düzensizlik.....	56
7.1.2.4.2	Kaynak özelliği.....	56
7.1.2.4.2.1	Kaynak genişliği.....	57
7.1.2.4.2.2	Kaynak dayanımı.....	57
7.1.2.4.2.3	Banttaki kaynak sayısı.....	57
7.1.2.5	Toleranslar.....	57
7.1.2.5.1	Kalınlık toleransları.....	57
7.1.2.5.2	Genişlik toleransları.....	57

7.1.2.6	Testler.....	57
7.1.2.6.1	Çekme testi.....	58
7.1.2.6.2	Bükme testi.....	58
7.1.2.6.3	Cambering testi.....	58
7.1.2.6.4	Curling testi.....	58
7.1.2.6.5	Twisting testi.....	58
7.1.2.6.6	Kayganlık testi.....	58
7.1.2.6.7	Boya kalınlığı.....	58
7.2	Çelik Ambalaj Çemberlerinde Üretim Prosesi Kontrolü.....	59
7.2.1	Çelik ambalaj çemberleri üretim proses bilgileri.....	60
7.2.1.1	Bant boşaltma	61
7.2.1.2	Kaynak.....	61
7.2.1.3	Kaynak ezme.....	61
7.2.1.4	Dilme.....	61
7.2.1.5	Çapak alma.....	61
7.2.1.6	Pota.....	61
7.2.1.7	Soğutma.....	61
7.2.1.8	Boya tankı.....	62
7.2.1.9	Boya fırını.....	62
7.2.1.10	Wax tankı.....	62
7.2.1.11	Bridle.....	62
7.2.1.12	Sarmalar.....	62
7.2.1.13	PSM (otomatik çemberleme makinesi).....	62
7.2.1.14	İstifleme.....	63
7.2.2	Proses boyunca çelik ambalaj çemberlerinin kontrol işlemleri.....	65
7.2.3	Çelik ambalaj çemberleri üretim proses işlemleri.....	67
7.2.3.1	Ürün örnekleme.....	67
7.2.3.2	Bant boşaltma.....	67
7.2.3.3	Kaynak makinesi.....	68
7.2.3.4	Kaynak ezme.....	69
7.2.3.5	Dilme ve çapak alma.....	70
7.2.3.6	Kenar çapağı alma (yuvarlatılma).....	71
7.2.3.7	Pota çıkışı kömür sıyırma aparatı	71
7.2.3.8	Soğutma suyu.....	71
7.2.3.9	Boya tankı.....	71
7.2.3.10	Boya fırını.....	72
7.2.3.11	Boya fırını çıkışı soğutma suyu.....	72
7.2.3.12	Wax banyosu.....	72
7.2.3.13	Sarmalar.....	73
7.2.3.14	İstifleme.....	74
7.2.3.15	PSM otomatik çemberleme makinesi.....	75
7.2.3.16	Ambalajlama.....	75
8.	SIGNODE ÇELİK AMBALAJ ÇEMBERLERİNE UYGULANAN KONTROL ve TESTLER.....	81
8.1	Giriş Kalite Kontrol.....	81
8.2	Proses Sırasında Kontrol.....	82
8.2.1	Proses kontrol faaliyetleri.....	83
8.2.2	Proses boyunca ürün kontrol faaliyetleri.....	83
8.3	Çıkış Kalite Kontrol.....	83
8.3.1	Çekme testi.....	83

8.3.2	Bükme testi.....	84
8.3.3	Cambering testi.....	85
8.3.4	Curling testi.....	85
8.3.5	Twisting testi.....	86
8.3.6	Kayganlık testi.....	86
8.3.7	Boya kalınlığı ölçüm testi.....	86
9.	SIGNODE KALİTE KONTROL, ÖLÇME ve TEST EKİPMANLARININ KONTROLÜ.....	89
9.1	Kontrol, Ölçme ve Test Ekipmanlarının Kontrolü.....	89
9.1.1	Kalibrasyon	89
9.1.1.1	Kalibrasyon kaynağı.....	89
9.1.1.2	Ekipmanların kalibrasyona alınması.....	90
9.1.1.3	Firma içi kalibrasyon.....	90
9.1.1.4	Ortam şartları.....	90
9.1.1.5	Kalibrasyon sonuçlarının değerlendirilmesi.....	91
9.1.1.6	Kalibrasyon kayıtları.....	91
9.1.2	Doğrulama	91
9.1.3	Bakım.....	92
9.2	Kontrol, Ölçme ve Test Ekipmanlarının Tanımlanması.....	92
9.3	Kontrol, Ölçme ve Test Ekipmanlarının Korunması.....	92
10.	SIGNODE ÇELİK AMBALAJ ÇEMBERLERİNDE KULLANILAN TOKALAR ve ÖZELLİKLERİ.....	93
10.1	58 SPC Ambalajlama Tokası.....	93
10.2	12 MNA Ambalajlama Tokası.....	94
10.3	12 SPC Ambalajlama Tokası.....	94
10.4	34 AMP Ambalajlama Tokası.....	95
10.5	34 C Ambalajlama Tokası.....	96
10.6	34 SPC Ambalajlama Tokası.....	97
10.7	34 HOC Ambalajlama Tokası.....	97
10.8	114 P Ambalajlama Tokası.....	98
10.9	114 A Ambalajlama Tokası.....	99
11.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	101
	KAYNAKLAR.....	103
	EKLER.....	105
	Ek 1 Kalite Sözlüğü.....	105
	Ek 2 Kerim Çelik A.Ş. SIGNODE Çelik Ambalaj Çemberi Üretim Hattı Akış Şeması.....	109
	ÖZGEÇMİŞ.....	110

SİMGE LİSTESİ

Al	Alüminyum
Ao	Çekme testi uygulanmadan önce çelik çemberin ilk kalınlık ve ilk genişlik çarpımı
ATÜ	Kaynak makinası kilitleme pistonlarının hava basıncı
B	Yüzeyi boyalı çelik çember
BLU	Mavi yüzeyi boyanmamış çelik çember
BPW	Black Painted Wound (yüzeyi siyah boya ile boyanmış çelik çember)
C	Karbon
CR	Cold Rold (soğuk haddelenmiş çelik sac rulo)
Cu	Bakır
°C	Santigrad derece
EG	Yüzeyi elektrogalvanizli çelik çember
G	Galvanizleme yapılmış çelik çember
GPW	Green Painted Wound (yüzeyi yeşil boya ile boyanmış çelik çember)
H	Haddeleme yapılmış çelik çember
Hi	Sıgnode çelik çember tokalarının iç yüksekliği
HR	Hot Rolled (sıcak haddelenmiş çelik sac rulo)
kgf/mm ²	Kilogramfond/ milimetre
L	Sıgnode çelik çember tokalarının uzunluğu
Lf	Çelik çemberin çekme testi uygulandıktan sonraki boyu
Lo	Çekme testinden uygulanmadan öndeki çelik sac rulonun ilk boyu
Lt/dk	Dakikada kaynak makinasından argon gazının litre olarak değeri
M	Yüzeyi boyanmamış mavi çelik çember
MM	Yüzeyi mavi mumlandırılmış çelik çember
MW	Mill Wound (çoklu sarımlı çelik çember)
Mn	Mangan
N	Azot
N	Newton
P	Yüzeyi parlatılmış çelik ambalaj çemberi
Pmax	Çekme testi uygulanan çelik çemberlere kopma anında uygulanan maksimum kuvvet
R	Bükme testindeki her 90° büküm değeri
RW	Ribbon Wound (tekli sarımlı çelik çember)
S	Kükürt
SG	Sıcak daldırma ile galvanizleme yapılmış çelik çember
Si	Silisyum
Sn	Kurşun potası karbon kontrolü zaman birimi (saniye)
T	Sıcak haddelenmiş çelik sac rulo kalınlığı
T	Sıgnode çelik çember tokalarının kalınlığı
V	Yüzeyi vernikli çelik çember
W	Sıgnode çelik çember tokalarının genişliği
WI	Sıgnode çelik çember tokalarının iç genişliği
ZPW	Zinc Painted Wound (yüzeyi çinko boya ile boyanmış çelik çember)

KISALTMA LİSTESİ

ASQC	American Society Quality Control
DIN	Deutsch Industrie Norme
ISO	International Standardition Organizational
KGS	Kalite Güvence Sistemi
TM	Türk Malı
TS	Türk Standartları



ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1	Genişletilmiş süreç4
Şekil 2.2	Kalite halkası.....7
Şekil 5.1	Kangalların telle bağlanması.....39
Şekil 5.2	Kangalların kağıtla bağlanması.....40
Şekil 5.3	Kangalların ambalajı.....40
Şekil 5.4	Ambalaj ağırlığı 500 kg'ı geçmeyen kangal altlığı.....40
Şekil 7.1	SIGNODE çelik ambalaj çemberleri üretim hattı yerleşim şeması.....64
Şekil 7.2	A 1 ambalajlı tekli sarım yapılmış iç piyasa paketlemesi.....76
Şekil 7.3	A 2 ambalajlı tekli sarım yapılmış dış piyasa paketlemesi.....77
Şekil 7.4	A 3 ambalajlı çoklu sarım yapılmış iç piyasa paketlemesi.....78
Şekil 7.5	A 4 ambalajlı çoklu sarım yapılmış dış piyasa paketlemesi.....79
Şekil 8.1	Sıgnode çelik ambalaj çemberleri giriş kalite kontrol akış şeması.....82
Şekil 8.2	Mekanik test raporu.....88
Şekil 10.1	58 SPC ambalajlama tokası.....93
Şekil 10.2	12 MNA ambalajlama tokası.....94
Şekil 10.3	12 SPC ambalajlama tokası.....95
Şekil 10.4	34 AMP ambalajlama tokası.....96
Şekil 10.5	34 C ambalajlama tokası.....96
Şekil 10.6	34 SPC ambalajlama tokası.....97
Şekil 10.7	34 HOC ambalajlama tokası.....98
Şekil 10.8	114 P ambalajlama tokası.....99
Şekil 10.9	114 A ambalajlama tokası.....100

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 5.1	Şerit çemberlerin boyutları.....30
Çizelge 5.2	Tel çemberlerin boyutları.....31
Çizelge 5.3	Çelik çemberlerin çekme dayanımları.....32
Çizelge 5.4	Çelik çemberlerin kopma uzamaları.....33
Çizelge 5.5	Şerit çemberlerin ve yassı kesitli tel çemberlerin eğme sayısı.....33
Çizelge 5.6	Şerit çember ve tel çemberlerin yüzey işlemleri.....34
Çizelge 5.7	Farklı çekme dayanımlarına göre çelik çemberlerin eşdeğer kesit alanları.....39
Çizelge 5.8	Kangal althığı yapımında kullanılan ahşap malzeme boyutları.....40
Çizelge 6.1	Sıcak haddelenmiş çelik sac ruloların fiziksel özellikleri.....42
Çizelge 6.2	Sıcak haddelenmiş çelik sac ruloların kimyasal özellikleri.....42
Çizelge 6.3	Sıcak haddelenmiş çelik sac ruloların kalınlık toleransları.....43
Çizelge 6.4	Sıcak haddelenmiş çelik sac ruloların genişlik toleransları.....44
Çizelge 6.5	Sıcak haddelenmiş 3010 ve 6222 kalitesindeki çelik ruloların imalat aralıkları.....45
Çizelge 6.6	Sıcak haddelenmiş 6422 kalitesindeki çelik rulonun imalat aralığı.....45
Çizelge 6.7	Soğuk haddelenmiş çelik sac ruloların fiziksel özellikleri.....47
Çizelge 6.8	Soğuk haddelenmiş çelik sac ruloların kimyasal özellikleri.....47
Çizelge 6.9	Soğuk haddelenmiş çelik sac ruloların genişlik toleransları.....48
Çizelge 6.10	Soğuk haddelenmiş 1112, 6112 ve 6114 kalitelerindeki ruloların üretim limitleri.....49
Çizelge 7.1	SIGNODE çelik ambalaj çemberi ebat dağılımı.....52
Çizelge 7.2	SIGNODE çelik ambalaj çemberleri kopma dayanımları.....55
Çizelge 7.3	Çelik ambalaj çemberlerinde kaynaklı bölge kalınlıklarının nominal çember kalınlıklarına oranları.....56
Çizelge 7.4	Çelik ambalaj çemberleri üretim proses kontrol tablosu.....60
Çizelge 7.5	Çelik ambalaj çemberlerindeki proses kontrol tablosu.....66
Çizelge 7.6	Üretimi yapılan çember genişlikleri için dilinen bant ölçüleri.....68
Çizelge 7.7	Çelik ambalaj çemberlerinin kalınlıklarına göre kaynak makinesi amper değerleri.....69
Çizelge 7.8	Çelik çember kalınlıklarının ezilen kaynak bölgelerine oranları.....70
Çizelge 7.9	Sarma kafalarında sarılan ruloların çember boyları.....74

ÖNSÖZ

Çelik ambalaj çemberlerinin üretim esasları, kalite sistemleri ve Türk ve Dünya Standartları içerisindeki tanımları ve kalite sistemi içerisindeki yerlerinin anlatıldığı tez çalışmasında, çeşitli sanayi kollarında uygulanan paketleme ve ambalajlama sistemlerinde dünya lideri konumunda olan A.B.D.' de yerleşik SIGNODE isimli firmanın ve bu firmanın Türkiye'de üretici lisanslı firması ve Borusan Holding Kuruluşu olan KERİM ÇELİK A. Ş. tarafından üretilen çelik ambalaj çemberleri tüm üretim yönleriyle anlatılmıştır. Çelik ambalaj çemberleri Türkiye'de çok fazla bilinmemektedir. Bunun sebebi olarak son kullanıcıların ürünlerin sevkiyatlarında son derece büyük bir öneme sahip olan ambalajlama ve paketlemenin önemini tam olarak kavrayamamış olmalarındandır. Çelik ambalaj çemberleri üretimlerinde kullanılan hammaddelerden uygulanan kalite kontrol ve test aşamalarına kadar oldukça geniş bir üretim çeşitlenmesine sahiptir. Tüm bu alanlar üretimin her aşamasında ayrı ayrı kontrol edilir ve bulunan sonuçlar standartlarda verilen değerlerle kontrol edilir. Çelik ambalaj çemberlerinin Türk sanayi sektöründeki yerleşimi özellikle son 4 yılda büyük bir artış göstermiş ve son kullanıcılar eskiye oranla ambalaj ve paketlemenin önemini çok daha iyi kavramışlardır. Bunun nedeni olarak da dünya piyasasındaki rekabet koşullarının artış göstermesi ve üretimi yapılan ürünlerin gönderildikleri yerlere dağılmamış paketler halinde gitmesi zorunluluğudur. Buna paralel olarak çelik ambalaj çemberlerinin üretim esasları her geçen gün gelişmekte, kalite kontrol ve araştırma-geliştirme çalışmaları özellikle SIGNODE firması tarafından yürütülmekte ve geliştirilen her türlü teknik özellik aynı anda KERİM ÇELİK A.Ş. tarafından uygulamaya alınmaktadır.

Tez çalışmasını hazırlama sürecim içerisinde her türlü konuda bilgi ve tecrübeleriyle benden yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Doç Dr. Ahmet EKERİM Bey'e, KERİM ÇELİK A.Ş. yöneticilerine, SIGNODE Corp. Avrupa Direktörü Mr. Gerard YOUNG'a, SIGNODE Corp. A.B.D. üretim hat sorumlusu Mr. Tom BOWN'a , çalışma arkadaşlarıma ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Kalite teriminin genel tanımı ve kalite güvence tipleri açıklanmıştır. ISO 9000 standartlar serisinden başlıca 3 seri 9001, 9002 ve 9003 açıklanmış ve 9002 serisi özetlenmiştir. Türk Standartları Enstitüsü çelik şerit ve telleri 1142 no' lu broşürde standartlaştırmıştır ve bu standart çalışmada verilmiştir.

Çelik ambalaj çemberlerinin hammaddeleri olan sıcak ve soğuk haddelenmiş çelik sac ruloların fiziksel ve kimyasal değerleri tüm tolerans değer aralıkları gerekli tablolar ile verilmiştir.

Çelik ambalaj çemberlerinin üretim parametreleri ve buna bağlı olarak işlem şekilleri tüm teknik verileri ile belirtilmiş ve kalite kontrol ve test şekilleri verilmiştir. Kalite kontrol ve test cihazlarının kalibrasyon aralıkları belirtilmiştir. Çelik çemberlerin tokaları ve teknik malzeme özellikleri ile birlikte ölçüleri açıklanmıştır.



ABSTRACT

The general definition of quality and quality assurance types were explained. From ISO 9000 standardization series mainly 3 series 9001, 9002 and 9003 were explained and 9002 seri were summarized. Turkish Standardization Institute had standardized the basic production of steel bands and wires in brochure 1142 and this standard was also given in this study.

Chart and tables belonging to chemical and physical values and the tolerance gaps of hot and cold rolled steel row material were given.

The production parameters of steel straps and regarding to manufacturing types were defined by all their technical inputs and their quality control and test methods were explained. Quality control and test equipment's which are being used to measure standardization and their calibration were defined. The seals of steel straps and their technical specification and material properties with their dimensions were explained.



1. GİRİŞ

Çelik ambalaj çemberleri üretim yöntemleri bakımından çeşitli proseslere sahiptir. Bu yöntemler üretimi yapılacak olan çelik çemberlerin kalite bakımından uygun değerleri verecek hammadde seçiminden, uygulanan kalite kontrol ve test yöntemlerinin seçimine kadar değişkenlik gösterirler. SIGNODE çelik ambalaj çemberleri Kerim Çelik A.Ş. üretim hattında Türk ve Dünya standartlarının gerektirdiği tüm esaslar uygulanarak üretilirler. (T.S. 1142, 1972; SIGNODE İnternational Standarts, 1997). Hammaddeler, sıcak haddelenmiş çelik sac rulolar ve ardından soğuk haddelenerek üretilen çemberlerin kalınlıklarına uygun olarak dilme hattında dilinerek üretime alınırlar. Üretim esnasında her aşama kontrol edilir ve standartlar dışında bir sonuç ortaya çıktığında derhal üretim durdurulur ve hatalı malzeme üretimden alınarak hatanın nedenini bulmak için kalite kontrol devreye alınır. ISO 9002 kalite sistem belge sahibi olan Kerim Çelik A.Ş.'de üretim tamamen SIGNODE Corp. belirlediği ve A.B.D. ve Avrupa ile tamamen aynı eşitlikte gerçekleştirilen bir yapıda gerçekleştirilir (SIGNODE Corp., 1996).

Çelik ambalaj çemberleri ile ilgili şu ana kadar bir çalışma tam anlamıyla yapılmamış olup, sanayi sektöründe uygulanan ambalaj ve paketleme sistemi ancak son 4 yılda önemini açığa çıkarmıştır. Son derece büyük bir öneme sahip olan ambalajlama ve paketleme konusu Türkiye'de KERİM Çelik A.Ş. tarafında 1990 yılından beri hizmet vermekte ve konunun önemi sanayi kuruluşlarına anlatılmaya başlanmıştır. Türkiye'de ERDEMİR tarafından üretilen sıcak haddelenmiş çeşitli kalitelere rulo saclar daha sonra BORÇELİK (Borusan Holding Kuruluşudur) tarafından üretilen çemberlerin kalınlıklarına uygun olarak soğuk haddelenerek Kerim Çelik A.Ş.'ye gönderilir. Malzeme ihtiyaç planlamasına (M.R.P.) göre üretim planına alınan çelik sac rulolar üretim hattındaki dilme merkezine alınarak uygun kalınlık oranına göre dilme işlemi uygulanır. Yapılan her işlem kalite sistemi içerisinde değerlendirildiğinden en küçük bir hata olması durumunda bile derhal üretim durdurulur. Uygunsuzluk olmaması durumunda üretim hattında işleme devam edilir ve çemberin yüzey kalitesi durumuna göre çemberler boya tankından geçirilir ve ardından boya fırınına girerek yüzeydeki boya kurutulur. Soğutma suyu ve çemberlerin yüzey kayganlığını sağlamak amacıyla Wax tankından geçirilen çelik çemberler son olarak sarma kafalarında rulolar halinde ve genişliklerine göre tekli ve çoklu sarım işlemi yapılarak paketlenirler. Her sarılan rulodan standartlar dahilinde numune alınarak kalite kontrol laboratuvarında testler uygulanır ve sonuçlar standartlar dahilinde ise işleme devam edilir ve malzeme üretimi ambalajlama yapılarak tamamlanır. Sonuçların standartlar dışında çıkması durumunda ise uygunsuz rulolar

hasarlara neden olur. Üretim prosesleri Kerim Çelik A.Ş.'de her yönüyle kontrol edilir ve Türk sanayi sektörüne en kaliteli çelik çemberleri sunmak ve uluslar arası standartlarda ambalaj ve paketleme sistemlerini sunmak için üretim gerçekleştirilir. Bu çalışmada yapılan teknolojik işlemlerin kalite güvence tasarım koşullarına uygunluğu araştırılacak ve çelik ambalaj çemberlerinin üretim esasları anlatılacaktır.



2. KALİTE NEDİR? KALİTENİN TİPLERİ ve KALİTE GÜVENCE TİPLERİNİN TANIMLANMASI

Kalitenin çok çeşitli anlamları olması sebebiyle herkesin tam olarak uzlaşacağı kalite tanımlanması şu an için yapılamamaktadır. Değişik kalite tanımlarının yapılması kalitenin çok boyutlu olmasından kaynaklanmaktadır. Aşağıda, şu ana kadar dünya çapındaki kuruluş ve uzmanlar tarafından yapılmış olan kalite tanımları verilmiştir.

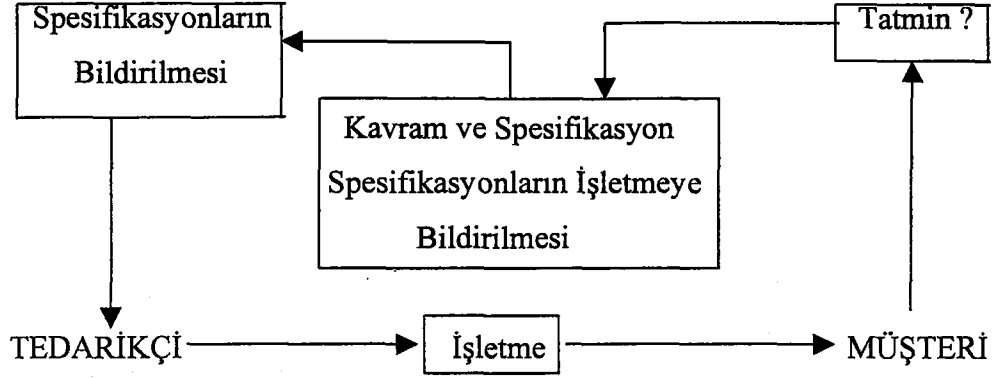
- a. Kalite, bir ürün yada hizmetin belirlenen veya olabilecek ihtiyaçları karşılama kabiliyetine dayanan özelliklerinin toplamıdır (ISO 8402, 1986).
- b. Kalite bir mal yada hizmetin belirli bir gerekliliği karşılayabilme yeteneklerini ortaya koyan karakteristiklerin tümüdür (Amerikan Kontrol Derneği- ASQC).
- c. Kalite, bir ürünün gerekliliklere uygunluk derecesidir (Crosby,1992).
- d. Kalite, kullanıma uygunluktur (Juran,1990).
- e. Kalite, ürünün sevkiyattan sonra toplumda sebep olduğu en az zarardır.

Kalitenin 8 boyutu aşağıdaki gibi tanımlanmıştır (Garvin,1984).

1. Performans: Üründe buluna birincil özellikler.
2. Diğer Unsurlar: Ürünün çekiciliğini sağlayan ikinci karakteristikler.
3. Uygunluk: Spesifikasyonlara, belgelere ve standartlara uygunluk.
4. Güvenilirlik: Ürünün kullanım ömrü içinde performans özelliklerinin sürekliliği.
5. Dayanıklılık: Ürünün kullanılabilirlik özelliği.
6. Hizmet Görürlük: Ürüne ilişkin sorun ve şikayetlerin kolay çözülebilirliği.
7. Estetik: Ürünün albenisi ve duyulara seslenebilme yeteneği.
8. İtibar: Ürünün yada diğer üretim kalemlerinin geçmiş performansı.

Kalite, bir ürün yada hizmet hakkında müşteri yada kullanıcıların yargısı olup, beklentiler ve gereksinimlerin karşılanmasına olan inançların ölçüsüdür. Ayrıca kalite, bir ürün yada hizmet hakkında müşteri yada kullanıcıların yargısı olup, beklentiler ve gereksinimlerin karşılanmasına olan inançların ölçüsüdür. Örneğin, bir otomobil satın alan müşterinin kontak anahtarını bir kez çevirmesi ile çalışabilecek motora sahip olması gibi beklentisi vardır. Motor ilk kez çalışmadığında müşterinin beklentisi karşılanmamış olacaktır ve müşteri aracın kalitesini yetersiz olarak algılayacaktır.

Kalite, bir işletmenin genişletilmiş sürecinin (Şekil-1), sonsuz iyileştirme çalışmalarını da bütünü ile kapsar. Genişletilmiş süreç, işletmenin tedarikçiler, müşteriler, yatırımcılar, işverenler ve toplum ile bütünleştirilmesi anlamında kullanılmaktadır (Gitlow, 1984).



Şekil 2.1 Genişletilmiş süreç (ISO, 1995)

Genişletilmiş süreç, müşterinin gereksinimlerini işletmeye bildirmesi ile başlar. Bir işletmenin en önemli hedefinin müşterilerin tatmin edilmesi olduğu unutulmamalıdır. Genişletilmiş sürecin diğer ucunda işletmenin tedarikçileri vardır. İşletme, müşterilerinin gereksinimlerini ve beklentilerini tedarikçilere müşteri tatmininin artmasına yardımcı olması amacı ile bildirir. İşletme ve tedarikçileri kaliteli ürün ya da hizmet üretmek ve genişletilmiş süreçte iyileştirmeler yapmak için birlikte çalışırlar. Genişletilmiş süreçte kaliteyi iyileştirmek amacıyla olan yöneticilerin kalitenin aşağıdaki üç tipini gözönünde bulundurması gerekir (Gitlow, 1984). Bu kalite tipleri tasarım/ yeniden tasarım, uygunluk ve performans kalitesi olarak belirtilirler.

2.1 Tasarım/ Yeniden Tasarım Kalitesi

Tasarım kalitesi, müşteri araştırmaları ve hizmet satış/satış ziyaretleri ile başlar ve müşteriye tatmin edecek bir ürün/hizmet kavramının belirlenmesi ile sürdürülür. Hizmet kavramı için spesifikasyonlar hazırlanır. Bir işletmede müşteri ve tedarikçileri dış ve iç olmak üzere iki ayrı grupta değerlendirmek gereklidir; Örneğin; satın alma üretimin tedarikçisi, üretim sevkiyatın tedarikçisi, sevkiyat ise üretimin tedarikçisi olarak değerlendirilmelidir. Bir ürün/hizmet kavramının geliştirilmesi süreci pazarlama, satış sonrası hizmet ve tasarım mühendisliği personeli arasında işbirliği oluşturulmasını içerir.

Bir işletmenin ürün/ hizmet anlayışı sürekli ve sonsuz iyileştirme ise, müşteri araştırmaları ve satış/ hizmet ziyaret analizlerine de özel bir önem verilmesi gerekecektir. Müşteri araştırması,

şimdi ve gelecekte müşteri gereksinimlerinin açıklığa kavuşturulması için uygulanan çalışmadır. Müşteri araştırmaları işletme içerisinde de gerçekleştirilebilir. Çalışanlar bazı yönetim politikası kararlarının müşterileri olduğu için, yönetim politikasının iyileştirilmesini sağlayacak şekilde çalışanlara yönelik araştırmalar yapılmalıdır. Satış analizleri, satış sırasında müşterilerden toplanan ve müşterilerin bugünkü ve gelecekteki gereksinimlerini içeren bilginin sistematik olarak toplanması ve değerlendirilmesidir. Satış sonrası hizmet analizleri ise, müşteri/ kullanıcıların, ürün/hizmet performansı ile ilgili olarak sahip oldukları sorunların sistematik olarak araştırılmasıdır. Yapılan ziyaretler ile işletme, müşterilerin şimdiki ve geleceğe yönelik beklentilerini daha iyi anlama olanağına kavuşmuş olacaktır.

2.2 Uygunluk Kalitesi

Uygunluk kalitesi, bir işletme ve tedarikçilerin müşteri gereksinimlerini karşılamak için gerekli olan tasarım spesifikasyonlarını karşılayabilme ölçüsüdür. İşletme, tasarım kalitesi çalışmaları ile ürün/hizmet spesifikasyonlarını belirledikten sonra, çalışmalarını spesifikasyonlarını karşılama doğrultusunda yoğunlaştırarak müşterilerin ürün/hizmetin ilk aldıkları zamanki performansına ömür çevrimi süresi boyunca sahip olmalarını sağlar.

2.3 Performans Kalitesi

Performans kalitesi, işletmenin ürün/hizmetlerinin pazardaki performans düzeylerinin müşteri araştırmaları, satış/ hizmet analizleri ile belirlenmesidir. Bu çalışmalar, satış sonrası hizmet, bakım, güvenilirlik ve lojistik destek analizi ile müşterilerin neden işletmenin ürün/hizmetlerini satın almadıklarının araştırmasını içerir. Tasarım bölümü elemanları müşteri tatminini etkileyen bir ürün/hizmet kavramı için, spesifikasyonların belirlenmesinde pazarlama bölümü elemanları ile birlikte çalışmalıdır. Performans kalitesi çalışmalarında kalite kaybı iki kaynaktan aranmalıdır. Birinci olarak kalite kaybı ürün/hizmetin karakteristiklerinin pazarın gereksinimlerinden farklı bir şekilde üretildiği süreçte olur. Bu kayıp, pazar sayısının artırılması ve ürünün müşteri gerekliliklerini karşılayacak şekilde düzeltilmesi ile önlenir. İkinci olarak kalite kaybı kalite karakteristikleri değişiminin çok fazla olduğu ürün/hizmet üreten süreçlerde ortaya çıkar. Bu iki kalite kaybı genişletilmiş sürecin performans kalitesi aşamasında aranmalıdır. Elde edilen bilgi, daha sonra genişletilmiş sürecin tasarım kalitesi ve uygunluk aşamasında bildirilmelidir.

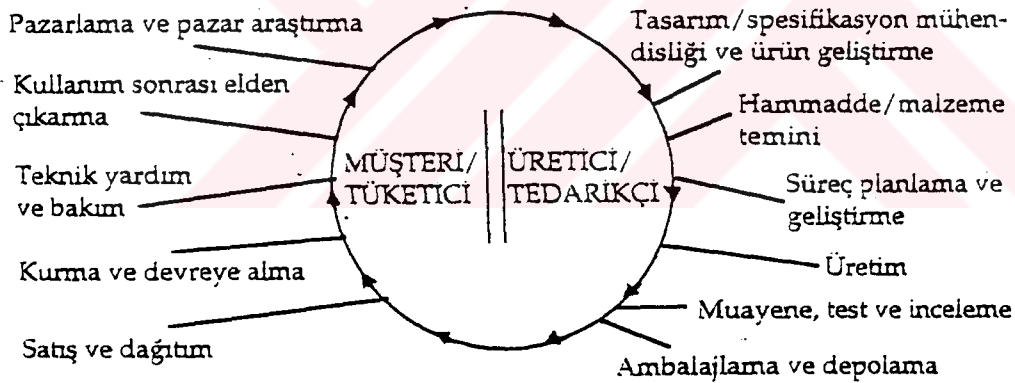
Kalitenin iyileştirilmesi için yönetim, kaliteye olan bağlılığını net bir şekilde ortaya koymalı ve iyileştirme sorumluluğunu kabul etmelidir. Kalite ortamında ekip çalışması, iletişim, ortak sorun çözme, güven ve sonsuz iyileştirmeye yönelik çalışmalar cesaretlendirilir. Ekip çalışması genişletilmiş sürecin sürekli iyileştirilmesinde bir ön koşul olduğundan, böyle bir ortamda çalışma ve yardımlaşma ruhu gelişir. İşçilerin sistemdeki kusurları korkusuzca söyleyebilecekleri yönde, işletme kültür değişir. Daha olumlu bir çalışma ortamının oluşması için, ekip çalışmasının önemi vurgulanmalıdır, hatalı ürünlerin tespit edilmesi yerine, hatalı üretime engel olma felsefesi geliştirilmelidir, tüm çalışanlar için sürekli eğitim uygulanmalıdır, çalışanlar sürecin sürekli geliştirilmesi felsefesine katkıda bulunmak için teşvik edilmelidir, işi yapan kişilere işin gerektirdiği yetki ve sorumluluk verilmelidir, tüm çalışanlar için sağlıklı ve emniyetli bir iş ortamı temin edilmelidir, işletme amaç ve politikası çalışanlara düzenli olarak aktarılmalı ve çalışanların da sürekli olarak katkıda bulunabilmeleri yönünde motive edilmelidir.

ISO 8402 kalite sözlüğünde (1986), kalite güvencesi “ürün yada hizmetin kalite için belirtilmiş gereklilikleri karşılama konusunda yeterli güveni sağlayacak planlı ve sistematik çalışmaların toplamı” olarak belirtilmiştir. Belirlenmiş gereklilikler kullanıcının gereksinimlerini bütünü ile yansıtmadıkça, kalite güvencesi sağlanmamış olacaktır. Kalite güvencesinde ilk adım, müşteri gerekliliklerinin tam ve doğru olarak anlaşılmasıdır. Etkililiğin sağlanması için kalite güvencesi üretim, montaj ve muayene işlemlerinin denetimleri ve doğrulamaları çalışmalarında olduğu gibi, amaçlanan uygulamalar için spesifikasyon yada tasarım uygunluğunu etkileyen faktörlerin sürekli olarak değerlendirilmesini gerektirir. Güven sağlama çalışmaları kayıtlarla desteklenmelidir. Bir organizasyonda kalite güvencesi sistemi bir yönetim aracı olarak işlev görür. Sözleşmeli durumlarda ise bu sistem müşteriye güven sağlar.

Kalite, mükemmellik gibi kişilerin bakış açılarına bağlıdır. Birisi için iyi kalite olarak değerlendirilebilecek herhangi bir ürün yada hizmet başkası için yetersiz olabilir. Kalite güvencesi kavramında kalitenin duyarlı bir anlamı vardır. Bir tüketici toplumunda, büyük işletmelerde müşteri gereklilikleri Pazar araştırması ile tanımlanır ve bu şekilde elde edilen bilgi yapılabirliğinin ve uygulanabilirliğinin incelenmesi için finans, tasarım ve üretim bölümlerine gönderilir. Özellikle büyük sanayi kuruluşlarına yan sanayi olarak hizmet veren küçük ve orta ölçekli işletmeler spesifikasyonlara ek olarak, üretimlerinin nerelerde kullanıldığını, beklenen hizmet sürelerinin ne olduğu, varsa garanti süresini müşterilerinden doğru olarak öğrenmelidir.

işletmelerde müşteri gereklilikleri Pazar araştırması ile tanımlanır ve bu şekilde elde edilen bilgi yapılabirliğinin ve uygulanabilirliğinin incelenmesi için finans, tasarım ve üretim bölümlerine gönderilir. Özellikle büyük sanayi kuruluşlarına yan sanayi olarak hizmet veren küçük ve orta ölçekli işletmeler spesifikasyonlara ek olarak, üretimlerinin nerelerde kullanıldığını, beklenen hizmet sürelerinin ne olduğu, varsa garanti süresini müşterilerinden doğru olarak öğrenmelidir.

Kalite güvencesinin sağlanması için tüm müşteri gereklilikleri öncelikle bilinmelidir. İşletmeler, müşterileri ile çok sıkı işbirliği içinde olmalıdır. Bu durum herhangi bir kalite güvence programının olmazsa olmaz koşuludur. Herhangi bir çalışma başlamadan önce müşteriden yeterli bilgi toplanmalı ve gerekli talimatlar detaylı bir şekilde hazırlanmalıdır. Kalite güvencesi bir işletmenin bütün fonksiyonlarının toplam olarak bütünleştirilmesini ve kontrolünü gerektirir. Yalnızca muayene ile kalite elde edilemez; kalite müşteri gerekliliklerinin tanımlandığı aşamada tasarlanmalıdır. Bu duyarlı kalite oluşturma çalışmaları üretim planlama, imalat ve sevkiyat ile satış sonrası aşamalarda da sürdürülmelidir. ISO 9004'e (1987) göre kalite sistemine bütünleştirilmiş bir yaklaşımla içerilen fonksiyonel bölüm ve çalışmalar kalite halkasında gösterilmiştir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Kalite halkası (Bozkurt,R. ve Odaman,A., 1996).

Kalite güvencesi, yönetimin devredemeyeceği fonksiyonlardan biridir. Yönetim, tüm fonksiyonları bütünleştirme operasyonlarını kendisi yürütmelidir. Kalite, yalnızca bir imalat sürecinde oluşturulabilecek bir şey değildir. Kalite güvencesi, istenilen sonuca ulaşmak için işletmede toplam bütünleşme gerektiren bir felsefedir. Ancak birçok kuruluşta yönetimin bu sorumluluğu yeterince önemsenmemekte ve kalite güvencesinin merkezi felsefesi yeterince anlaşılmamaktadır. Yönetim genellikle bu sorumluluğunu devretmek için bir bölüm kurar ve bu bölüme içinde kalite sözlüğü olan kalite bölümü, kalite kontrol bölümü, kalite güvence

son derece önemli üstünlük sağlamaktadır. Ancak sorun kalite güvence sisteminin ne olduğunun yeterince anlaşılmasındandır. Bunun anlaşılması için öncelikle kalite güvencesinin ne olduğunun anlaşılması gerekmektedir. Genel hatlarıyla kalite güvencesi; Kalite kontrolü ya da muayenesi değildir. Bir kalite güvence programı kalite kontrolü ve muayene çalışmalarını içermekle birlikte, bu iki çalışma bir kuruluşun kaliteye toplam katılımının küçük bir bölümüdür ve direkt olarak imal edilen ürünlerin kontrolüne yöneliktir. Bu çalışmalara tasarım, hammadde ve malzeme temini, pazarlama ve satış gibi aktivitelerin doğrudan etkisi olmadığı için bunlar toplam sunuşun yalnızca bir unsurunu oluşturur. Üstün bir kontrol etkinliği değildir. Kalite güvence bölümü ve/ veya sorumlusu diğer bölümlerin yaptığı her işin kontrolünden sorumlu olmamalıdır. Kuruluşta herkesin yaptığı işten sorumlu olması anlayışı yerleştirilmelidir. Mühendislik kararlarından sorumlu değildir. Kalite güvence bölümü ve /veya sorumlusu mühendislik çalışmalarını ilgilendiren kararları almak zorunda değildir. Mühendislik kararlarından bu işler için gerekli olan nitelik ve eğitime sahip mühendisler sorumlu olmalıdır. Yoğun olarak doküman hazırlanmasını gerektirmez.

Organizasyonların çoğunda kalite kontrolü, kalite güvence bölümünün sorumluluğuna verilir ve buna bağlı olarak dokümantasyon gereksinimi, mühendislik yada üretim gereğinden çok, kalite güvence gereği olarak anlaşılmaktadır. Deney sertifikaları, tahribatsız deney sertifikaları, v.b. spesifikasyonlara uygunluğun sağlanması için gereklidir ve spesifikasyonlar ise kalite güvence dokümanı değil, mühendislik dokümanıdır. Üçüncü kişi belgelendirilmesi de çoğunlukla bir kalite güvence gerekliliği olarak göz önüne alınmaktadır. Üçüncü kişi belgelendirilmesinde esas olan yasalarda ve ilgili yönetmeliklerde bir ürün / veya hizmetin karşılaması beklenen en alt düzeydeki gerekliliklerin tanımlanmasıdır. Önemli bir maliyet unsuru değildir. Dokümantasyon ve belgelendirme göz önüne alındığında kalite güvence sistemi aslında maliyet artırıcı bir özelliğe sahip değildir. Bütün bunlar bir kalite güvence programını destekleyen prosedürel zorunluluklardır. Aslında, normal olarak her organizasyon her koşulda prosedürel kontrol mekanizmasına sahip olmalıdır. Bu anlamda kalite güvencesi “Lüks” bir uygulama değil, aksine vazgeçilmez bir zorunluluktur. Kalite güvence sistem kurma çalışmalarının ilk aşamalarında program geliştirilmesi ve uygulanması pahalıya mal olabilir ancak uygulama sonrası kalite ve bir sonucu olarak etkenlik ve verimlilikte meydana gelebilecek artışlarda maliyetler dengelenebilir. Bu anlamda yeni faaliyete geçen şirketler, kalite güvence sistemini de başlangıçta kurmalıdır. İşletmenin bütün hastalıklarının devası değildir. Kalite güvencesi herkesin sorumluluğundadır. Kuruluş genelinde bütün çalışmaların müşterilerin (iç ve dış) beklentilerine uygun olarak ve yapılan her işin ilk defasında ve sürekli olarak doğru yapılması zaman alacaktır. Genel olarak anlatılmak istenirse kalite güvencesi;

maliyetlerin azaltılmasına, verimliliğin iyileştirilmesine yardımcı olur. Ayrıca bütün işlerin ilk seferinde ve her zaman doğru yapılmasının aracıdır, iyi bir yönetim şeklidir ve herkesin sorumluluğundadır (KALDER, 1998).



3. ISO 9000 STANDARTLAR SERİSİ

ISO 9000, işletmenin şartlarına uygun bir Kalite Güvence Sistemi (KGS) geliştirilmesinde ve/veya bir başka organizasyonun KGS' nin değerlendirilmesinde esas olarak kullanılacak bir modeldir. Bir modele uygunluk ise bir işletme birçok endüstrileşmiş ülkede kabul edilmiş olan uluslar arası bir standarda uygun bir kalite güvence sistemine sahip olmak anlamına gelecektir. Model uygulandığında, kalitenin yönetilmesi için araçlar temin eden bir yönetim sisteminin gerekliliklerini tanımlar. Diğer yandan model, uygulandığı işletmeye işlem maliyetlerinin azaltılması, yönetim kontrolünün ve organizasyonun denetlenmesini sağlar (KALDER, 1998).

Toplam etkililiğinin iyileştirilmesi, daha iyi ürün tasarımı yapılması, hurda/yeniden işleme ve müşteri şikayetlerinde azalma, verimlilikte iyileşme, işçi-işveren ilişkilerinde üretimdeki darboğazların kaldırılması ve iş ortamındaki stresin azaltılması sonucu iyileşmeler yapılması, şirketin kalite kültürünün iyileştirilmesi ile çalışanlarda daha çok iş tatmini ve kalite bilincinin yaratılması, müşterilere karşı işletmenin güveninin artırılması ve dış satımda başarılı olmak için gerekli olan şirket imaj ve itibarının iyileştirilmesi fırsatını verir. ISO 9000 standartlar serisi kalite güvence sisteminin gelişmesini engelleyici değil yalnızca sistem kurulması için asgari şartları belirleyen bir klavuzdur. ISO 9000 standartlar serisi aşağıdaki standartlardan oluşur.

1. TS 9005/ 1987 : Kalite sözlüğü (ISO 8402, 1986).
2. TS- ISO 9000- 1 : Kalite yönetimi ve kalite güvence standartları-seçme ve kullanım klavuzu.
3. ISO/ CD 9000-2: 1995 : Kalite yönetimi ve kalite güvence standartları-bölüm 2; ISO 9001, 9002 ve 9003' ün uygulanması için genel klavuz.
3. ISO 9003- 3/ 1993 : Kalite yönetimi ve kalite güvence standartları- bölüm 3; ISO 9001'in yazılım geliştirme, temini ve bakımına uygulanması için klavuzlar.
4. ISO 9000- 4/ 1993 : Kalite yönetimi ve kalite güvence standartları-bölüm 4; güvenilirlik programı yönetimi için klavuz.
5. TS- ISO 9001/ 1994 : Kalite sistemleri-tasarım/ geliştirme, üretim, tesis ve hizmette kalite güvence modeli
6. TS- ISO 9002/ 1994 : Kalite sistemleri-üretim,tesis ve hizmette kalite güvencesi
7. TS- ISO 9003/ 1994 : Kalite sistemleri-son muayene ve deneyde kalite güvencesi modeli

8. TS- ISO 9004-1/ 1994 : Kalite yönetimi ve kalite sistemi unsurları-bölüm 1: klavuz
9. TS- ISO 9004-2/ 1994 : Kalite yönetimi ve kalite sistemi unsurları-bölüm 2; hizmetler için klavuz
10. TS- ISO 9004-3/ 1993 : Kalite yönetimi ve kalite sistemi unsurları proses edilmiş malzemeler için klavuz.
11. ISO 9004- 4/ 1993 : Kalite yönetimi ve kalite sistemleri unsurları-bölüm 4; kalite iyileştirme için klavuz.
12. ISO/ CD 9004- 6/ 1995 : Kalite yönetimi ve kalite sistemi unsurları-bölüm 6; proje yönetiminde kalite için klavuz
13. ISO 10005/ 1995 : Kalite yönetimi-Kalite planları için klavuz
14. TS- ISO 10011- 1/ 1990 : Kalite sistem denetimi için klavuz
15. TS- ISO 10011- 2/ 1991 : Kalite sistem denetimi için klavuz- kalite sistem denetçileri için nitelik kriterleri.
16. TS- ISO 10011- 3/ 1991 : Kalite sistem denetimi için klavuz- bölüm 3; denetim programlarının yönetimi.
17. ISO 10012- 1/ 1993 : Ölçme ekipmanı için kalite güvence gereklilikleri- bölüm 1; ölçme ekipmanı için metrolojik konfirmasyon sistemi.
18. ISO 10013/ 1995 : Kalite el kitabı geliştirme klavuzu
19. IEC 300- 2 : Güvenilirlik programı yönetimi-bölüm 2; güvenilirlik programı unsurları ve ödevleri.

ISO 9000' in belgelendirmeye esas üç ana bölümü aşağıdaki gibi özetlenebilir:

3.1 ISO 9001

Bir işletmenin tasarım/geliştirme, imalat veya tesis kurma ile ilgili gerekliliklerini tanımlar. Burada yer alan kalite sistem unsurlarından bir yada daha çoğu işletmenin fonksiyonları arasında yer almıyorsa bu durum kalite el kitabında belirtilmelidir. 9001, hizmet organizasyonları için de uygulanabilir özelliğe sahiptir. Standart, işletmenin büyüklüğüne değil, fonksiyonuna bağlıdır. Ürün tasarımı ve satış sonrası hizmet işlevi olan beyaz eşya yada otomobil v.b. üretimi yapan işletmeler ISO 9001'e göre belgelenebilir.

3.2 ISO 9002

Özellikle daha önceden oluşturulmuş ve onaylanmış tasarımlar doğrultusunda imalat yapan

işletmeler için uygundur. ISO 9002, 9001'deki maddelerin 1'i dışında hepsini içerir ve bazı maddeleri 9001'e göre daha az kapsamlıdır. Ürün geliştirme fonksiyonu olmayan olmayan herhangi bir imalatçı yada nakliye, ambalajlama, dağıtım ve taşıma gibi işler yapan hizmet firmaları kalite sistemlerini belgelendirmek istediklerinde bu standardı geliştirirler.

3.3 ISO 9003

Süreçlerin çok basit olduğu ve ürün kalitesinin nihai ürün üzerinde yapılan muayene ve testlerle belirlendiği işletmeler için uygulanabilir. Örneğin, işletme bitmiş yarı mamulleri alarak bunları müşteri'nin tasarımı doğrultusunda monte ediyorsa bu durumda ISO 9003 en uygun kalite sistem standardı olacaktır. Her standarttaki gereklilik sayısı farklı olmakla birlikte hepsinde, kalite yönetim sistemi prensipleri, müşteri gereklilikleri karşılanması, dış faktörler üzerinde kontrol sağlanması ve iç faktörler üzerinde kontrol sağlanması unsurları yer alır.



4. ISO 9002 KALİTE SİSTEM UNSURLARI

4.1 Kalite Güvencesi Amaçları

Bu standart kalite sistemi ile ilgili kullanılan üç standartdan birisidir. Aşağıda açıklanan üç standardta yer alan Kalite Güvencesi Modelleri, tedarikçinin yeterliliğini göstermesi ve yeterliliğini göstermesi ve yeterliliğinin dış kuruluşlar tarafından değerlendirilmesi için uygun kalite sistemi şartlarının üç ayrı biçimini belirtmektedir (Bozkurt,R. ve Odaman,A., 1996).

4.1.1 TS- ISO 9001 kalite sistemi

Tasarım, geliştirme, üretim, tesis ve serviste kalite güvencesi modeli olup belirtilen şartlara uygunluğun, tedarikçi tarafından tasarım, geliştirme, üretim, tesis ve servis aşamalarında sağlanması gerektiği durumlarda kullanılır.

4.1.2 TS- ISO 9002 kalite sistemi

Üretim, tesis ve serviste kalite güvencesi modeli olup belirtilen şartlara uygunluğunun, tedarikçi tarafından üretim, tesis ve servis aşamalarında sağlanması gerektiği durumlarda kullanılır.

4.1.3 TS- ISO 9003 kalite sistemi

Son muayene ve deneylerde kalite güvencesi modeli olup, belirtilen şartlara uygunluğun tedarikçi tarafından sadece son muayene ve deney aşamalarında sağlanması gerektiği durumlarda kullanılır.

TS- ISO 9001 standardı ile TS-ISO 9002 ve TS-ISO 9003'de tanımlanan kalite sistem şartlarının, belirlenmiş olan (ürün) özellikleri tamamlayıcı nitelikte olduğu (alternatif değil) göz önüne alınmalıdır. Bunlar kalite sistemlerinin hangi elemanları kapsaması gerektiğini belirleyen şartları tanımlar. Ancak bu standartların amacı kalite sistemlerinin aynı olmasını sağlamak değildir. Bu standartlar geneldir ve özel herhangi bir endüstri veya ekonomik sektöre bağımlı değildir. Kalite sisteminin tasarımı ve uygulanması, organizasyonunun çeşitli ihtiyaçlarından, özel hedeflerinden, sunduğu ürünler ve hizmetlerden prosesler ve özel iş deneyimlerinden etkilenir. Bu standartların mevcut şekilleri ile kullanılması istenir; ancak

özel sözleşme durumlarında belirli kalite sistem şartları çıkarılarak veya eklenerek, uyarılama yapılarak kullanılabilir. ISO 9002 bu tip uyarlamalarda ve uygun kalite güvence modelleri seçiminde yol göstericidir (TS-ISO 9002, 1994).

4.2 Kapsam

Bu standart, tedarikçinin uygun ürün tasarımı ve temini konusunda yeterliliğinin gösterilmesi gereken durumlarda kullanılan kalite sistem şartlarını belirtmektedir. Belirtilen şartlar, tasarımdan servise kadar bütün aşamalarda öncelikle uygunsuzlukların önlenerek müşteri memnuniyetinin sağlanması amacıyla yöneliktir. Bu standart, tasarım gereken durumlarda ve ürün şartlarının esas olarak performans terimleri ile belirtildiği veya oluşturulması gerektiği ve ürün uygunluğuna güvenin, tedarikçinin tasarım, geliştirme, üretim, tesis ve servis aşamalarında yeterliliğini göstermesi ile sağlanabildiği durumlarda geçerlidir.

4.3 Ürün

Faaliyetlerin veya proseslerin sonucudur. Bir ürün, hizmeti, donanımı, işlenmiş malzemeyi, yazılımı veya bunların bileşimini kapsayabilir. Bir ürün, somut (montaj veya işlenmiş malzeme gibi) veya soyut olabilir. Bu standartta, ürün terimi sadece sunulması amaçlanan ürün içindir, çevreyi etkileyen yan ürünler için amaçlanmamıştır.

4.4 Teklif

Temin edilecek ürün için, yapılacak sözleşmeyi yerine getirme çağrısına cevap olarak tedarikçi tarafından sunulan dokümandır.

4.5 Sözleşme

Tedarikçi ve müşteri arasında anlaşmaya varılmış herhangi bir şekilde karşılıklı iletilmiş şartlardır.

4.6 Kalite Sistem Şartları

4.6.1 Yönetim sorumluluğu

4.6.1.1 Kalite politikası

Tedarikçi firmanın yürütme sorumluluğuna sahip yönetimi; kalite politikasını, kalite için hedeflerini ve kalite taahhütlerini belirlemeli ve bunları dokümante etmelidir. Kalite politikası, tedarikçinin kuruluşu ile ilgili hedefleri ve müşterilerinin beklenti ve ihtiyaçlarına uygun olmalıdır. Tedarikçi, bu politikanın kuruluşun her kademesinde anlaşıldığından, uygulandığından ve devam ettirildiğinden emin olmalıdır.

4.6.1.2 Organizasyon

4.6.1.2.1 Sorumluluk ve yetki

Kaliteyi etkileyen işleri yöneten, uygulayan ve doğrulayan bütün personelin sorumluluk, yetki ve karşılıklı ilişkileri, özellikle; Ürün, proses ve kalite sistemi ile ilgili herhangi bir uygunsuzluğun oluşmasını önlemek için faaliyetleri başlatma, ürün, proses ve kalite sistemi ile ilgili problemleri tanımlama ve kaydetme, belirlenmiş yollar ile çözümler bulma, yeni teklifler getirme veya gereken faaliyetleri başlatma, çözümlerin uygulandığının doğrulanması, kusurun veya tatmin edici olmayan durumun düzeltilmesine kadar uygun olmayan ürünün işlenmesi, dağıtımı veya tesisini kontrol altında bulundurma konularında bağımsız olarak çalışması ve yetkili olması gereken personel için tanımlanmalı ve dokümante edilmelidir.

4.6.1.2.2 Kaynaklar

Tedarikçi, yönetim iş performansını ve kuruluş içi kalite tetkiklerini kapsayan doğrulama faaliyetleri için eğitilmiş personelin görevlendirilmesi dahil kaynak ihtiyaçlarını belirlemeli ve uygun kaynakları temin etmelidir.

4.6.1.2.3 Yönetim temsilcisi

Tedarikçi firmanın yürütme sorumluluğuna sahip yönetim organı, içinden bir üyesini temsilci tayin etmelidir. Bu temsilci, diğer sorumluluklarının yanısıra aşağıda belirtile yetkilere de sahip olmalıdır. Yönetim temsilcisinin görevleri, bu standarda uygun olarak kalite sisteminin kurulması, uygulanması ve devam ettirilmesini sağlamak ve gözden geçirme ve kalite sisteminin iyileştirilmesine esas alınması amacıyla, kalite sisteminin performansı konusunda yönetime rapor vermek olarak belirtilir.

4.6.1.3 Yönetimin gözden geçirilmesi

Tedarikçi firmanın yürütme yetkisine sahip yönetimi, kalite sisteminin uygunluğunun sürekliliğini, bu standardın şartlarını ve belirlenmiş kalite politikası ve hedeflerini karşılamadaki etkinliğini sağlayacak şekilde belirlenmiş aralıklarla gözden geçirmelidir.

4.6.2 Kalite sistemi

4.6.2.1 Genel

Tedarikçi, ürünün belirlenen şartları karşılaması amacıyla kalite sistemi kurmalı, dokümante etmeli ve sürekliliğini sağlamalıdır. Tedarikçi, bu standardın şartlarını kapsayan bir kalite el kitabı hazırlamalıdır. Bu el kitabı, kalite sisteminde kullanılan kalite sistem prosedürlerini de içermeli veya referans göstermeli ve bu sistemde kullanılan dokümantasyon yapısını açıklamalıdır.

4.6.2.2 Kalite sistem prosedürleri

Tedarikçi, bu standardın şartları ve belirlediği kalite politikası ile uyumlu dokümante edilmiş prosedürleri etkin olarak uygulamalı ve kalite sistemini ve kalite sistemine ait dokümante edilmiş prosedürleri etkin olarak uygulamalıdır. Tedarikçinin bu standardın amaçladığı doğrultuda kalite sistemi ile ilgili prosedürlerin kapsamı ve ayrıntılarını hazırlaması, çalışmalarının niteliğine, kullandığı metotlara ve faaliyetleri yerine getirmesiyle görevli personelinin ihtiyaç duyduğu beceri ve eğitimine bağlıdır.

4.6.2.3 Kalite planlanması

Tedarikçi, kalite için şartlarının nasıl sağlanacağını tanımlamalı ve dokümante etmelidir. Kalite planlaması tedarikçinin kalite sisteminin diğer bütün şartları ile tutarlı olmalı tedarikçinin çalışma metodlarına uygun bir yapıda dokümante edilmelidir. Tedarikçi, ürünler, projeler veya sözleşmeler için belirtilen şartları yerine getirirken, uygun olduğu sürece, kalite planlarının hazırlanması, istenilen şartları gerçekleştirmek için gerekli olabilecek tüm kontroller, prosesler, teçhizat (muayene ve deney teçhizatını kapsar), kaynaklar ve niteliklerin belirlenmesi ve sağlanması, birbirine uyumlu tasarım, üretim prosesi, tesis, servis, muayene ve deney tekniklerinin teçhizatla yenileme ve geliştirmeyi kapsayacak şekilde

güncelleştirilmesi, gerektiğinde kalite kontrol, muayene ve tekniklerinin teçhizatta yenileme ve geliştirmeyi kapsayacak şekilde güncelleştirilmesi, ihtiyaç duyulan yeterliliğin zamanında geliştirilmesi için bilinen en iyi teknolojinin de ötesindeki yeterliliği hedefleyen her türlü ölçüm şartlarının tanımlanması, üretim sürecinin gereken aşamalarında uygun doğrulamaları sağlayacak tanımlamaların yapılması, tüm özellik ve şartlara ait olan soyut unsurları da kapsayan kabul standartlarının belirlenmesi ve kalite kayıtlarının tanımlanarak hazırlanması dikkate alınmalıdır.

4.6.3 Sözleşmenin gözden geçirilmesi

4.6.3.1 Genel

Tedarikçi, sözleşmenin gözden geçirilmesi ve bu faaliyetlerin koordinasyonu için dokümente edilmiş prosedürleri oluşturmalı ve sürekliliğini sağlamalıdır.

4.6.3.2 Gözden geçirme

Teklifin sunulmasından, sözleşmenin yapılmasından veya siparişin kabulünden (şartların açıklaması) önce, teklif, sözleşme veya sipariş; aşağıdaki hususların yerine getirildiğinden emin olmak amacıyla tedarikçi tarafından gözden geçirilmelidir. Bu hususlar, şartların yeterli olarak tanımlanması ve doküman haline getirilmesi; sözlü alınan siparişler için şartları belirleyen yazılı bir belge temini mümkün olmadığında, tedarikçinin siparişi kabul etmeden önce sipariş şartlarında mutabakatın sağlanmış olması, sözleşme veya sipariş şartları ile, teklif şartları arasında herhangi bir farklılık olması durumunda bu farklılıkların giderilmiş olması ve tedarikçinin sözleşme veya sipariş şartlarını karşılayacak yeterlilikte olması olarak belirtilir.

4.6.3.3 Sözleşmede değişiklik

Tedarikçi, sözleşmede değişikliğin nasıl yapılacağını ve kendi organizasyonunun ilgili fonksiyonlarına, doğru olarak nasıl aktarılacağını belirlemelidir.

4.6.3.4 Kayıtlar

Sözleşmenin gözden geçirilmesine ait kayıtlar muhafaza edilmelidir.

4.6.4 Tasarım kontrolü

4.6.4.1 Genel

Tedarikçi, belirtilen şartların yerine getirilmesini sağlamak amacıyla, ürün tasarımını kontrol etmek ve doğrulamak için dokümente edilmiş prosedürleri oluşturmalı ve sürekliliğini sağlamalıdır.

4.6.4.2 Tasarım ve geliştirme planlaması

Tedarikçi, her bir tasarım ve geliştirme faaliyeti için planlar hazırlamalıdır. Planlar ilgili faaliyetleri tanımlamalı veya atıfta bulunmalı ve bu faaliyetlerin yerine getirilmesi için sorumlulukları belirlemelidir.

4.6.4.3 Kuruluşla ilgili ve teknik ilişkiler

Tasarım prosesi içinde yer alan farklı gruplar arasındaki kuruluşla ilgili ve teknik ilişkiler belirlenmeli ve gerekli bilgiler dokümente edilmeli, iletilmeli ve düzenli olarak gözden geçirilmelidir.

4.6.4.4 Tasarım girdileri

Yürürlükte olan uygulanabilir, belirleyici ve düzenleyici kurallar dahil, ürünle ilgili tasarım şartları tanımlanmalı, dokümente edilmeli ve seçimleri, yeterlik açısından tedarikçi tarafından gözden geçirilmelidir. Eksik, belirsiz ve ihtilafli şartları belirlemekten sorumlu olan kişilerle birlikte çözümlenmelidir. Tasarım girdilerinde, sözleşme gözden geçirme faaliyetlerinin sonuçları dikkate alınmalıdır.

4.6.4.5 Tasarım çıktıları

Tasarım çıktıları, tasarım girdi şartlarına göre geçerli ve doğrulanabilir olacak şekilde açıklanmalı ve dokümente edilmelidir. Tasarım çıktıları; tasarım girdi şartlarını karşılamalı, kabul şartlarını kapsamalı ve atıfta bulunmalı, ürünün güvenli ve düzgün bir şekilde çalışmasında hayati öneme sahip tasarım karakteristiklerini belirlemelidir. Ayrıca tasarım çıktıları dağıtımdan önce gözden geçirilmelidir.

4.6.4.6 Tasarımın gözden geçirilmesi

Tasarımın uygun aşamalarında tasarım şartlarının mevzuata uygun dökümanite edilmiş gözden geçirme işlemleri planlanmalı ve yürütülmelidir. Her tasarımın gözden geçirilme işleminde katılımcılar, gözden geçirilmekte olan tasarım aşamasıyla ilgili bütün birimlerin temsilcilerini ve gerektiği takdirde diğer uzman personeli kapsamalıdır.

4.6.4.7 Tasarım doğrulanması

Tasarımın uygun aşamalarında, tasarım çıktılarının, tasarım girdi şartlarını karşılamaını sağlamak için tasarım doğrulanması yapılmalıdır. Tasarım doğrulama ölçümleri kayıt edilmelidir.

4.6.4.8 Tasarım geçerliliği

Tasarım, ürünün tanımlanan kullanıcı ihtiyaçlarına ve/ veya şartlarına uygunluğu sağlamak amacıyla geçerli kılınmalıdır. Tasarım geçerlilik işlemleri, başarılı tasarım doğrultmasını takiben yapılır. Geçerlilik kontrolü normal olarak tanımlanan kullanım şartları altında yapılır. Geçerlilik kontrolü normal olarak bitmiş ürün üzerinde yapılır. Ancak ürünün tamamlanmasından önceki aşamalarda da yapılması gerekebilir. Eğer farklı amaçlı kullanımlar söz konusu ise, her amaç için ayrı geçerlilik kontrolü yapılması gerekebilir.

4.6.4.9 Tasarım değişiklikleri

Bütün tasarım değişiklikleri ve tadilleri uygulanmadan önce, yetkili personel tarafından tanımlanmalı, dokümanite edilmeli, gözden geçirilmeli ve onaylanmalıdır.

4.6.5 Doküman ve veri kontrolü

4.6.5.1 Genel

Tedarikçi, bu standartta yer alan şartlarla ilgili, standartlar ve müşteri çizimleri gibi dış kaynaklı dokümanları da kapsayan tüm verilerin ve dokümanların kontrolü için dokümanite edilmiş prosedürleri oluşturmalı ve sürekliliğini sağlamalıdır.

4.6.5.2 Doküman ve veri onayının yayını

Dokümanlar ve veriler yayınlanmadan önce yeterlilik açısından yetkili personel tarafından gözden geçirilmeli ve onaylanmalıdır. Geçersiz ve/ veya yürürlükten kalkan dokümanların kullanılmasını önlemek için dokümanların yürürlükteki revizyonlarını gösteren ana liste veya eşdeğer doküman kontrol prosedürü oluşturulmalı ve kullanıma hazır bulundurulmalıdır. Bu kontrol; kalite sisteminin etkili olarak uygulanması için gereken faaliyetlerin yürütüldüğü yerlerde ilgili dokümanların yürürlükteki baskılarının bulunduğu, geçersiz ve/ veya yürürlükten kaldırılan dokümanların dağıtıldıkları veya kullanıldıkları tüm noktalardan hemen kaldırıldıklarından veya istenmeyerek kullanılmasına karşı güvencenin oluşturulduğundan, ve ayrıca bilgi korunması ve/ veya yasal amaçlar için tutulan, yürürlükten kalkan herhangi bir dokümanın uygun bir şekilde tamamlandığından emin olunmasını sağlamalıdır.

4.6.5.3 Doküman ve veri değişiklikleri

Dokümanlardaki ve verilerdeki değişiklikler, başka bir görevlendirme olmadıkça, orijinal metni inceleyen ve kabul eden, aynı fonksiyonlar/organizasyonlar tarafından incelenerek onaylanmalıdır. Uygun olduğunda değişikliklerin önemi ya dokümanda yada ilgili eklerinde belirtilmelidir.

4.6.6 Satınalma

4.6.6.1 Genel

Tedarikçi, satın alınan ürünün belirlenen şartlara uymasını sağlamak için dokümante edilmiş prosedürleri oluşturmalı ve sürekliliğini sağlamalıdır.

4.6.6.2 Taşeronların değerlendirilmesi

Tedarikçi, kalite sistemi ve özel kalite güvencesi şartlarını da kapsayan, taşeronluk şartlarını karşılamam yeterliliğini esas alarak, taşeronları değerlendirmeli ve seçmelidir. Kendisi tarafından taşeronlara karşı uygulanacak kontrolün kapsamını ve tipini tanımlamalıdır. Bu kontrol, ürünün tipine, taşeron ile yapılan sözleşmedeki ürünün nihai ürün kalitesi üzerindeki etkisine uygun olduğu takdirde, taşeronun daha önceki işlerde gösterdiği yeterlilik ve

performansı ile ilgili kalite tetkik raporlarına ve/ veya kayıtlarına bağı olmalıdır. Tedarikçi ayrıca kabul edilebilir taşeronların kalite kayıtlarını oluşturmali ve muhafaza etmelidir.

4.6.6.3 Satınalma verileri

Satınalma dokümanları, sipariş edilen ürünü açık olarak tarif eden verileri ve uygun olduğu takdirde, tip, sınıf, derece veya diğer kesin tanımlamalarını, ürün, prosedürler, proses teçhizatı ve personelin kabul veya nitelendirme şartları ile ilgili diğer teknik verilerin, şartnameleri, çizimlerin, proses şartlarının, muayene talimatlarının başlıkları veya herhangi bir tanıtıcı bilgiyi ve uygulamadaki baskılarını, uygulanacak kalite sistemi standardının adı, numarası ve yayın tarihini kapsmalıdır.

4.6.6.4 Satın alınan ürünün doğrulanması

4.6.6.4.1 Taşeronun mahallinde yapılan tedarikçi doğrulanması

Tedarikçi, satın alınan ürünün taşeronun yerinde doğrulanmasını talep ettiği takdirde, satınalma dokümanlarında doğrulamaya ilişkin düzenlemeleri ve ürünün serbest bırakılma metotlarını tanımlamalıdır.

4.6.6.4.2 Satın alınan ürünlerin müşteri tarafından doğrulanması

Sözleşmede belirtildiği takdirde, müşteri veya müşteri temsilcisi, satın alınan ürünün istenilen özelliklere uyup uymadığını, taşeronun veya tedarikçinin mahallinde doğrulama hakkına sahip olmalıdır. Bu gibi doğrulamalar tedarikçi tarafından taşeronun kaliteyi etkin şekilde kontrol ettiği anlamında kullanılmamalıdır. Müşteri tarafından yapılan doğrulama, tedarikçinin kabul edilebilir ürün temin etme sorumluluğunu ortadan kaldıramayacağı gibi, müşteri tarafından ürünün ilerdeki aşamalarda reddedilmesini de engellememelidir.

4.6.7 Müşterinin temin ettiği ürünün kontrolü

Tedarikçi, diğer girdilerle birleştirmek veya ilgili faaliyetleri için müşterinin temin ettiği ürünün doğrulanması, depolanması ve bakımının kontrolü amacıyla, dokümante edilmiş prosedürleri oluşturmalı ve sürekliliğini sağlamalıdır. Böyle bir ürünün kaybolması, hasar

görmesi veya kullanıma uygun olmaması durumunda, kayıt tutulmalı ve müşteriye rapor edilmelidir.

4.6.8 Ürün tanımı ve izlenebilirliği

Uygun olduğu takdirde tedarikçi, alımdan başlayarak üretim, dağıtım ve tesisin bütün aşamalarında uygun yollarla ürünü tanımlamak için dokümante edilmiş prosedürleri oluşturmalı ve sürekliliğini sağlamalıdır. İzlenebilirlik özellikle istendiğinde tedarikçi, her bir ürünün veya partinin tek olarak tanımlanması için dokümante edilmiş prosedürleri oluşturmalı ve sürekliliğini sağlamalıdır.

4.6.9 Proses kontrol

Tedarikçi kaliteyi doğrudan etkileyen üretim, tesis ve servis proseslerini belirlemeli, planlamalı ve bu proseslerin kontrollü şartlar altında yürütülmesini sağlamalıdır. Kontrollü şartlar, üretim, tesis ve servisi tanımlayan ve olmaması durumunda kaliteyi olumsuz yönde etkileyebilecek dokümante edilmiş prosedürler, uygun üretim, tesis ve servis teçhizatının kullanılması ve uygun çalışma ortamı, referans standartlara/ kodlara, kalite planlarına ve /veya dokümante edilmiş prosedürlere uyulması, uygun proses parametrelerinin ve ürün karakteristiklerinin izlenmesi ve kontrolü, uygun olduğu takdirde proseslerin ve teçhizatın onaylanması, en açık şekilde belirtilen işçilik kriterleri (yazılı standartlar, temsili numuneler veya açıklayıcı resimler gibi), proses yeterliliğinin devamını sağlamak için teçhizatın gerekli bakımını sağlamalıdır.

Prosesin sonuçları, ürünün muayene ve deneylerle tamamen doğrulanamadığı, örneğin proses hatalarının yalnızca ürün kullanılmaya başlandıktan sonra ortaya çıkabildiği durumlarda, belirlenen şartların karşılanmasını sağlamak için prosesler, nitelikli operatörler tarafından yürütülmeli ve/veya proses parametreleri sürekli izlenmeli ve kontrol edilmelidir.

4.6.10 Muayene ve deney

4.6.10.1 Genel

Tedarikçi, ürün için belirtilmiş şartların yerine getirildiğini doğrulamak amacıyla, muayene ve deney faaliyetleri için dokümante edilmiş prosedürleri oluşturmalı ve sürekliliğini

sağlamalıdır. Gerekli muayene ve deneyler, tutulacak kayıtlar, kalite planında veya dokümante edilmiş prosedürlerde detaylandırılmalıdır.

4.6.10.2 Girdi muayene ve deneyleri

Tedarikçi, girdi ürünün, muayene edilinceye veya belirtilen şartları taşıdığı doğrulanıncaya kadar kullanılmamasını veya işlem görmemesini sağlamalıdır. Girdi muayenesinin miktar ve yapısını tespit ederken, taşeronun yerinde yapılan kontrollerin miktarı ve sağlanan uygunluğa dair kayıtlı kayıtlar göz önüne alınmalıdır. Ayrıca acil üretim amacıyla doğrulamadan önce kullanılmasına izin verilen girdi ürünler, belirtilen şartlara uymama durumunda, hemen geri çekilebilmesi ve değiştirilebilmesi amacıyla, tam olarak tanımlanmalı ve kayıt edilmelidir.

4.6.10.3 Proses sırasında muayene ve deneyler

Tedarikçi ürünü kalite planı ve/veya dokümante edilmiş prosedürlerde istenilen şekilde muayene ve deneylere tabii tutmalıdır. Acil üretim prosedürlerine göre izin verilen ürünler hariç, ürün için istenilen muayene ve deneyler tamamlanıncaya ve gerekli raporlar alınıp doğrulanıncaya kadar ürünü elinde tutmalıdır.

4.6.10.4 Son muayene ve deneyler

Tedarikçi kalite planı ve/veya dokümante edilmiş prosedürler çerçevesinde, bitmiş ürünün belirlenen şartlara uyduğunu kanıtlamak için son muayene ve deneyler yapılmalıdır. Son muayene ve deneyler için gerekli olan kalite planı ve/veya dokümante edilmiş prosedürler, ürün girdileri ile ilgili veya proses sırasındakileri kapsayan bütün muayene ve deneylerin yapılması ve sonuçların belirtilen şartlara uyması gerektiğini belirtmelidir. Hiçbir ürün, kalite planı ve/veya dokümante edilmiş prosedürlerde yer alan faaliyetler tam olarak bitirilmeden, veriler ve dokümanlar hazır olup gerekli izin verilmeden sevk edilmemelidir.

4.6.10.5 Muayene ve deney kayıtları

Tedarikçi ürünün belirlenen kabul kriterlerine göre, muayene ve/veya deneylerden geçirildiğini gösteren kayıtları tutmalı ve muhafaza etmelidir. Bu kayıtlar, tanımlanmış kabul kriterlerine göre, ürünün muayene ve/veya deneylerden geçip geçmediğini açıkça

göstermelidir. Ürünün muayene ve/ veya deneyden başarıyla geçmemesi durumunda uygun olmayan ürün kontrolü prosedürleri uygulanmalıdır.

4.6.11 Muayene, ölçme ve deney teçhizatının kontrolü

4.6.11.1 Genel

Tedarikçi ürünün belirlenen şartlara uygunluğunu göstermek amacıyla, kullandığı ölçme muayene ve deney teçhizatının (deney yazılımları da dahil) kontrolü, kalibrasyonu ve bakımı için dokümente edilmiş prosedürleri oluşturmalı ve sürekliliğini sağlamalıdır. Muayene, ölçme ve deney teçhizatı, ölçüm belirsizliğinin bilindiğinden ve bu belirsizliğin istenilen ölçüm yeteneği ile tutarlılığından emin olunacak şekilde kullanılmalıdır. Deney yazılımları veya deney donanımları gibi kıyaslama referansları, muayenenin uygun şekli olarak kullanıldığında, bunların üretim, tesis ve tesis servis sırasında ürünün kullanımından önce kabul edilebilirliğini doğrulayabilecek yeterlikte olduğunu sağlamak için kontrol edilmeli ve bu kontrol belirli aralıklarla tekrarlanmalıdır. Tedarikçi bu kontrollerin kapsam ve sıklığını belirlemeli ve kontrollerin yapıldığını gösteren kayıtları delil olarak korunmalıdır.

4.6.11.2 Kontrol prosedürü

Tedarikçi, yapılacak ölçümleri ve istenilen doğruluğu tanımlamalı ve gereken doğruluk hassasiyeti sağlayacak uygun muayene, ölçme ve deney teçhizatını seçmeli, ürün kalitesini etkileyebilecek tüm muayene, ölçme ve deney cihazlarını tanımlamalı ve bunları belirlenmiş zaman aralıklarında veya kullanımdan önce kabul edilen uluslar arası veya ulusal standartlar ile bağıntılı olduğu bilinen, sertifikalı teçhizatı esas alarak kalibre etmeli, ayarlamalı ve bu standartların yokluğunda, kalibrasyonda esas alınan hususları doküman haline getirmelidir. Teçhizat tipinin detaylarını, tanıtım numarasını, konumunu, kontrol sıklıklarını, kontrol metodunu, kabul kriterlerini ve sonuçların yetersizliğini durumunda alınacak önlemleri de kapsayan muayene, ölçme ve deney teçhizatının kalibrasyonları için kullanılacak metotları belirlemeli ve muayene, ölçme ve deney teçhizatını, kalibrasyon durumunu gösterecek şekilde uygun bir işaret veya onaylanmış bir tanıtım kaydı ile tanımlanmalıdır. Muayene, ölçme ve deney teçhizatına ait kalibrasyon kayıtlarını muhafaza etmeli ve bu cihazların kalibrasyonlarının sağlanmadığı durumlarda daha önce yapılmış olan muayene ve deney sonuçlarının geçerliliğini değerlendirmeli ve dokümente etmelidir. Kalibrasyon, muayene, ölçme ve deneylerin yerine getirilebilmesi için uygun çevre şartlarını sağlamalı, muayene,

ölçme ve deney teçhizatının taşıma, muhafaza ve depolanmasının kullanım için doğruluğunu ve uygun olmasını sağlamalıdır. Bunlara ek olarak, deney donanımları ve deney yazılımlarını da kapsayan muayene, ölçme, ve deney imkanlarını, kalibrasyonu geçersiz kılacak ayar işlemlerinden korumalıdır.

4.6.12 Muayene ve deney durumu

Ürünün muayene ve deney durumu, yapılan muayene ve deneylere göre ürünün uygunluğunu veya uygunsuzluğunu gösterecek şekilde uygun araçlarla tanımlanmalıdır. Bütün üretim, tesis ve servis aşamalarında yalnızca muayene ve deneylerden geçen ürünün sevk edildiğinden, kullanıldığından veya tesis edildiğinden emin olmak amacıyla muayenenin tanımı veya deney statüsü, kalite planında ve/veya dokümante edilmiş prosedürlerde belirtilmelidir.

4.6.13 Uygun olmayan ürün kontrolü

4.6.13.1 Genel

Tedarikçi belirlenen şartlara uymayan ürünün yanlışlıkla kullanımının veya tesisinin önlenmesini sağlayacak olan dokümante edilmiş prosedürleri oluşturmalı ve sürekliliğini sağlamalıdır. Bu kontrol, uygun olmayan ürünün tanımlanması, dokümante edilmesi, değerlendirilmesi, ayrılması, elden çıkarılması ve ilgili bölümlere duyurulması için yapılmalıdır.

4.6.13.2 Uygun olmayan ürünün incelenmesi ve elden çıkarılması

Uygun olmayan ürün, dokümante edilmiş prosedürlere göre incelenmelidir. Bunlara göre uygun olmayan ürün; Belirlenen şartları karşılamak için tekrar işleme tabii tutulabilir, tamir edilerek veya edilmeden yetkili bir makam tarafından kabul edilebilir, alternatif uygulamalar için tekrar derecelendirilebilir ve ıskarta veya hurdaya ayrılabilir. Sözleşmede isteniyorsa belirlenen şartlara uymayan ürünün önerilen kullanımı veya onarımı hakkında gerekli izin için müşteriye veya müşterinin temsilcisine rapor edilmelidir. Kabul edilen uygunsuzluğun ve tamiratın tanımı, gerçek durumu göstermek amacıyla kayıt edilmelidir. Tamir edilmiş ve/veya tekrar işlem görmüş ürün, kalite planı ve/veya dokümante edilmiş prosedürlere göre yeniden muayene edilmelidir.

4.6.14 Düzeltici ve önleyici faaliyetler

4.6.14.1 Genel

Tedarikçi düzeltici ve önleyici faaliyetleri yürütmek için dokümente edilmiş prosedürleri oluşturmalı ve sürekliliğini sağlamalıdır. Olabilecek uygunsuzlukların sebeplerini ortadan kaldırmak için alınan herhangi bir düzeltici veya önleyici tedbir, problemin büyüklüğüne ve karşılaşılan riske uygun düzeyde olmalıdır. Tedarikçi, düzeltici ve önleyici faaliyetlerden kaynaklanan dokümente edilmiş prosedürlerdeki değişiklikleri uygulamalı ve kaydetmelidir.

4.6.14.2 Düzeltici faaliyetler

Düzeltilici faaliyetler için belirlenen prosedürler, müşteri şikayetlerinin ve ürün uygunsuzlukları ile ilgili raporların etkin bir şekilde ele alınması, ürün, proses ve kalite sistemi ile ilgili olan uygunsuzlukların sebebinin araştırılması ve bu araştırma sonuçlarının kaydedilmesi, uygunsuzlukların sebebini yok etmek için gerekli olan düzeltici faaliyetlerin tespiti, düzeltici faaliyetlerin uygulanmasını ve etkililiğini sağlamak için kontrollerin yapılması konularını içermelidir.

4.6.14.3 Önleyici faaliyetler

Önleyici faaliyetler için prosedürler, uygunsuzlukların potansiyel sebeplerini tespit etmek, analiz yapmak ve ortadan kaldırmak amacıyla ürün kalitesini etkileyen işlemler ve prosesler, standart dışı izinler, tetkik sonuçları, kalite kayıtları, hizmet raporları ve müşteri şikayetleri gibi uygun bilgi kaynaklarının kullanılması, önleyici faaliyet gerektiren problemler ile uğraşmak için gerekli adımların tespiti, önleyici faaliyetlerin başlatılması ve bunların etkili olmasını sağlamak için kontrollerin yapılması ve yapılan faaliyetler ile ilgili bilgilerin yönetimin gözden geçirmesi için sunulmasını içermelidir.

4.6.15 Taşıma, depolama, ambalajlama, muhafaza ve sevkiyat

4.6.15.1 Genel

Tedarikçi ürünün taşınması, depolanması, ambalajlanması, muhafaza ve sevkiyatı ile ilgili dokümente edilmiş prosedürleri oluşturmalı ve sürekliliğini sağlamalıdır.

4.6.15.2 Taşıma

Tedarikçi hasar veya bozulmayı önleyecek ürün taşıma metotlarını belemelidir.

4.6.15.3 Depolama

Tedarikçi ürünün kullanımına veya sevkiyatına kadar hasar görmesini veya bozulmasını önlemek amacıyla, belirlenmiş depolama alanlarını veya stok yerlerini kullanmalıdır. Bu alanlara girişin veya bu alanlardan sevkiyatın gerçekleştirilmesi için uygun metotları belirlemelidir.

4.6.15.4 Ambalajlama

Tedarikçi paketleme, ambalajlama ve işaretleme proseslerini, belirlenen şartlara uygunluğunun sağlandığından emin olmak için gereken kapsamda kontrol edilmelidir.

4.6.15.5 Muhafaza

Tedarikçi kendi kontrolü altında olduğu sürece ürünün muhafazası ve ayırt edilmesi için uygun metotları uygulamalıdır.

4.6.15.6 Sevkiyat

Tedarikçi son muayene ve deneylerden sonra sevkiyat sırasında ürün kalitesinin korunması için gerekli tedbirleri almalıdır.

4.6.16 Kalite kayıtlarının kontrolü

Tedarikçi, kalite kayıtlarının tanımlanması, toplanması, ulaştırılması, dosyalanması, korunması, bakımı ve elden çıkarılması için dokümanite edilmiş prosedürleri oluşturmalı ve sürekliliğini sağlamalıdır. Kalite kayıtları, kalite sisteminin tanımlanan şartlara uyduğunu ve etkin olarak işleyişini göstermek amacıyla tutulmalıdır. Bütün kalite kayıtları okunaklı olmalı ve hasar veya bozulmayı ve kaybolmayı önleyecek çevre şartlarını sağlayan ortamlarda tekrar kolaylıkla kullanılabilir şekilde depolanmalı ve korunmalıdır. Kalite kayıtlarının saklama süreleri belirlenmeli ve kaydedilmelidir. Sözleşmede anlaşmaya varıldığı takdirde, kalite

kayıtları belirlenen bir süre için müşteri veya müşteri temsilcisi tarafından değerlendirilmesi amacıyla erişilebilir şekilde korunmalıdır.

4.6.17 Kuruluş içi kalite tetkikleri

Tedarikçi, kalite ile ilgili faaliyetlerin ve ilgili sonuçların planlanan düzenlemelere uygunluğunu doğrulamak ve kalite sisteminin etkinliğini tayin için kuruluş içi kalite tetkiklerinin planlanması ve yerine getirilmesi ile ilgili dokümante edilmiş prosedürleri oluşturmalı ve sürekliliğini sağlamalıdır. Kuruluş içi kalite tetkikleri, tetkik edilecek faaliyetlerin durumu ve önemi esas alınmak suretiyle programlanmalı ve tetkik edilen faaliyetten doğrudan sorumluluğu olmayan tarafsız personel tarafından yapılmalıdır.

4.6.18 Eğitim

Tedarikçi, eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesi için dokümante edilmiş prosedürleri oluşturmalı, sürekliliğini ve kaliteyi etkileyen faaliyetleri uygulayan tüm personelin eğitimini sağlamalıdır. Verilen belirli işleri yapan personel gerektiğinde öğrenim, eğitim ve/ veya tecrübeleri esas almakla birlikte değerlendirilmelidir. Eğitimle ilgili uygun kayıtlar tutulmalıdır.

4.6.19 Servis

Servis belirtilmiş bir şart olduğunda , tedarikçi servisin belirtilen şartları karşılayacak şekilde yerine getirilmesi, doğrulanması ve rapor edilmesi için dokümante edilmiş prosedürleri oluşturmalı ve sürekliliğini sağlamalıdır.

4.6.20 İstatistik teknikler

4.6.20.1 İhtiyaçların belirlenmesi

Tedarikçi, proses yeterliliğini ve ürün karakteristiklerini tespit etmek, kontrol etmek ve doğrulamak için ihtiyaç duyulan istatistik tekniklerini belirlemelidir.

4.6.20.2 Prosedürler

Tedarikçi, istatistik tekniklerini uygulamak ve kontrol etmek için dokümante edilmiş

prosedürleri oluşturmalı ve sürekliliğini sağlamalıdır.



5. ÇELİK ŞERİT ve TELLERİN (AMBALAJ ÇEMBERİ İÇİN) TÜRK STANDARTLARI İÇERİSİNDEKİ TANIMI

5.1 Konu, Tarif, Kapsam

5.1.1 Konu

Bu standart ambalajlamada kullanılan çelik şerit ve tel çemberlerin tarifine, sınıflandırma ve özelliklerine, muayene ve deneylerine, piyasaya arz şekli ile denetleme esaslarına dahildir (T.S.E. 1142, 1983).

5.1.2 Tarifler

5.1.2.1 Çelik şerit ve tel (çelik çember)

Çelik şerit ve tel, ahşap konteynerler, ahşap kafesler, karton kutular, demetler, balyalar gibi malzemelerin ambalajlamasında kullanılan, kesit alanları 0.65-65 mm ve şerit ve tel şeklinde olan çelik malzemedir.

5.1.2.1.1 Şerit çember

Şerit çember, kesiti dikdörtgen olan ve boyutları Çizelge 5.1'de gösterilen çelik çemberlerdir.

Çizelge 5.1 Şerit çemberlerin boyutları (T.S.1142; 1972)

Genişlik	Kalınlık	Genişlik	Kalınlık
8	0.30-0.40	22	0.60-0.80
10	0.25-0.50	25	0.60-1.00
12	0.35-0.60	28	0.90-1.30
16	0.40-0.60	32	0.80-1.30
20	0.40-1.00	50	1.00-1.30

5.1.2.1.2 Tel çember

Tel çember, kesiti daire, oval veya yassı olan ve boyutları Çizelge 5.2'de gösterilen çelik çemberlerdir.

Çizelge 5.2 Tel çemberlerin boyutları (T.S. 1142; 1972)

Daire Kesitli	Oval Kesitli	Yassı Kesitli
0.90	1.70 x 1.00	1.70 x 0.60
1.00	1.80 x 1.12	1.60 x 0.60
1.12	2.00 x 1.25	2.36 x 0.50
1.18		
1.40	2.00 x 1.32	2.00 x 0.60
1.70	2.12 x 1.40	2.12 x 0.80
1.90	2.50 x 1.50	3.35 x 0.60
2.00		
2.50	2.65 x 1.60	3.75 x 0.60
3.00	2.80 x 1.70	4.25 x 0.75
3.35	3.00 x 1.80	3.25 x 1.00
3.75	-	-
4.00	-	-

5.1.2.2 Çinko kaplama miktarı

Çinko kaplama miktarı, çelik çemberlerin bir metrekare yüzeyine kaplanmış çinko miktarıdır. (birimi gram' dır.)

5.2 Sınıflandırma ve Özellikler

5.2.1.1 Sınıflar

Bu standardın kapsamına giren çelik çemberler, kesit biçimlerine göre; Şerit Çember ve tel çember olmak üzere iki sınıfa ayrılır.

5.2.1.1.1 Tipler

Şerit çemberler haddeme işlemine göre, soğuk haddelenmiş ve sıcak haddelenmiş olmak üzere iki tipe ayrılır.

5.2.1.2 Türler

Şerit çemberler delikli olup olmadıklarına göre çivi deliksiz ve çivi delikli olmak üzere iki şekilde belirtilirler. Tel çemberler kesitlerine göre, daire kesitli, oval kesitli ve yassı kesitli olmak üzere üç türe ayrılırlar.

5.2.2 Özellikler

5.2.2.1 Malzeme

Çelik çemberler genel amaçlar için kullanılan ve bileşimi esas alınmayan çekme dayanımı ile tanımlanan ve genellikle P ve S miktarı %0.05 ve daha az olan kütle çeliklerinden yapılmalıdır.

5.2.2.1.1 Mekanik özellikler

Çelik çemberlerin çekme dayanımları Çizelge 5.3' de gösterilen değerlere uygun olmalıdır.

Çizelge 5.3 Çelik çemberlerin çekme dayanımları (T.S. 1142; 1972)

Çelik Çemberler	Çekme Dayanımı Kgf/mm (min)
Şerit Çember	
Soğuk Haddelenmiş	63
Sıcak Haddelenmiş	44
Tel Çemberler	
Daire Kesitli	47
Oval Kesitli	71
Yassı Kesitli	63

Çelik çemberlerin kaynak eklerinin çekme dayanımları, çemberin çekme dayanımının % 75'inden az olmamalıdır. Çemberlerin kopma uzaması Çizelge 5.4'de gösterilen değerlere uygun olmalıdır.

Çizelge 5.4 Çelik çemberlerin kopma uzamaları (T.S.1142; 1972)

	Genişlik (mm)	Kopma Uzaması (%)
Şerit	8 – 16	0.5 – 4
Çember	20 – 50	6.5 – 16
Tel çember	Bütün boyutlarda	5 en çok

5.2.2.1.2 Katlama özelliği

Şerit çember ve yassı kesitli tel çemberler, haddeme yönünde ve Çizelge 5.5’de gösterilen eğme sayılarında eğildiğinde, çatlama dan katlanabilmelidir.

Çizelge 5.5 Şerit çemberlerin ve yassı kesitli tel çemberlerin eğme sayısı (T.S.1142; 1972)

Kalınlık (mm)		Eğme Sayısı
Dahil	Hariç	
0.25	0.30	15
0.30	0.40	12
0.40	0.50	10
0.50	0.60	8
0.60	0.80	5
0.80	1.30	3

Daire kesitli tel çemberler anma çapına eşit çapta ve oval kesitli tel çemberler büyük çapına eşit çapta bir mandrel üzerine dakikada en çok 15 devirle en az iki kez sarıldığında tel çember çatlama mamalıdır.

5.2.2.1.3 Kaplama yapışma özelliği

Çinko, boya, vernik v.b. ile kaplanmış çelik çember madde 5.3.3’ de açıklanan kaplamanın yapışma özelliği tayini deneyinde katlama yerinin dış yüzeyinde kaplama kırılmamalı ve pullanma meydana gelmemelidir.

5.2.2.2 Yapılış

Çelik çemberlerin kangalları kopuksuz olmalı ve bütün kangalda 3'den çok ek kaynağı bulunmamalıdır. Kaynak ek yerlerinin genişliği çelik çember genişliğinde olmalı, kalınlığı çember kalınlığının 1.5 katından çok olmamalıdır. Çemberlerin ek yerlerine nokta kaynağı yapılmamalıdır.

5.2.2.2.1 Çelik çemberlerin yüzeyi

Çelik çemberlerin yüzeyi düzgün olmak ve yüzeylerde çizik, tufal, çapak, çatlak, gömülmüş yabancı maddeler, oyuk, dalgalanma bulunmamalıdır. Şerit çember ve tel çemberlerin yüzey işlemleri gerekli korunma bakımından çizelge 5.6' da gösterilen değerlerden birine uygun olmalıdır. Şerit çemberlerin keskin köşeleri uygun şekilde yuvarlatılmış olmalıdır. Vernikli veya boyalı şerit çemberlerin yüzeyleri ve kenarları tamamen ince bir tabaka meydana getirecek verniklenmiş veya boyanmış olmalıdır. Parmakla kuvvetle ovulduğunda vernik veya boya toplanmamalıdır. Kaplamalarda kabarıklık, kalkıklık olmamalı ve yabancı maddeler yapışmış bulunmamalıdır. Galvanizli şerit ve tel çemberlerdeki çinko kaplama miktarı metre karede en az 55 gram olmalıdır. Yüzeylerinde galvanizsiz kalan yerler bulunmamalıdır.

Çizelge 5.6 Şerit çember ve tel çemberlerin yüzey işlemleri (T.S.1142; 1972)

Soğuk Haddelenmiş (Şerit Çember)	Sembol	Sıcak Haddelenmiş (Şerit Çember)	Sembol	Tel Çember	Sembol
Parlak	P	Haddelenmiş	H	Parlak	P
Mavi	M	Haddelenmiş	H	Galvanizli	G
Mavi – mumlanmış	MM	Sıcak daldırma	SG	-	-
Elektro galvanizli	EG	İle galvanizli	SG	-	-
Sıcak Daldırma ile Galvanizli	SG	-	-	-	-
Vernikli	V	-	-	-	-
Boyalı	B	-	-	-	-

5.2.2.2.2 Çivi delikleri

Şerit çemberler çivi delikli de olabilir. Ancak bu delikler çember genişliği ortasında ve birbirinden en çok 75 mm uzaklıkta olmalıdır.

5.2.2.3 Boyut ve toleranslar

5.2.2.3.1 Boyutlar

Şerit çemberlerin boyutları Çizelge 5.1' de gösterilen değerlere uygun olmalıdır.

5.2.2.3.2 Toleranslar

Şerit haddelenmiş şerit çemberlerin genişlik toleransı 1.25 mm, soğuk haddelenmiş şerit çemberlerin ise 0.30 mm olmalıdır. Tel çemberlerin çapları ve oval veya yassı çemberlerin boyut toleransları 0.08 mm olmalıdır.

5.3 Hazırlama ve Yapımla İlgili Muayene ve Deneyler

5.3.1 Numune alma

Muayene ve deneyler için aynı sınıf tip, tür ve boyutta olan ve bir seferde muayeneye sunulan çelik çemberler kangal veya bobinlerden gelişi güzel numuneler alınmalıdır. Muayenelerde 10 kangal ve bobinden 1 tane numune alınır ve bu numune sayısı en az 5 olmalıdır. Deneylerde kangal veya bobin sayısının % 3' ü numune alınır ve bu numune sayısı en az 3 olmalıdır. Deney parçası, numune olarak alınan kangal veya bobinlerin uçlarından en az 1 metre uzaklıktan çıkartılmalıdır.

5.3.2 Muayeneler

5.3.2.1 Gözle muayene

Numune olarak ayrılan kangal veya bobinlerin tümü madde 5.2.2.2' de açıklanan kusurlar yönünden göz ile muayeneden geçirilir.

5.3.2.2 Boyut malzemesi

Numune olarak alınan her kangal veya bobin boyutlar kalınlık veya genişlik bakımından, eşit aralıklarla 5 yerinde ayrı ayrı üçer ölçme yapılarak ortalaması alınır. Bu ortalamaların madde 5.2.2.3.1’de verilen değerlere uyup uymadıklarına bakılır. Ölçüler alınmadan önce boya, vernik veya mum kaplamalar temizlenmelidir. Kalınlık ölçmeleri şeridin genişliğine ortasından yapılır. Ölçmeler kangalın başlangıcından veya bitiminden en az 3 m uzaklıkta yapılmalıdır.

5.3.3 Deneyler

5.3.3.1 Çekme deneyi

Numune olarak alınan her kangal veya bobinden yeteri uzunlukta bir deney parçası alınır. Bu parçalara çekme deneyi uygulanır (TSE 138). Deney sonunda bulunan değerlerin ortalamasının Çizelge 5.3’de verilen değerlere uyup uymadıklarına bakılır.

5.3.3.2 Katlama deneyi

Şerit ve yassı kesitli tel çemberlerde katlama deneyi, her kangal veya bobinden alınan yeteri uzunlukta bir deney parçası üzerinde yapılır (TS 205/ 2.1.3). Katlama deneyi sonunda deney parçalarının çekmeye çalışan yüzeyinde çatlama veya kopma olup olmadığına bakılır.

5.3.3.3 Kaplamanın yapışma özelliği tayini deneyi

Çelik çemberlerde kaplamanın yapışma özelliği deneyi aşağıdaki şekilde tayin edilir. Numune olarak alınan her kangal veya bobinden 250 mm uzunluğunda bir deney örneği çıkarılır. Deney 20 ± 5 °C sıcaklıktaki ortamda yapılmalıdır. Kaplamada kırılma veya pullanma olup olmadığı büyüteç kullanmadan ve çelik çember genişliğinin 1/4 uzaklığından gözle bakılmak suretiyle tespit edilir. Kalınlığı en çok 0.6 (dahil) mm olan çelik çemberler, kendi malzemelerinden iki kat yapılan bir parça üzerine bir kez 180° katlanır. Bunun için yumuşak ağızlı mengene kullanılmalıdır. Kalınlığı 0.6 mm’ den çok çinko kaplamalı olan çelik çemberler, kenarları yuvarlatılmış ve kalınlığı 5 ± 0.3 mm olan çelik bir plaka üzerine bir kez 180°, bir mengene yardımı ile elde katlanır. Boya, vernik v.b. malzeme ile kaplı çelik çemberlerden kalınlığı 0.6- 0.9 (dahil) mm olanlar 10 ± 0.3 mm, kalınlığı 0.9 mm’ den çok

olanlar ise kalınlığı 13 ± 0.3 mm olan çelik bir plaka üzerine bir kez 180° , bir mengene yardımı ile elle katlanır.

5.3.3.4 Çinko kaplama miktarının tayini deneyi

Çelik çemberlerin çinko kaplama ağırlıklarının tayini yapılır (TS 822). Bulunan değerlerin madde 5.2.2.1.2' de verilen değerlere uygun olup olmadığına bakılır.

5.3.3.5 Ovma deneyi

Boyalı ve vernikli çelik çemberler aşağıdaki şekilde ovma deneyinden geçirilirler. Bu deney numune olarak alınan her kangaldan 15 cm boyundaki bir örneğe uygulanır. Şerit çemberin her iki yüzeyine parmaklarla basınç yapılarak ovulur. Bu ovma geniş çemberlerde kenarlara doğru olmalıdır. Bir kenarı üzerindeki boya veya vernik keskin bir aletle kazınır. Kazınan yere en az 10 kat büyüten bir büyüteçle bakılır. Ovulan yerde bulunan değerler madde 5.2.2.2.1' de istenilene uyup uymadığına bakılır.

5.4 Piyasaya Arz

5.4.1 İşaretleme

Bu standarda uygun yapılan çelik çember kangal veya bobinlerine sıkıca bağlanacak metal etiketlere kolayca okunabilecek, silinmeyecek ve bozulmayacak şekilde, firmanın tescilli markası veya adı, Türk malı deyimi veya TM işareti, bu standardın işaret ve numarası, çelik çemberin sınıfı, tipi ve türü ve kangalın ağırlık ve boyutları (TS 1142).

5.4.1.1 Çelik çemberlerin kısa gösterilişi

Kalınlığı 0.30 mm, genişliği 8 mm ve çekme dayanımı 70 kgf/mm^2 olan soğuk haddelenmiş parlak şerit çemberler, soğuk haddelenmiş şerit çember, 0.30 X 8 TS 1142 70 P; Çapı 0.90 mm, çekme dayanımı 50 kgf/mm^2 olan daire kesitli galvanizli tel çemberin gösterilişi, tel çember 0.90 TS 1142 50 G şeklinde gösterilirler.

5.4.2 Ambalaj

Çelik çemberler kangal halinde piyasaya sunulur. Bir kangalın ağırlığı 40 ± 5 kg ve iç çapı 400 mm, dış çapı ise 320- 650 mm olmalıdır. Çelik çember kangalları en az 2 mm' lik tavllanmış çift telle ve eşit aralıklarla 4 yerden bağlanarak ambalajlanmalıdır (Şekil 5.1). Kangallar kağıt sarma makineleri ile de su geçirmez kağıtlarla sarılarak ambalajlanabilir (Şekil 5.2). Birden çok kangalın ambalajlarının yapılması Şekil 5.3' de gösterilmiştir. Bu halde aynı boyuttaki kangallar bir arada ambalaj edilir ve bunlar için kullanılacak altlıklarda kullanılan ahşap malzemenin boyutları Şekil 5.4 ve Şekil 5.5'de gösterildiği gibi olmalıdır. Tel çemberler bobin halinde de piyasaya sunulabilir.

5.5 Çeşitli Hükümler

İmalatçı veya satıcı istendiğinde bu standarda uygunluk belgesi vermek veya göstermek zorundadır. Bu belgede satış konusu malın; 5.2. bölümdeki özellikleri taşıdığını ve 5.3. bölümdeki muayene ve deneylerin yapılmış ve olumlu sonuç alınmış bulunduğu belirtilmesi gerekir. Bu standarda göre yapılacak malın etiketleri üzerine gerektiğinde madde 5.4.1.'de belirtilen Türkçe işaretlerin yanı sıra ihraç edilecekleri ülkelerin anlayacağı dilde karşılıkları da yazılabilir. Ambalajda kullanılacak çelik çemberlerin sayısı ile boyutlarının seçimine ilişkin bilgiler bölüm 5.6'da gösterilmiştir.

5.6 Ambalajda Kullanılacak Çelik Ambalaj Çemberleri Sayısı İle Boyutlarının Seçimine İlişkin Bilgiler

5.6.1 Genel

Çelik çemberlerin sayı boyutlarının seçimi ambalajın şekline, büyüklüğüne, ağırlığına ve taşıma durumuna göre belirlenir.

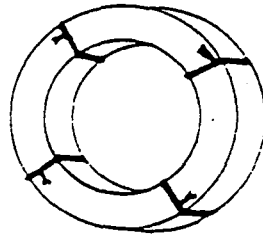
5.6.1.1 Ahşap sandıklarda kullanılacak çelik çemberlerin sayı ve boyutlarının hesaplanması

Çekme Dayanımı $60 \text{ Kg}/\text{mm}^2$ olan çelik çemberlerin çivilenmiş ahşap sandıklardaki sayısı ve boyutları ambalajın ağırlıkları esas alınarak bulunur. Çekme dayanımı 44, 70, 86 ve 100

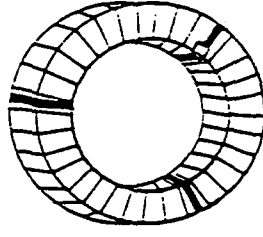
Kgf/ mm² olan çelik çemberlerin boyutları Grafik 5.1 ve Çizelge 5.7' de gösterildiği gibi hesaplanır. Bu çizelgede farklı çekme dayanımlarına göre eşdeğer kesit alanları verilmiştir.

Çizelge 5.7 Farklı çekme dayanımlarına göre çelik çemberlerin eşdeğer kesit alanları (ölçüler mm'dir) (T.S. 1142; 1972).

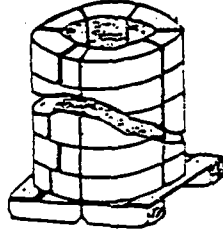
Çekme Dayanımı (Kgf/mm ²)				
44	60	70	86	100
1.7	1.4	1.3	1.2	1.1
2.3	1.9	1.8	1.6	1.5
3.0	2.5	2.4	2.2	2.0
3.7	3.1	2.9	2.6	2.4
4.9	4.1	3.8	3.5	3.2
5.5	4.7	4.3	3.9	3.6
6.5	5.4	5.0	4.5	4.2
7.3	6.1	5.6	5.2	4.7
8.4	7.1	6.5	6.0	5.5
9.4	7.9	7.3	6.7	6.2
10.6	8.9	8.2	7.5	6.9
11.5	9.7	9.0	8.1	7.6
12.4	10.7	9.9	9.0	8.3
15.2	12.8	11.8	10.8	10.0
18.2	15.3	14.1	12.9	11.9
21.5	18.0	16.6	15.2	14.1



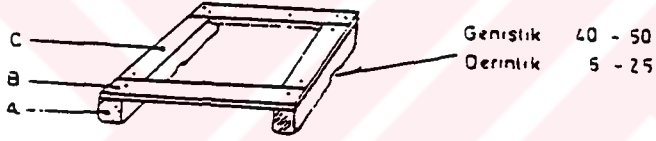
Şekil 5.1 Kangalların telle bağlanması (T.S. 1142; 1972)



Şekil 5.2 Kangalların kağıtla bağlanması (T.S.1142; 1972)



Şekil 5.3 Kangalların ambalajı (T.S.1142; 1972)



Şekil 5.4 Ambalaj ağırlığı 500 kg'ı geçmeyen kangal altlığı (T.S.1142; 1972)

Çizelge 5.8 Kangal altlığı yapımında kullanılan ahşap malzeme boyutları

TIP	1	2	3
A	550 x 65 x 90	600 x 65 x 90	625 x 65 x 90
B	550 x 90 x 20	600 x 90 x 20	625 x 90 x 20
C	350 x 65 x 20	400 x 65 x 20	425 x 65 x 20

6. ÇELİK AMBALAJ ÇEMBERLERİNİN HAMMADDELERİ

6.1 Sıcak Haddelenmiş Çelik Sac Rulo

Çelik ambalaj çemberlerinin esas hammaddesi sıcak haddelenmiş çelik sac rulodur. Bu malzemeler Türkiye’de ERDEMİR tarafından imal edilmektedir. KERİM ÇELİK A.Ş. SIGNODE Çelik Çember hattında ERDEMİR imalatı olan 3 ayrı kalitede sıcak haddelenmiş çelik sac rulo kullanılmaktadır. Bu rulolar kaliteleri ve standart karşılıkları aşağıda verilmiştir.

6.1.1 Sıcak haddelenmiş çelik sac kaliteleri (S.A.E., 1992, ve D.I.N., 1990).

Çelik Kalitesi	Çelik Kalitelerinin Standart Karşılıkları	İmalattaki Çeliklerin Değişen Standartları
3010	SAE J403-92 1010	SAE J403-88 1010
6222	DIN 1614 P2-86 St W 22	
6224	DIN EN 10025-91 Fe 430 D1	

Sıcak haddelenmiş çelik rulolar kalınlık ve genişlik olarak ebatlandırılırlar. Her rulo için fiziksel ve kimyasal değerler ayrı ayrı belirtilmiştir. Her rulo daha sonra yapılacak olan soğuk haddeleme işlemine imkan sağlamak ve haddelemeden sonra fiziksel özelliklerini kaybetmemek amacıyla ERDEMİR tarafından belirlenen uygun fiziksel ve kimyasal özelliklerde üretilirler. Örnek olarak 2.5 mm kalınlığında ve 1200 mm genişliğinde 3010 kalitesine sahip çelik sac rulo

2.50 X 1200 HR 3010

olarak tanımlanır. Burada gösterilen HR Hot Rolled anlamındadır.

6.1.2 Sıcak haddelenmiş çelik sac ruloların fiziksel özellikleri

Sıcak haddelenmiş ruloların fiziksel özellikleri malzemelerin kalite referanslarında çekme mukavemeti, akma mukavemeti, % uzama ve varsa sertlik olarak belirtilirler. Bu değerler malzemelerin kalitelerine göre farklılıklar gösterirler. 3010, 6222 ve 6422 kalitelerindeki sıcak haddelenmiş çelik ruloların fiziksel özellikleri aşağıdaki Çizelge 6.1’ de gösterilmiştir.

Çizelge 6.1 Sıcak haddelenmiş çelik ruloların fiziksel özellikleri

ERDEMİR KALİTE NO	STANDART KARŞILIĞI	FİZİKSEL ÖZELLİKLER			
		Akma Muk. Kg/mm ²	Çekme Muk. Kg/mm ²	%UZAMA	
				T < 3 Lo=80 mm (min)	T > 3 Lo(2) (min)
3010	SAE 1010	-	-	-	-
6222	DIN 1614 St W 22	21.9 (min)	44.9	25	25
6422	DIN 1614 St 22	-	-	-	-

6.1.3 Sıcak haddelenmiş çelik sac ruloların kimyasal özellikleri

Kimyasal özellikler sıcak haddelenmiş çelik sac rulo bünyesinde bulunan kimyasal elementlerin miktarlarını ifade eder. Kimyasal elementler C, Mn, P, S, N, Al ve Cu olarak çelik bünyesinde yer alırlar. Aşağıda kimyasal elementlerin miktarları verilmiştir (Çizelge 6.2).

Çizelge 6.2 Sıcak haddelenmiş çelik ruloların kimyasal özellikleri

ERDEMİR KALİTE NO	STANDART KARŞILIĞI	C Max	Mn Max	P Max	S Max	N	Al Min	Cu
3010	SAE 1010	0.08- 0.13	0.30- 0.60	0.030	0.035	-	-	-
6222	DIN 1614 St W 22	0.10	-	-	-	-	-	-
6422	DIN 1614 St 22	0.10	0.45	0.035	0.035	-	-	-

Karbon oranının düşük olması malzemelerin sertlik değerleri için belirleyici bir değeridir. Uygun oranda ayarlanamaması sebebiyle malzemedeki istenmeyen kırılmalara ve uygunsuzluklara sebep olabilir.

6.1.4 Toleranslar

Sıcak Haddelenmiş çelik sac rulolar boyutsal özellikleri doğrultusunda toleranslara sahiptirler. Çelik rulolar aşağıda belirtilen toleranslar dahilinde üretilirler.

6.1.4.1 Kalınlık toleransları

Sıcak haddelenmiş rulolar için genişlik referansındaki kalınlık toleransları aşağıdaki Çizelge 6.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.3 Sıcak haddelenmiş çelik ruloların kalınlık toleransları (E.D.Ç. ürün kataloğu)

KALINLIK (mm)		GENİŞLİK (mm)		
		>= 600 <= 1200	>= 1200 <= 1500	>= 1500 ve üzeri
>= 1.50	< 2.00	± 0.17	± 0.19	± 0.21
>= 2.00	< 2.50	± 0.18	± 0.21	± 0.23
>= 2.50	< 3.00	± 0.20	± 0.22	± 0.24
>= 3.00	< 4.00	± 0.22	± 0.24	± 0.26
>= 4.00	< 5.00	± 0.24	± 0.26	± 0.28
>= 5.00	< 6.00	± 0.26	± 0.28	± 0.29
>= 6.00	< 8.00	± 0.29	± 0.30	± 0.31
>= 8.00	< 10.00	± 0.32	± 0.33	± 0.34
>= 10.00	< 12.50	± 0.35	± 0.36	± 0.37
>= 12.50	< 15.00	± 0.37	± 0.38	± 0.40
>= 15.00	<= 20.00	± 0.40	± 0.42	± 0.45

6.1.4.2 Genişlik toleransları

Sıcak haddelenmiş çelik sac ruloların nominal kalınlık referansındaki genişlik toleransları aşağıdaki Çizelge 6.4' de gösterilmiştir.

Çizelge 6.4 Sıcak haddelenmiş çelik ruloların genişlik toleransları (E.D.Ç. ürün kataloğu)

GENİŞLİK (mm)	KALINLIK (mm)					
	Kenarları Kesilmemiş (mm)		Kenarları Kesilmiş (mm)		Kenarları Kesilmiş (mm)	
	< 3.0		< 3.0		> = 3.0 < = 5.0	
	ALT	ÜST	ALT	ÜST	ALT	ÜST
> = 600 < = 2000	0	± 20	-	-	-	-
> = 600 < = 1200	-	-	0	± 2.4	0	± 2.7
> = 1200 < = 2000	0	± 20	0	± 3.0	0	± 4.0

6.1.4.3 Sıcak haddelenmiş çelik sac ruloların genel kullanım alanları

3010, 6222 ve 6422 kalitelerindeki sıcak haddelenmiş çelik sac rulolar çeşitli kullanım alanlarına sahiptirler. Aşağıda bu çelikler için genel kullanım alanları belirtilmiştir.

3010 kalite sıcak haddelenmiş rulo, otomotiv sanayii, borular, profiller ve çeşitli makine parçaları imalatı alanlarında; 6222 kalite sıcak haddelenmiş rulo, derin çekme ve şekillendirmeye uygun mamuller için genel uygulama alanlarında ve 6422 kalite sıcak haddelenmiş rulo soğuk haddeleme işleminde kullanılırlar.

6.1.4.4 Sıcak haddelenmiş çelik sac ruloların imalat limitleri

3010, 6222 ve 6422 kalitelerindeki çelik rulolar belirli aralıklardaki ölçülerde imal edilirler. Bu imalat aralıkları ruloların kalitelerine göre farklılık gösterirler. Aşağıdaki Çizelge 6.5' de 3010 ve 6222 kalitesindeki, Çizelge 6.6' da ise 6422 kalitesindeki çelik ruloların imalat bu değerler gösterilmiştir.

Çizelge 6.5 Sıcak haddelenmiş 3010 ve 6222 kalitesindeki çelik ruloların imalat aralıkları (E.D.Ç. ürün kataloğu)

GENİŞLİK (mm)	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
KALINLIK (mm)								
2.00 – 2.30	X	X	X					
2.31 – 2.49	X	X	X	X				
2.50 – 2.80	X	X	X	X	X			
2.81 – 3.25	X	X	X	X	X	X		
3.26 – 3.50	X	X	X	X	X	X	X	
3.51 – 20.00	X	X	X	X	X	X	X	X

Çizelge 6.6 Sıcak haddelenmiş 6422 kalitesindeki çelik rulonun imalat aralığı (E.D.Ç. ürün kataloğu)

GENİŞLİK (mm)	825	925	1025	1125	1225	1325	1425	1525
KALINLIK (mm)								
2.00 – 2.30	X	X	X					
2.31 – 2.49	X	X	X	X				
2.50 – 2.80	X	X	X	X	X			
2.81 – 3.25	X	X	X	X	X	X		
3.26 – 3.50	X	X	X	X	X	X	X	
3.51 – 4.99	X	X	X	X	X	X	X	X

6.2 Soğuk Haddelenmiş Çelik Sac Rulo

Soğuk haddelenmiş çelik sac rulolar, sıcak haddelenmiş ruloların kalınlık düşürülmesi ile belli kalınlık değerlerine getirilmeleriyle elde edilirler. Soğuk haddelenmiş rulolar fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre kalite numaraları ile birbirlerinden farklılık gösterirler (D.I.N., 1990). Bu çelik ruloların kalite numaraları aşağıda belirtilmiştir. Bunlar;

1110, 1112, 3110, 6112 ve 6114

kalitelerindeki çelik sac rulolardır. Bu kalitelerdeki çelik sacların boyutları kalınlık, genişlik

ve/ veya uzunluk olarak belirtilir. Örnek olarak verilmek istenirse 0.79 mm kalınlığında ve 398 mm genişliğinde 3010 kalitesindeki soğuk haddelenmiş sac rulo;

0.79 X 398 SH 3010

olarak tanımlanır. Soğuk haddelenmiş saclar, sıcak haddelenmiş sacların soğuk haddelenmesi ile bir ebatlama prosesinden geçirilerek elde edilen üründür. Bu belirtilen SH Soğuk Haddelenmiş anlamındadır. KERİM ÇELİK A.Ş.' de çelik çember olarak imal edilecek olan soğuk hadde saclar ERDEMİR tarafından üretilmektedir. Bu malzeme özelliklerini belirtmek için verilen değerlerde ERDEMİR verileri dikkate alınmıştır.

6.2.1 Soğuk haddelenmiş çelik sac kaliteleri

<u>Çelik Kalitesi</u>	<u>Çelik Kalitelerinin Standart Karşılıkları</u>	<u>İmalattaki Çeliklerin Değişen Standartları</u>
1110	ERDEMİR ÖZEL	
1112	DIN EN 10130-91 Fe PO1	DIN 1623 P1-83 USt-12
3110	ERDEMİR ÖZEL	
6112	DIN EN 10130-91 Fe PO1	
6114	DIN EN 10130-91 Fe PO4	DIN 1623 P1-83 St-14

Yukarıda belirtilen her bir çelik soğuk haddelemeden sonra çelik ambalaj çemberi yapımında kullanılmak üzere imalat hattına alınırlar. Gerekli dayanımı sağlaması amacıyla bu çelikler uygun fiziksel ve kimyasal değerlere uymak zorundadır. Aşağıda bu çelikler için gerekli fiziksel ve kimyasal değerler verilmiştir.

6.2.2 Soğuk haddelenmiş çelik sac ruloların fiziksel özellikleri

Soğuk haddelenmiş ruloların fiziksel özellikleri malzemelerin kalite referanslarında Akma Mukavemeti, Çekme Mukavemeti ve % Uzama olarak belirtilirler. Aşağıda soğuk haddelenmiş çelik sac ruloların fiziksel özellikleri verilmiştir (Çizelge 6.7).

Çizelge 6.7 Soğuk haddelenmiş çelik sac ruloların fiziksel özellikleri

ERDEMİR KALİTE NO	STANDART KARŞILIĞI	FİZİKSEL ÖZELLİKLER		
		Akma Muk. Kg/mm ²	Çekme Muk. Kg/mm ²	%UZAMA Lo=80 mm Min.
1110	ERDEMİR ÖZEL	-	-	-
1112	DIN EN 10130-91 Fe PO1	28.6	27.5- 41.8	28
3110	ERDEMİR ÖZEL	-	-	-
6112	DIN EN 10130-91 Fe PO1	28.6	27.5- 41.8	28
6114	DIN EN 10130-91 Fe PO4	21.4	27.5-35.7	38

6.2.3 Soğuk haddelenmiş çelik sac ruloların kimyasal özellikleri

Kimyasal özellikler soğuk haddelenmiş çelik sac ruloların içerisinde bulunan kimyasal elementlerin oransal olarak miktarlarını belirtirler. Bu elementler çelik kalitesine göre değişkenlik gösterirler. Katkı malzemesi olarak C, Mn, P, S, Si ve Al elementleri kullanılırlar.

Çizelge 6.8 Soğuk haddelenmiş çelik sac ruloların kimyasal özellikleri

ERDEMİR KALİTE NO	STANDART KARŞILIĞI	C Max	Mn Max	P Max	S Max	Si Max	Al Max
1110	ERDEMİR ÖZEL	0.12	0.50	0.025	0.035	0.10	0.13
1112	DIN EN 10130-91 Fe PO1	0.12	0.60	0.045	0.045	-	-
3110	ERDEMİR ÖZEL	0.12	0.50	0.025	0.035	0.10	0.13
6112	DIN EN 10130-91 Fe PO1	0.12	0.60	0.045	0.045	-	-
6114	DIN EN 10130-91 Fe PO4	0.08	0.40	0.030	0.030	-	-

6.2.4 Toleranslar

Soğuk haddelenmiş çelik sac rulolar ürün ebatlamasından dolayı kalınlık ve genişlik toleransları verilerek üretilirler. Bu toleranslar içinde soğuk haddelenen rulolar çelik ambalaj çemberi üretimi için uygun duruma getirilirler.

6.2.4.1 Kalınlık toleransları

Çelik ambalaj çemberi üretimi için kullanılan soğuk haddelenmiş çelik sac rulolar nominal kalınlıkları üzerinden + 0.051 mm max. ve -0.025 mm min. kalınlık toleransları arasında üretilirler.

6.2.4.2 Genişlik toleransları

Soğuk Haddelenmiş çelik sac rulolar nominal kalınlık referansında Çizelge 6.9' da gösterilen genişlik toleransları içinde üretilirler.

Çizelge 6.9 Soğuk haddelenmiş çelik ruloların genişlik toleransları (E.D.Ç. ürün kataloğu)

KALINLIK (mm)	GENİŞLİK (mm)					
	< 125	>= 125	< 250	>= 250	<= 400	>= 400 <= 650
>= 0.10 < 0.40	0.3	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6
>= 0.40 < 1.50	0.4	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8
>= 1.50 < 2.50	0.6	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0

6.2.4.3 Soğuk haddelenmiş çelik sac ruloların genel kullanım alanları

Soğuk haddelenmiş çelik sac ruloların çeşitli kullanım alanları vardır. 1110 kalite soğuk haddelenmiş rulo, soğuk ürünler için genel uygulamalarda, galvanizli sac ve rulo imalatı, büro eşyası ve aydınlatma gereçleri imalatında; 1112 ve 6112 kalite soğuk haddelenmiş rulolar, otomotiv sanayii, buzdolabı, çamaşır makinesi ve mutfak eşyası imalatında; 6114 kalite soğuk haddelenmiş rulo, yaşlanmaya karşı dayanıklı çeliklerin tüm kullanım alanları ve otomotiv

sanayiinde ve 3110 kalite soğuk haddelenmiş rulo, otomotiv sanayii, borular, profiller ve çeşitli makine parçası imalatında kullanılırlar.

6.2.4.4 Soğuk haddelenmiş çelik sac ruloların imalat limitleri

1112, 6112 ve 6114 kalitesindeki soğuk haddelenmiş çelik sac rulolar Çizelge 6.10' da gösterilen ölçü aralıklarında üretilirler.

Çizelge 6.10 Soğuk haddelenmiş 1112, 6112 ve 6114 kalitelerindeki ruloların üretim limitleri (E.D.Ç. ürün kataloğu)

GENİŞLİK(mm)	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
KALINLIK (mm)										
0.25	X	X	X	X	X	X	X			
0.30	X	X	X	X	X	X	X			
0.35	X	X	X	X	X	X	X			
0.40	X	X	X	X	X	X	X			
0.45	X	X	X	X	X	X	X			
0.50	X	X	X	X	X	X	X	X		
0.60	X	X	X	X	X	X	X	X		
0.70	X	X	X	X	X	X	X	X		
0.80	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
0.90	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1.00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1.20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1.25	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1.50	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2.00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2.50	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3.00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

1110 ve 3010 kalitelerindeki soğuk haddelenmiş çelikler ERDEMİR özel imalatı oldukları için belirli bir üretim ölçü aralığı yoktur. Bu çelikler, değişebilen ölçülerde üretildikleri için Çizelge 6.10' da bu iki çelik gösterilmemiştir.

7. ÇELİK ÇEMBERLERİN ÜRETİM ESASLARI

7.1 Çelik Ambalaj Çemberi Ürün Spesifikasyonu

SIGNODE marka çelik ambalaj çemberleri kullanılacakları yerlere bağlı olarak değişik kalınlık ve genişliklerde üretilirler. Bu amaçla üretilecek olan çelik çemberlerin üretim prosesi özel haddelenmiş soğuk sacların çelik ambalaj çemberi olarak üretilmek üzere işleme alındığı KERİM ÇELİK A.Ş. SIGNODE Çelik Çember Hattından oluşur.

7.1.1 Çelik çemberlerin malzeme spesifikasyonu

Çelik çemberlerin malzemeleri soğuk haddelenmiş sac rulolar, yük altında çalışabilen ve haddeleme sonucunda elde edilen yüksek dayanımlı çelik malzemelerdir.

7.1.1.1 Malzeme grupları

Çelik çember malzeme hammaddesi olarak özel haddelenmiş soğuk saclar kullanılacakları yerlere göre değişkenlik gösteren çember ebatları ve tiplerine göre çeşitli boyutlarda üretilirler. Buna bağlı olarak üretilecek olan çemberin kalınlığının 0.79 mm'den küçük olması durumunda malzeme yapısındaki % C içeriği max. 0.08 olmalıdır. Bu içeriği taşıyan hammaddeler 6222, 6422, 1112 ve 6114 kalitelerindeki ERDEMİR tarafından imal edilen sıcak haddelenmiş saclardan elde edilen özel olarak haddelenmiş olan soğuk saclardır. Çelik çember kalınlığı 0.79 mm'den büyük ise malzeme bünyesindeki % C oranı 0.08, % Mn oranı ise 0.30-0.50 değerleri arasında yer alır. Bu malzemeler ERDEMİR tarafından 3010 ve 3110 kalitesinde imal edilen sıcak haddelenmiş saclardan elde edilen özel haddelenmiş soğuk sac malzemelerdir (KERİM ÇELİK A.Ş. 1999).

7.1.1.1 Malzeme tanımları

Malzeme spesifikasyon kapsamında yer alan sıcak haddelenmiş ve bu malzemedan özel haddelenmiş olan soğuk saclar 1110, 1112, 3110, 6112 ve 6114 kalitelerinde ve boyutları da kalınlık ve genişlik olarak belirtilirler. Bu bilgilere bağlı olarak malzeme tanımlama işlemi aşağıdaki biçimlerde yapılır.

Sıcak Haddelenmiş Sac

Kalınlık : 2.50 mm

2.50 X 1200 HR 3010

Genişlik : 1200 mm

HR = Hot Rolled (Sıcak Hadde)

Kalite : 3010

Yukarıda tanımlanan malzemededen özel olarak soğuk haddelenmiş sac ise,

Kalınlık : 0.79 mm

0.79 X 398 CR 3010

Genişlik : 398 mm

CR = Cold Rolled (Soğuk Hadde)

Kalite : 3010

Soğuk haddeleme sırasında sac rulunun kalınlığı üretilecek olan çemberin kalınlığına bağı olarak değiştirilir. Soğuk haddeleme sırasında kalınlık, düşürülürken malzemenin mekanik değerlerinin son ürünün standartlarda belirtilen mekanik değerleri geçmemesi gerekmektedir. Malzemenin soğuk haddeleme sırasında kimyasal özelliğinde herhangi bir değişim olmaz ve yine aynı kalite numarasıyla malzeme belirtilir.

7.1.2 Ürün spesifikasyonları

Ürün spesifikasyonunda yer alan ürünler daha önce açıklaması yapılan özel haddelenmiş soğuk sacların kontinü bir proseste çeşitli işlemlere tabi tutulmalarıyla elde edilen çelik ambalaj çemberleridir.

7.1.2.1 Ürün gruplandırması

SIGNODE çelik ambalaj çemberleri çember ebatlanması, yüzey kalitesi ve sarım şekline göre karakterize edilirler (SIGNODE Corp., 1998).

7.1.2.1.1 Çember ebatları

Çemberler kalınlık ve genişliklerine göre ebatlandırılırlar. Çizelge 7.1' de çember ebat matrisi gösterilmiştir. Bu çemberler kullanım alanlarına göre değişim gösterirler. Genişlik ve kalınlıklar arttıında çemberlerin mukavemetleri ve taşıyabilecekleri yüklerde artar (SIGNODE Corp., 1996).

Çizelge 7.1 SIGNODE çelik ambalaj çemberi ebat dağılımı (SIGNODE Corp., 1998)

GENİŞLİK (mm)	KALINLIK (mm)
9.5	0.38
9.5	0.46
9.5	0.51
12.7	0.38
12.7	0.46
12.7	0.51
12.7	0.58
15.9	0.38
15.9	0.46
15.9	0.51
15.9	0.58
19.0	0.38
19.0	0.46
19.0	0.51
19.0	0.58
19.0	0.64
19.0	0.71
19.0	0.79
19.0	0.89
25.4	0.89
31.75	0.71
31.75	0.79
31.75	0.89
31.75	1.02

7.1.2.1.2 Yüzey kalitesi

Çelik çemberler yüzey kaliteleri olarak 4 ayrı şekilde karakterize edilirler. Bunlar mavi boyalı, çinko boyalı, siyah boyalı ve yeşil boyalı olarak isimlendirilirler.

1. Mavi boyalı: Çember yüzeyi menevişlendirilmiştir. Yüzeyde mavi bir görünüm elde edilir. Çember üretim prosesinde boya hattına girmeden üretilir. Sadece yüzeyde waxlandırma

işlemi yapılır. Çemberin yüzeyi koruyucu boya ile boyanmadığından dolayı korozyon dayanımı zayıftır. Bu çeşit çemberler BLU (Mavi) olarak gösterilirler.

2. Çinko boyalı: Çember yüzeyi proses esnasında çinko boya ile boyanır. Çinko boyanın koruyuculuk özelliği yüksek olduğundan dolayı bu çelik çemberlerde korozyon dayanımı yüksektir. Bu çemberlerin gösterilişleri ZPW = Zinc Painted Wound (Çinko Boyalı Sarım) şeklindedir.

3. Siyah boyalı: Çember yüzeyi üretim aşamasında siyah boyama hattından geçerek boyanır. En yaygın olarak kullanılan çelik çember çeşididir. Korozyon dayanımı yüksektir. BPW olarak gösterilirler. Açılımı Black Painted Wound (Siyah Boyalı Sarım) olarak adlandırılır.

4. Yeşil boyalı: Çember yüzeyi proses esnasında yeşil boya ile boyanarak korozyona karşı dayanım elde edilir. Çember gösterilişi GPW = Green Painted Wound (Yeşil Boyalı Sarım) şeklindedir.

7.1.2.2 Çelik ambalaj çemberlerinin sarım şekilleri

Çelik ambalaj çemberleri sarım şekilleri olarak Çoklu Sarım ve Tekli Sarım olmak üzere iki şekilde belirtilirler.

1. Çoklu sarım: Bu sarım şeklinde genişliği 31.75 mm' den daha az olan çember çeşitleri ruloların rulonun kenar genişlikleri 63.5 mm' yi aşmayacak şekilde gezinmeli olarak sarılır. Bu şekildeki çemberlerin gösterilişi MW= Mill Wound (Çoklu Sarım) şeklindedir. Örnek olarak 19.0 mm genişliğinde ve 0.79 mm kalınlığında siyah boyanmış ve waxlanmış çoklu sarımlı ambalaj çemberi ; 19.0 X 0.79 BPW MW olarak gösterilir.

2. Tekli sarım: Genişliği 31.75 mm olan çemberler tekli sarım tekniği kullanılarak sarılırlar. Çember ruloları birbirleri üzerine sarılırlar Ürün belirtmede RW= Ribbon Wound (Tekli Sarım) olarak belirtilirler. Örnek olarak 31.75 mm genişliğinde ve 0.71 mm kalınlığında çinko boyanmış ve waxlanmış tekli sarımlı çelik ambalaj çemberi ;31.75 X 0.71 ZPW RW olarak tanımlanır.

7.1.2.3 Ürün tanımlaması

Sıgnode çelik ambalaj çemberleri çember ebadı, yüzey kalitesi ve sarım şekli belirtilerek karakterize edilirler. Aşağıdaki gösteriliş KERİM ÇELİK A.Ş.'de üretilen tüm çelik çemberler için ürün özelliklerine bağlı olarak benzer şekilde uygulanır. Örnek olarak genişliği 15.9 mm ve kalınlığı da 0.58 mm olan yüzeyi mavi bırakılmış yani menevişlendirilmiş olan çoklu sarımlı bir çelik ambalaj çemberinin gösterilişi 15.9 X 0.58 BLU RW şeklindedir.

7.1.2.4 Ürün özellikleri

Çelik ambalaj çemberlerinde ürün özellikleri iki şekilde incelenirler. Bunlar mekanik özellikler ve kaynak özellikleridir (SIGNODE Corp., 1997).

7.1.2.4.1 Mekanik özellikler

Çelik çemberlerin kullanılacakları yerlere uygun olarak seçilebilmesi için kopma dayanımı, süneklik ve yüzey düzgünlük değerlerinin standartlar dahilinde olması gerekmektedir. Aksi durumda amaca uygun çember kullanılamaz ve çember kopabilir. Çemberlerde olması gereken değerler aşağıdaki gibidir.

7.1.2.4.1.1 Kopma dayanımı

Kopma dayanımı değerleri çelik çemberlerin ebatlarına göre farklı değerler alırlar. Çelik ambalaj çemberlerinin kullanıldıkları yerlerde güvenli olarak çalışabilmeleri için standartlarda belirtilen kopma dayanımı değerlerine mutlaka uymaları gerekmektedir. Bu amaçla çelik ambalaj çemberlerinin uygulanacakları yerlere bağlı olarak minimum kopma dayanımları Çizelge 7.2' de gösterilmiştir.

Çizelge 7.2 SIGNODE çelik ambalaj çemberleri kopma dayanımları

Genişlik (mm) X Kalınlık (mm)	Min. Kopma Kuvveti (N)	Min. Kopma Dayanımı (N/mm ²)
9.5 X 0.38	2.760	765
9.5 X 0.46	3.250	744
9.5 X 0.51	3.560	735
12.7 X 0.38	3.690	765
12.7 X 0.46	4.360	746
12.7 X 0.51	4.760	735
12.7 X 0.58	5.430	737
15.9 X 0.38	4.580	758
15.9 X 0.46	5.430	742
15.9 X 0.51	5.920	730
15.9 X 0.58	6.760	733
19.0 X 0.38	5.520	765
19.0 X 0.46	6.490	743
19.0 X 0.51	7.120	735
19.0 X 0.58	8.140	739
19.0 X 0.64	8.760	720
19.0 X 0.71	9.700	719
19.0 X 0.79	10.590	706
19.0 X 0.89	11.650	689
25.4 X 0.89	15.570	689
31.75 X 0.71	15.800	701
31.75 X 0.79	17.620	702
31.75 X 0.89	19.440	688
31.75 X 1.02	27.710	670

7.1.2.4.1.2 Süneklik

SIGNODE çelik ambalaj çemberlerinde süneklik değeri çemberin bükülme değerlerini gösterirler ve çelik ambalaj çemberlerinden beklenen bükülme özelliği iki bükme değeri ile belirlenir. Çelik ambalaj çemberleri için çok önemli olan süneklik, ambalajlama sırasında

çemberin kopmaması için belirlenen standartlarda olmalıdır. Sıgnode çelik ambalaj çemberlerinin ideal bükme değeri 2R olarak belirlenmiştir. Buradaki 1R, çemberin bükme aparatında 90° eğilmesi olarak yayınlanmıştır.

7.1.2.4.1.3 Düzgünlük

Sıgnode çelik ambalaj çemberlerinde düzgünlük üç şekilde incelenir. Bunlar, çember doğruluğu, çember düzgünlüğü ve çember dönüklüğüdür. Çember doğruluğu (Cambering) 2.4 m boyundaki çelik ambalaj çemberinde max. 12.7 mm, çember düzgünlüğü (Curling) 2.4 m boyundaki çelik ambalaj çemberinde max. 25.4 mm ve çember dönüklüğü (Twisting) 2.4 m boyundaki numunede max. 30° değerinde olmalıdır.

7.1.2.4.2 Kaynak özelliği

Sıgnode çelik ambalaj çemberleri üretim akışında sürekliliği sağlamak amacıyla çemberler birbirlerine kaynakla eklenmiş olarak üretilirler. Sıgnode çelik çember hattında üretilmek üzere işleme konulan gerekli ölçülerde dilinmiş rulo bantların devamlılığını sağlamak için sona eren bantın son bölümü ile işleme yeni alınan bantın başlangıç yeri birbirlerine kaynaklanır. Çemberdeki bu kaynaklanmış bölge için çember kalınlığının nominal çember kalınlığına oranı Çizelge 7.3' de verilmiştir.

Çizelge 7.3 Çelik ambalaj çemberlerinde kaynaklı bölge kalınlıklarının nominal çember kalınlıklarına oranları (SIGNODE Corp., 1997)

Çember Kalınlığı (mm)	Kaynaklı Bölge Kalınlığı (mm)
0.38	0.56
0.46	0.65
0.51	0.74
0.58	0.84
0.63	0.92
0.71	1.04
0.79	1.14
0.89	1.30
1.02	1.48

7.1.2.4.2.1 Kaynak genişliği

Kaynaklı bölge genişliği çember genişliğinden max. 0.13 mm daha fazla genişliğe sahip olabilir.

7.1.2.4.2.2 Kaynak dayanımı

Kaynaklı bölgenin fiziksel dayanımı, çemberin kopma dayanımının min %75'ine sahip olmalıdır.

7.1.2.4.2.3 Banttaki kaynak sayısı

Sıgnode çelik ambalaj çemberleri 40-50 kg'lık bobinler halinde üretilirler ve bobinlerde kabul edilebilecek max. kaynak sayısı iki'den fazla olmamalıdır.

7.1.2.5 Toleranslar

Sıgnode çelik ambalaj çemberleri boyutsal özellikleri doğrultusunda toleranslara sahiptirler. Bu toleranslar kalınlık ve genişlik toleranslarıdır.

7.1.2.5.1 Kalınlık toleransları

Üretimi yapılan her ebattaki çelik ambalaj çemberleri + 0.05 mm ve - 0.03 mm değerleri arasında kalınlık toleransları arasında üretilirler.

7.1.2.5.2 Genişlik toleransları

Her ebattaki çelik ambalaj çemberleri ± 0.013 mm değerleri arasında genişlik toleransları arasında üretilirler.

7.1.2.6 Testler

Çelik ambalaj çemberlerine üretimleri esnasında çeşitli testler uygulanır. Yapılan bu testler sonucunda standartlar içerisinde olan çemberlerin üretimleri devam ederken, bu testlerden

herhangi birine uymayan çemberlerin üretimleri durdurulur. Yapılan bu testler 7 aşamadan oluşur ve aşağıda açıklandığı gibi uygulanırlar.

7.1.2.6.1 Çekme testi

Çelik ambalaj çemberlerinin kopma dayanımlarının standartlar içerisinde olup olmadığının belirlenmesi için yapılır. Ürün standartlar içerisinde değil ise uygunsuz ürün olarak ayrılır.

7.1.2.6.2 Bükme testi

Çemberlerin standartlar içerisinde istenilen süneklik değerlerini verip vermediğinin kontrolü amacıyla uygulanır.

7.1.2.6.3 Cambering testi

Çemberlerinin doğruluğunun kontrolü amacıyla uygulanan bir test metodudur.

7.1.2.6.4 Curling testi

Çemberlerin düzgünlüğünü kontrol etmek için yapılan bir test metodudur.

7.1.2.6.5 Twisting testi

Çemberlerin dönüklüğünün kontrolü amacıyla uygulanan bir test yöntemidir.

7.1.2.6.6 Kayganlık testi

Çelik çemberlerin yüzeylerinin kayganlıklarını kontrol etmek amacıyla yapılan bir test yöntemidir. Bu test yöntemi ile çember yüzeylerinin üzerinde uygun miktarda wax olup olmadığının kontrolü amacıyla yapılır.

7.1.2.6.7 Boya kalınlığı

Çember yüzeyinde bulunan boya filminin kalınlığının ölçülmesi için kullanılan bu test, manyetik ölçüm cihazı ile gerçekleştirilir. Aşağıda boya renkleri ve miktarları verilmiştir.

Belirtilen boya miktarlarına çember yüzeyindeki wax miktarı dahildir.

Boya Rengi	Boya Miktarı
Siyah	2 Mikron
Çinko	min. 8 Mikron
Yeşil	min. 3 Mikron

7.2 Çelik Ambalaj Çemberlerinde Üretim Prosesi Kontrolü

Sıgnode çelik ambalaj çemberi üretimi için kullanılan çelik çember hattında üretim esnasında kontrol edilmesi gereken proses kriterleri ve ilgili kontrol şekilleri ile proses kontrol bilgileri aşağıda açıklandığı gibi uygulanır. Üretim hattında Çizelge 7.4' de gösterilen bilgiler doğrultusunda proses elemanı tarafından Çizelge 7.4' de gösterilen kontrol kriterleri yine belirtilen ölçme metodu ve ölçüm aracı ile belirtilen frekanslarda ölçülür ve tabloda belirtilen kayıt dökümanına kaydedilir. Ölçülen değer yine tabloda belirtilen kabul kriterleri ile karşılaştırılır. Çizelge 7.4' de gösterilen kabul kriterleri ilgili kontrol kriterinin min. ve max. noktalarını vermektedir. Proses kontrol elemanı tarafından ölçülen değer kabul kriterleri dışında ise aşağıda belirtilen işlemler uygulanır.

1. Kurşun Potası Karbon Kontrol Kriteri : Doğalgaz ve hava karışımı değiştirilerek daha verimli yanma elde edilir.
2. Boya Tankı Vizkozite Kontrol Kriteri : Boya ve su ilaveleri ile kabul kriteri aralığının orta değerine gelmesi sağlanır.
3. Boya Fırını Volt Kontrol Kriteri : Proses ilk durduğu zaman fırın lambaları kontrol edilir. Gerekli olduğu durumlarda yenileri ile değiştirilir. Ayrıca bir uygunsuzluk bulunursa bu andan itibaren ilk çember üretiminde boya kürlenmesi kontrol edilir ve proses hızı ile öngörülen hız ilişkisi incelenerek hız değeri bulunur.
4. Wax Tankı Yoğunluk Kriteri : Su ve wax ilaveleri ile belirtilen kabul kriteri aralıklarının orta değerine gelmesi sağlanır.
5. Yıkama Banyoları Kontrol Kriteri : Yıkama banyosundan çıkan çemberlerin yüzey görünümüne göre yıkama banyoları değiştirilir.

Çizelge 7.4 Çelik ambalaj çemberleri üretim proses kontrol tablosu

Proses Elemanı	Kontrol Kriteri	Kabul Kriteri	Metod	Araç	Sorumlu
Kurşun Potası	C	420-480 °C	Gözle	Panel Gösterge	Operatör
<u>Boya Tankı</u> Siyah Boya Yeşil Boya Çinko Boya	Vizkozite (sn)	16 – 22 16 – 22 20 – 24	Gözle	Vizkozite Kabı	Operatör
Boya Fırını	Volt	%100 Kapasitede 380 V	Gözle	Zone 1 ve Zone 2 Voltmetre leri	Operatör
<u>Wax Tankı</u> Siyah Boyada Yeşil Boyada Çinko Boyada Menevişlide	% 100 Yoğunluk	Gözle	Gözle	Refrak- Tometre	Operatör
Yıkama Potaları	Temizlik	Temiz Su	Gözle		Operatör

7.2.1 Çelik ambalaj çemberleri üretim proses bilgileri

Sıgnode çelik ambalaj çemberleri, özel haddelenmiş soğuk sacların sürekli bir proseste çeşitli yüzey işlemlerinden geçirilerek elde edilen yüksek dayanımlı sanayiî mamulüdür. Sıgnode çelik çember hattı, sıcak haddelenmiş sactan özel olarak haddelenmiş sacların sürekli bir sistemde çelik çember haline getirildikleri bir prosestir (I.S.O., 1995).

Sıgnode çelik çember hattı, başlangıcından son işleme kadar geçen aşamada toplam olarak 14 ayrı kademedan geçirilir. Aşağıda sırasıyla verilen bu kademeler sırayla uygulanarak çelik ambalaj çemberi üretimi gerçekleştirilir.

7.2.1.1 Bant boşaltma

Soğuk haddelenmiş çelik rulodan üretilecek olan çemberin genişliğine bağlı olarak dilinmiş olan bant hattın başlangıcına yerleştirilir. Bant boşaltma çelik ambalaj çemberlerinin ilk aşamasıdır.

7.2.1.2 Kaynak

Proseste işlem gören ve görececek olan bantların üretimde devamlılığı sağlamak için birbirlerine eklenmesi işlemidir.

7.2.1.3 Kaynak ezme

Birbirlerine kaynaklanan bantların kaynak bölgelerinin çelik ambalaj çemberleri spesifikasyonlarında belirtilen kalınlık sınırına geçerli kaynak toleransları içerisinde getirilmesi işlemidir.

7.2.1.4 Dilme

Üretim hattına konulacak olan bantın üretilecek olan çemberin kalınlığına çapakları alınmak suretiyle bantın dilinmesi işlemidir.

7.2.1.5 Çapak alma

Dilinen çemberlerin kenarlarında oluşabilecek çapakların kullanım sırasında kullanıcıya zarar vermemesi için çelik çemberlerin kenarlarının taşlanması ve yuvarlatılması işlemidir.

7.2.1.6 Pota

Çelik çemberlerin yüzeylerinde bulunan yağ, tufal ve çeşitli kirlerin giderilerek temizlendiği bölümdür.

7.2.1.7 Soğutma

Potadan çıkan çelik çemberlerin soğutulması ve devamında boya tankına soğutulmuş bir

şekilde girmesinin sağlandığı bölümdür.

7.2.1.8 Boya tankı

Çelik çemberlerin istenilen özellikte (Siyah, Çinko yada Yeşil Boya) ile kaplanmasının gerçekleştirildiği yerdir.

7.2.1.9 Boya fırını

Boya tankından çıkan çelik çemberlerin yüzeylerine kaplanan boyaların kurutulması (Kürlenmesi) işlemidir.

7.2.1.10 Wax tankı

Kullanım sırasında germe işleminin rahat ve kolay bir şekilde yapılmasını sağlamak amacıyla, çemberlerin yüzeylerinin wax maddesi ile kaplanmasının yapıldığı bölümdür.

7.2.1.11 Bridle

Çelik çemberlerin üretim sırasında birbirlerine temasını azaltmak için hat boyunca hareketlendirilmesini sağlamak amacıyla tahrik edilmesi işleminin yapılmasıdır.

7.2.1.12 Sarmalar

Üretimi yapılan çelik çemberlerin paketlemesini yapmak amacıyla üretim hattının sonunda rulolar halinde sarımlarının yapıldığı yerdir. Bu bölümde çemberler genişliklerine göre tekli sarım yada çoklu sarım yapılırlar.

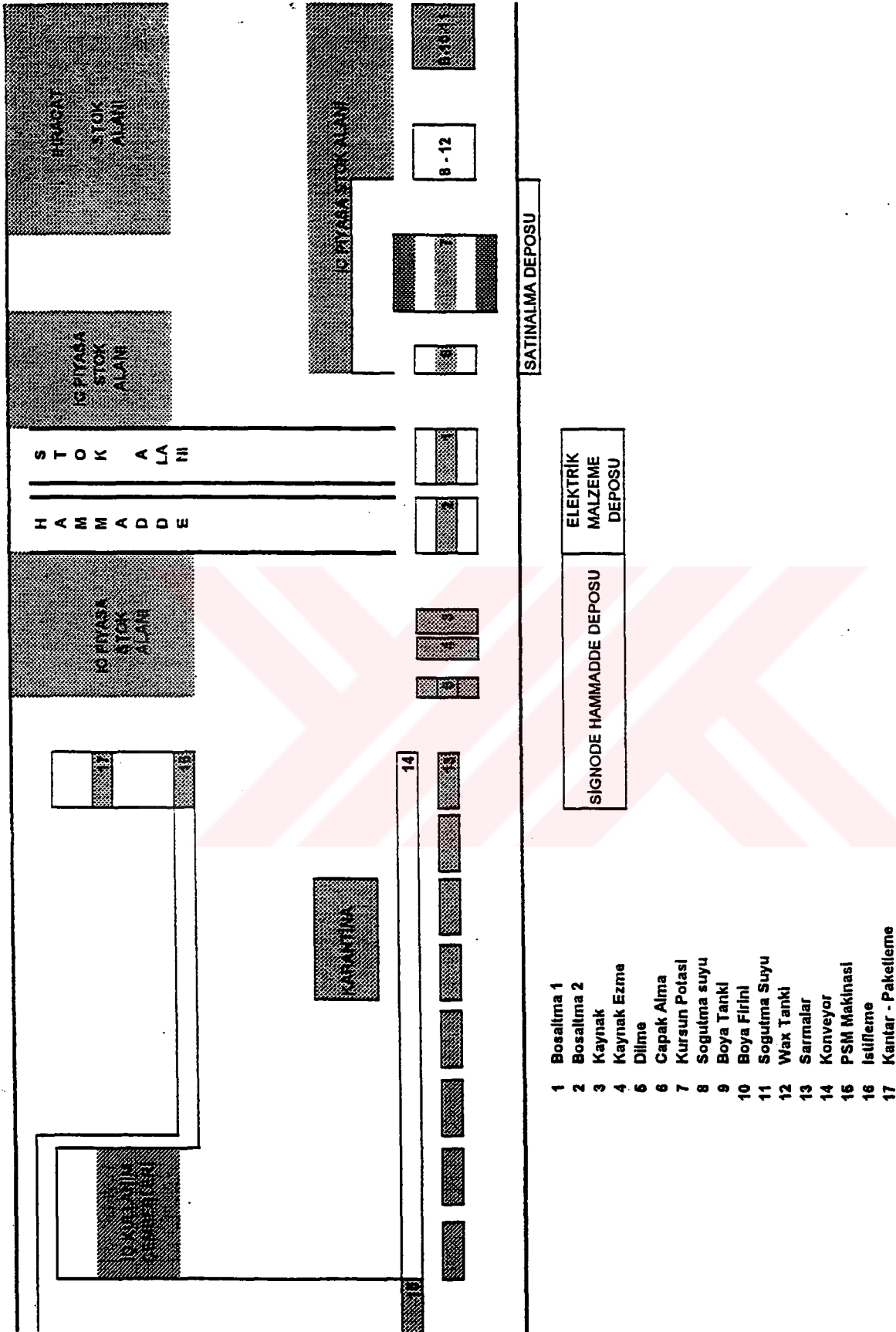
7.2.1.13 PSM (otomatik çemberleme makinesi)

Rulo haline getirilen çelik çemberlerin paketleme sırasında dağılmalarını önlemek amacıyla otomatik çemberleme makinesinde birbirlerine 120° lik açıyla 3 yerinden çemberlenmesi işlemidir.

7.2.1.14 İstifleme

Rulo haline getirilen ve çemberlenen çelik çemberlerin paketlenmeleri için gerekli ağırlıkları sağlayacak şekilde birbirleri üzerine konulmaları işlemidir. İstifleme işlemi 31.75 mm genişliğindeki çemberlerde ortalama 20-22 adet, diğer genişlik ölçülerinde ise 10-12 adet olacak biçimde yapılır. Şekil 7.1' de SIGNODE çelik ambalaj çemberleri üretim hattı yerleşim şeması görülmektedir.





Şekil 7.1 SIGNODE çelik ambalaj çemberleri üretim hattı yerleşim şeması (KERİM ÇELİK A.Ş., 1999)

7.2.2 Proses boyunca çelik ambalaj çemberlerinin kontrol işlemleri

Proses kontrol çalışma talimatları uyarınca proses, operatör ve operatör yardımcıları tarafından uygulanır. Çizelge 7.5’de gösterilen kontrol tablosu uyarınca, üretim proses kontrol operatörü tabloda belirtilen ürün kontrol kriterlerini, belirtilen ölçme metodu, ölçme aracı ve frekanslarında uygular. Yapılan kontroller sonucunda alınan sonuçlar tabloda verilen ilgili kabul kriterleri ile karşılaştırılır ve herhangi bir uygunsuzluk ortaya çıkması durumunda üretimde olan yarı mamul hemen uygunsuz olarak tanımlanarak üretim hattından alınır. Üretimin devamlılığını sağlamak amacıyla yarı mamul bantların birbirlerine eklenmeleri için yapılan kaynakta kaynak kalınlığı standartlara uymayan bir ölçüm alınması durumunda kaynak yapılan bölüm kaynak ezme makinesinde tekrar kaynak işleminden geçirilir. Üretim hattına konulan yarı mamul bantların üretilecek olan çemberin genişliğine dilinmesinden sonra çember ölçüsünde herhangi bir uygunsuzluk ortaya çıkmasından sonra ürün uygunsuz olarak ayrılır ve ardından dilme makaralarının ayarları tekrar gözden geçirilir. Dilme ve ardından yapılan çapak alma işleminden sonra çemberleri kenarlarında çapak kalmışsa , çapak alma baskı ayarları ve çapak alma merdanelerinin temizliği kontrol edilir. Ardından uygulanan kurşun potası işleminden sonra çember yüzeyinde oluşabilecek kurşun birikmesi durumunda kömür sıyırma aparatına kömür ilavesi yapılır. Soğutma suyunda herhangi bir nedenle uygunsuzluk (sıcaklık değişmesi, kirlenme v.b.) ortaya çıkması durumunda soğutma suyu değiştirilir. Ayrıca su sıyırma aparatında uygunsuzluk ortaya çıkması durumunda sıyırma süngeri değiştirilir ve süngerin çember yüzeyi üzerine yaptığı baskı gerekli olan değere ayarlanır. Boya tankının uygunsuzluğunun ortaya çıkması durumunda , tanka uygun miktarda boya ilavesi yapılır ve boya vizkozitesi tekrar gözden geçirilir. Boya tankından sonra uygulanan boya sıyırma işleminin uygunsuz olması durumunda boya sıyırma halısı değiştirilir ve boya sıyırma baskısı ayarlanır. İkinci soğutma olarak da adlandırılan boya fırınından sonra uygulanan soğutma suyundaki uygunsuzluk ortaya çıkarsa soğutma suyu değiştirilir. Su sıyırma ve wax seviyesi ile yoğunluğunun standartlar dışında ise uygun bir duruma getirilir. (KERİM ÇELİK A.Ş.1999). Çizelge 7.5’ de Proses Kontrol Tablosu belirtilmiştir.

Çizelge 7.5 Çelik ambalaj çemberlerindeki proses kontrol tablosu (KERİM ÇELİK, 1999)

Proses Elemanı	Kontrol Kriteri	Kabul Kriteri	Metod	Araç	Sorumlu	Frekans
Boşaltma	sac genişliği	ref. KÇ/UT-1		metre	operatör	1 ölçüm/bant
	sac kalınlığı	ref. S/KTY01		mikrometre	operatör	1 ölçüm/bant
	sac ondülasyonu	Ondülasyonsuz	gözle		operatör	1 ölçüm/bant
	sacta delik, yırtık, defo	deliksiz, yırtıksız, deforme olmamış sac	gözle		operatör	1 ölçüm/bant
Kaynak	kaynak kalınlığı	ref. S/KTY01		mikrometre	operatör	1 ölçüm/bant
Dilme	çember genişliği	ref. S/KTY01		kumpas	operatör	1 ölçüm/bant
Çapak alma	kenar çapağı	çapaksız(ele hasar vermeyecek)	gözle		operatör	2 gözlem/vard.
Pota	yüzey kalitesi	yüzeyde kurşun birikmemesi	gözle		operatör	2 gözlem/vard.
Soğutma suyu	yüzey kalitesi	temiz yüzey	gözle		operatör	2 gözlem/vard.
Su sıyırma	yüzey kalitesi	temiz, çiziksiz yüzey	gözle		operatör	2 gözlem/vard.
Boya tankı	boya seviyesi ve boya alması	sıyırma boya sıyırılacak	gözle		operatör	2 gözlem/vard.
Boya sıyırma	yüzey kalitesi	çiziksiz homojen görünüşlü boya	gözle		operatör	2 gözlem/vard.
Soğutma suyu	yüzey kalitesi	temiz yüzey	gözle		operatör	2 gözlem/vard.
Su sıyırma	yüzey kalitesi	yüzey	gözle		operatör	2 gözlem/vard.
Wax tankı	yüzey kalitesi	sıyırma wax sıyırılacak	gözle		operatör	2 gözlem/vard.
Wax sıyırma	yüzey kalitesi	homojen görünüşlü wax	gözle		operatör	2 gözlem/vard.
Sarma	boya kürlenmesi	kürlenmiş yüzey (min. 5 sürme)		aseton	operatör	2 ölçüm/vard.
	çember bükme değeri	min. 2 bükme değeri		bükme aparatı	operatör	1 ölçüm/bant
	çember sıklığı	dağılmayan kangal	gözle		operatör	1 gözlem/kangal
	çember kenar boyası	boyalı kenar	gözle		operatör	1 gözlem/kangal

7.2.3 Çelik ambalaj çemberleri üretim proses işlemleri

SIGNODE Çelik Ambalaj Çemberleme hattında üretimi gerçekleştirilen çemberlerine, üretim hattının sonunda çıkış kalite kontrol işlemleri uygulanır. Aşağıda uygulanan işlemler kalite sistemi içerisinde verilen talimatlar doğrultusunda Sıgnode Çelik Çember hattında üretilen çemberler için çıkış kalite kontrol işlemlerinin uygulanması için gerekli olan test numunelerinin örneklenmesi ve hazırlanması şeklini tanımlamak amacıyla açıklanmıştır. Verilen talimatlar Sıgnode çelik çember hattı kalite kontrol sorumlusu tarafından gerçekleştirilir. Sıgnode çelik çember hattında ürün örnekleme, çıkış kalite kontrol faaliyetleri için hatta bulunan 8 adet sarma kafası üzerinde gerçekleştirilir.

7.2.3.1 Ürün örnekleme

Sarma kafalarında örnekleme işlemi için her saat başı bir sarma kafasından alınan 2.5 m' lik örnek ile yerine getirilir. Bu işlemde her saat başı ardışık olarak sarma kafalarından sırasıyla numune alınır. Örnekler proses üzerinde işlem gören çemberlerin genel kalite seviyesini gösterecek tarzda alınır. Alınan örnekler 2.5 m'lik örnek 2.4 m boyunda hazırlanır ve sırasıyla Cambering, Curling ve Twisting testleri uygulanır. Bu testlerden geçen örneklerden, bükme testi için 305 mm (± 25 mm), kayganlık testi için iki adet yaklaşık 300 mm boyunda, çekme testi için 200 mm boyunda ve boya kalınlığı testi için yaklaşık 100 mm boyunda örnekler alınır.

7.2.3.2 Bant boşaltma

Bu işlem Sıgnode çelik ambalaj çemberlerinin hammaddesi olan soğuk haddelenmiş bantların üretim hattına beslenmesi işlemidir. Bantlar üretilecek olan çemberlerin genişliklerine uygun olacak şekilde dilindikten sonra hattın ilk başlangıç ünitesi olan bant boşaltma bölümüne takılır. Takılan bantın ucu bir önceki bantın sonu ile kaynak yapılarak birleştirilir. Çizelge 7.6' da Sıgnode hattında üretilen çemberlerin ölçülerine uygun olacak şekilde dilinen bantların genişlikleri gösterilmiştir.

Çizelge 7.6 Üretimi yapılan çember genişlikleri için dilinen bant ölçüleri

KALINLIK (mm)	GENİŞLİK (mm)
0.38	398
0.51	398
0.51	1200
0.51	1205
0.64	398
0.58	1205
0.58	398
0.60	1200
0.64	420
0.64	1205
0.71	1205
0.71	398
0.60	380
0.80	1205
0.79	398
0.80	380
0.80	405
0.79	410
0.80	420
0.80	1020
0.89	398
0.80	415
0.70	1200
0.89	420
0.89	415
0.79	400
1.05	880
0.85	1000
0.60	1200
0.90	1250
0.90	1180
0.80	1180

7.2.3.3 Kaynak makinesi

Kaynak makinesi, Sıgnode çelik çember üretim hattında bulunan ve üretime yeni girecek olan bantların üretimde devamlılığı sağlamak için bantların birbirlerine kaynaklanmaları için kullanılan makinedir. Makine kullanımında argon gazı vanası açılır ve 4-5 lt/ dk olacak şekilde gaz basıncı ayarlanır. Kitleme pistonlarının hava vanası açılarak hava basıncı 6 ATÜ'ye ayarlanır. Bu işlemden sonra kaynak makinesi devreye alınır. Kaynak makinesinin amperi kaynaklanan çelik çemberin kalınlığına göre değişkenlik gösterir. Çizelge 7.7' de çember kalınlıklarına karşılık gelen amper değerleri gösterilmiştir.

Çizelge 7.7 Çelik ambalaj çemberlerinin kalınlıklarına göre kaynak makinesi amper değerleri (Sıgnode üretim hattı teknik Spesifikasyonu)

ÇELİK ÇEMBER KALINLIĞI (mm)	KAYNAK MAKİNESİ AMPERİ
0.38	16-19
0.46	19-22
0.51	22-25
0.58	25-30
0.64	30-34
0.71	34-40
0.79	40-45
0.89	45-55

Kaynak makinesinin bantları birbirlerine birleştirme hızı potansiyometre ile ayarlanır.

7.2.3.4 Kaynak ezme

Kaynak ezme işlemi Sıgnode çelik çember hattında kaynaklama işlemi tamamlanan bant ruloların kaynak yapılan bölgelerinin, çemberlerin standartlarda belirtilen kalınlık toleranslarına çekilmeleri işlemidir. Bu işlemi gerçekleştirmek için kaynak ezme makinesi kullanılır. Yapılan kaynak işlemi yatay bir zeminde ilerleyen silindirlerin çelik çemberi ezmesi ile gerçekleşir. Kaynak yapılacak olan malzeme silindirlerin eksenine gelecek şekilde ayarlandıktan sonra hidrolik devre işleme girer. Bu sayede kilitlenen piston çalıştırılır ve malzeme hareket edemeyecek şekilde kilitlenir. Çelik çemberin üzerindeki kaynak yapılan bölge ezilinceye kadar haddeme işlemi uygulanır. Çizelge 7.8' de çelik çember kalınlıkları ile ezilen kaynak bölgesinin standartlar içerisinde kalınlık kabul ölçüleri gösterilmiştir.

Çizelge 7.8 Çelik çember kalınlıklarının ezilen kaynak bölgelerine oranları

ÇELİK ÇEMBER KALINLIKLARI (mm)	STANDARTLAR İÇİNDEKİ KAYNAK KALINLIKLARI (mm)
0.38	0.56
0.46	0.66
0.51	0.74
0.58	0.84
0.64	0.92
0.71	1.04
0.79	1.14
0.89	1.30

Çizelge 7.8' de gösterilen değerlere göre ezilen kaynak bölgesinde herhangi bir uyumsuzluk olması durumunda kaynak yapılan bölge, standartlar içerisinde bir değere ulaşmaya kadar haddelenmeye devam edilir.

7.2.3.5 Dilme ve çapak alma

Dilme işlemi Sıgnode çelik çember üretim hattında prosese alınan bant rulolarının üretimi gerçekleştirilecek olan genişlikteki çember ölçülerine dilinmeleri işlemidir. Bu işlem üretim hattında dilme makinesindeki dilme bıçakları ile gerçekleştirilir. Dilme işlemi yapıldıktan sonra çemberlerin kenarları yuvarlatılarak çapaklar alınır ve çemberlerdeki zararlı olabilecek kesme etkileri minimum seviyeye indirilir. Üretimi gerçekleştirilecek olan çelik çember genişliklerine karşılık gelen dilme, alt ve üst bıçak takımları dilme alt ve üst millerine takılır ve dilme üst milini aşağı ve yukarı hareket ettiren ayar kolu kullanılarak, alt ve üst dilme bıçaklarının malzemeyi kesecek şekilde birbirlerine geçmesi sağlanır. Çelik çemberlerin genişliklerine göre giriş kılavuz makaraları ayarlanır ve malzeme dilmeden geçirilir. Malzemenin genişlik ölçümü kumpas ile kontrol edilir ve çember genişlik toleransları ile karşılaştırılır ve uygun olması durumunda prosese devam edilir. Dilme sırasında bantın her iki kenarından 2 mm, toplam 4 mm olmak üzere çapak alınır.

7.2.3.6 Kenar apağı alma (yuvarlatılma)

Kurşun potası Sıgnode elik ambalaj çember hattında çemberlerin yüzeylerinin temizlenmesi ve mavi oksit tabakası verilerek menevişli yüzey elde edilmesi için kullanılmaktadır. Kurşun potası sıcaklığını sağlamak için doğal gaz kullanılmaktadır ve sıcaklık 420-480  C arasındadır. Kurşun potasının minimum kullanım sıcaklığı 400 C' dir. Kurşun potasının yzerinde yalıtım malzemeleri kullanılmaktadır. Bu malzemeler toz amyant'tan yapılmaktadır ve ısının dışarıya kaçması önlenir. Kurşun potasından geçen elik çemberlerin yüzeyleri kir, pas ve tozdan arındırılmış olarak çıkar ve boya fırınına uygun giriş yüzeyi sağlanır.

7.2.3.7 Pota ıkışı kömür sıyrma aparatı

Kurşun potasından çıkan elik çemberlerin yüzeyinde birikebilecek olan kurşun partiküllerinin giderilmesi için kömür sıyrma aparatı kullanılır. Kömür sıyrma aparatı içine kömür ve talaş karışım olarak konur. Kullanılan kömür tanelerinin boyutları 2 cm olmalıdır. Kurşun potasından çıkan elik çemberler boya tankına daha temiz ve yüzeyleri daha kaygan olarak girerler ve çember yüzeylerinin boyanması işlemi daha verimli bir şekilde uygulanır.

7.2.3.8 Soğutma suyu

Kurşun potasından çıkan çemberlerin yüzey sıcaklıklarının düşürülmesi için soğutma suyu yzerinde devrededir. Kurşun potasından çıkan elik çemberlerin yüzey sıcaklıkları yaklaşık olarak 300-350  C arasındadır. Kurşun potasından çıktıktan sonra ise çemberlerin yüzey sıcaklıkları 150-200  C arasında olur. Kullanılan soğutma suyunun sıcaklığı 200-250  C arasındadır. Su tankının çıkışında su sıyrma süngerleri kullanılır. Süngerler su tankından çıkan çemberlerin yüzeylerinde biriken suyun sıyrılması için kullanılırlar. Böylelikle boya tankına yüzeyi kurutulmuş elik çemberler verilerek boyanın çember yüzeyine daha iyi bir şekilde kaplanması sağlanır.

7.2.3.9 Boya tankı

Boya tankı Sıgnode elik çember hattında yzerinde çemberlerin yüzeylerinin istenilen boya çeşidine göre boyanması işleminin yapıldığı yerdir. Sıgnode elik ambalaj çemberleri siyah, yeşil ve çinko olmak yzer 3 çeşit boya kullanılmaktadır. Boya tankının içerisinde yaklaşık

200 lt boya kullanılmaktadır. Kullanılan boyanın viskozitesi viskozite kabı ile ölçülür. Ölçümde viskozite kabından boyanın sürekli olarak akması sağlanır. Siyah ve yeşil boyada boyanın kuruluş viskozitesi 16-22, çinko boyanın kuruluş viskozitesi 20-24 değerleri arasında olmalıdır. Boya tankı, boyanın tankın dibine çökmemesi için pnömomatik karıştırıcı ile sürekli olarak karıştırılır. Tanka boyanın viskozitesini karşılayacak oranda su ilavesi de yapılır. Boya tankı çıkışında fazla boyanın sıyırılması için sıyırma halısı adı verilen aparat kullanılır. Boya fırınına giren boyanın üzerinde fazla boya olmamalıdır. Ancak sıyırma halısının baskısı çemberlerin üzerlerine kaplanan boyayı çizmemelidir.

7.2.3.10 Boya fırını

Boya fırını çelik çember hattında boya tankından çıkarak yüzeyleri boyanan çemberlerin kurutulması (kürlenmesi) işleminin uygulanması için kullanılır. Boya kurutma fırını infrared sistemiyle çalışan iki bölümlü (Zone 1 ve Zone 2) 3.5 m kurutma boyunda çemberlerin yüzeyindeki çemberlerin boyanın kurutulmasını sağlayan prosestir. Değişen çember ebatlarında boya fırını yüzeyleri boyanan çemberlerin kalınlıklarına göre proses hızına bağlı olarak enerji regülasyonu yapar. Boya fırınının kurutma hızı, üretim hattından geçen çelik çemberlerin hatta ilerleme hızına bağlı ayarlanır.

7.2.3.11 Boya fırını çıkışı soğutma suyu

Boya fırını çıkışı soğutma suyu Sıgnode çelik çember hattında boya fırınından çıkan çemberlerin soğutulması işleminin, bir anlamda ikinci soğutmanın yapıldığı birimdir. Sıgnode çember hattında üretimi yapılan çelik çemberlerin paketlenmek amacıyla rulo haline getirilmesi işleminin uygulandığı sarma sisteminde 8 adet sarma kafası mevcuttur. RW (Tekli Sarım) ve MW (Çoklu Sarım) için sarma kafalarına farklı ayarlar yapılırlar. Yapılan bu ayarlar, istenilen sarım tekniğinde üretilen çelik çemberlerin sarımlarının yapılmasını sağlar.

7.2.3.12 Wax banyosu

Wax işleminin ana amacı üretilen çelik ambalaj çemberlerin yüzeylerinin paketlenme sırasında yüzeylerinin kayganlaşmasının sağlanması amacıyla uygulanır. Bu işlemi yapmak için üretim hattında wax banyosu kullanılır. Çemberlerin yüzeylerinde wax filmi oluşturulur. Wax tankında boyalı çemberlerdeki boyanın çeşidine göre kullanılan wax miktarı değişiklik gösterir. Banyo hacimsel olarak ,çinko boyada % 30 wax, siyah boyada % 10 wax ve yeşil

boyada % 20 wax kullanılır. Boyanmayan (menevişli) çemberlerde % 50 wax ve geri kalan kısmında ise su ilave edilir. Wax tankı banyosunun konsantrasyonu (yoğunluk) refraktometre ile ölçülür. Üretimi yapılacak olan çelik çemberlerin yüzey kalitelerine göre (çinko, yeşil ve siyah boyalı ile menevişli) wax banyosunun değerleri karşılaştırılır. Bu değerler, çinko boyalıda = 8 – 10, siyah boyalıda = 3 – 5, yeşil boyalıda = 6 – 8 ve menevişlide = 14 – 16 arasındadır. Karşılaştırma sonrasında değer yükseltmek için banyoya wax, değer düşürmek için ise su ilave edilir. Wax tankından üzeri wax filmi ile kaplanmış olan çemberlerin yüzeyleri sıyırma keçesi ile temizlenir.

7.2.3.13 Sarmalar

Sıgnode çelik ambalaj çemberleri üretim hattında üretimi yapılan çemberlerin sarım işlemleri sarma sistemleri bölümünde gerçekleştirilir. Üretim hattında 8 adet sarma kafası vardır. Sarma kafalarına çember sarım şekilleri olan RW (Tekli sarım) ve MW (Çoklu Sarım) için farklı ayarlar gerektirirler. Bu ayarlar yapılarak istenilen sarım tekniğinde üretilen çemberlerin sarma işlemleri gerçekleştirilir. Tekli sarım şekli sadece 32 mm genişliğindeki çemberlere, çoklu sarım şekli sadece 9.5, 12.7, 15.9, 19.0 ve 25.4 mm genişliğindeki çemberlerin sarılması için uygulanırlar. Aşağıda üretimi yapılan çelik çemberler için sarma kafalarında sarıldıklarında çember boyları verilmiştir (Çizelge 7.9).

Çizelge 7.9 Sarma kafalarında sarılan ruloların çember boyları

EBATLAR		RULO BOYU (mm)
GENİŞLİK (mm)	KALINLIK (mm)	
9.5	0.38	1600
9.5	0.46	1325
9.5	0.51	1185
12.7	0.38	960
12.7	0.46	1000
12.7	0.51	900
12.7	0.58	775
15.9	0.38	960
15.9	0.46	800
15.9	0.51	725
15.9	0.58	625
19.0	0.38	800
19.0	0.46	660
19.0	0.51	600
19.0	0.58	525
19.0	0.64	480
19.0	0.71	425
19.0	0.79	385
19.0	0.89	340
25.4	0.89	255
31.75	0.71	255
31.75	0.79	230
31.75	0.89	200
31.75	1.02	175

7.2.3.14 İstifleme

İstifleme işlemi çelik ambalaj çemberlerinin üretim hattından çıktıktan sonra ambalajlama öncesi paletler üzerine istiflenmesi işlemidir. Sarmalardan çıkan çemberler, konveyör sistem

yardımla taşındıktan sonra palet üzerine üst üste yerleştirilerek ambalajlanması işlemi uygulanır.

7.2.3.15 PSM otomatik çemberleme makinesi

Çelik ambalaj çemberlerinin üretim hattından çıktıktan sonra kangal şeklinde çemberlenmesi için PSM otomatik çemberleme makinesi kullanılır. Bu makinede çemberleme şekli 120° lik açıyla kangalın üç yerinden otomatik olarak bağlanması ile gerçekleştirilir.

7.2.3.16 Ambalajlama

Sıgnode çelik ambalaj çemberlerinde üretimi gerçekleştirilen rulolar halinde istiflenerek paketlenmesi işlemidir. Ambalajlanan çemberler A1, A2, A3 ve A4 olmak üzere 4 şekilde paketlenirler. Paketlenmesi yapılan çemberler;

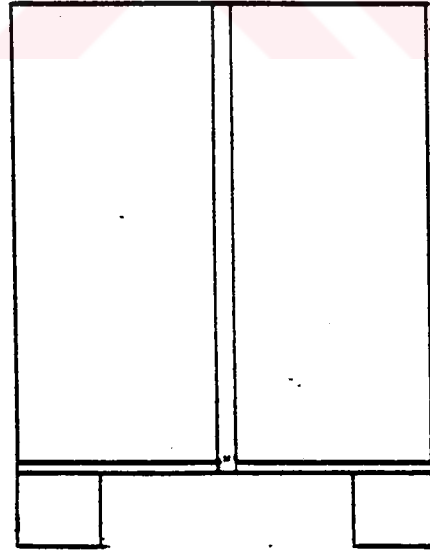
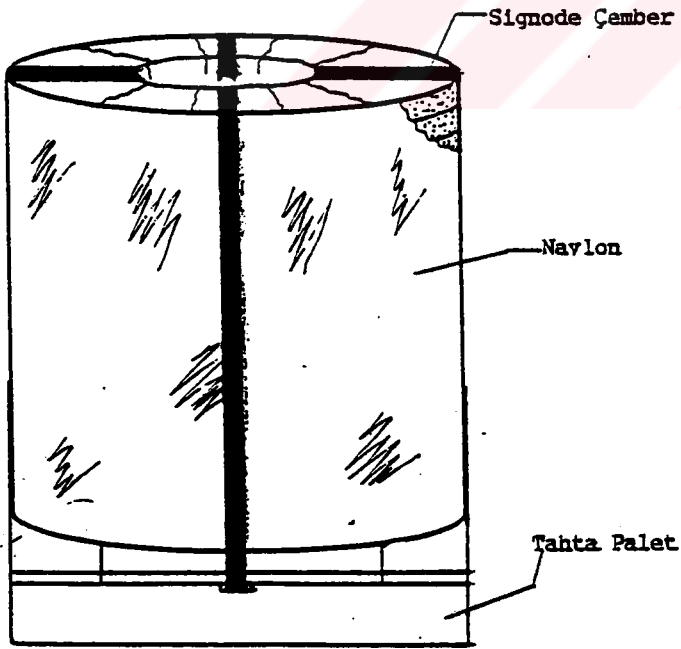
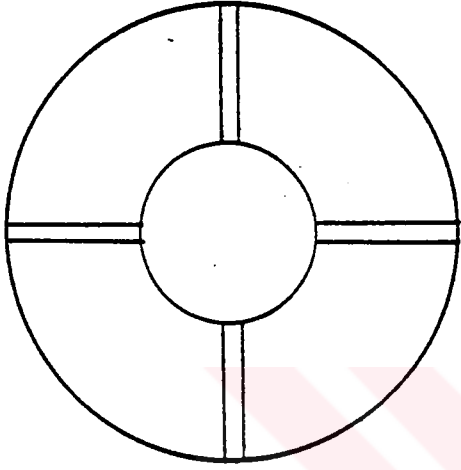
A1 = İç Piyasa 1 (Şekil 7.2)

A2 = Dış Piyasa 1 (Şekil 7.3)

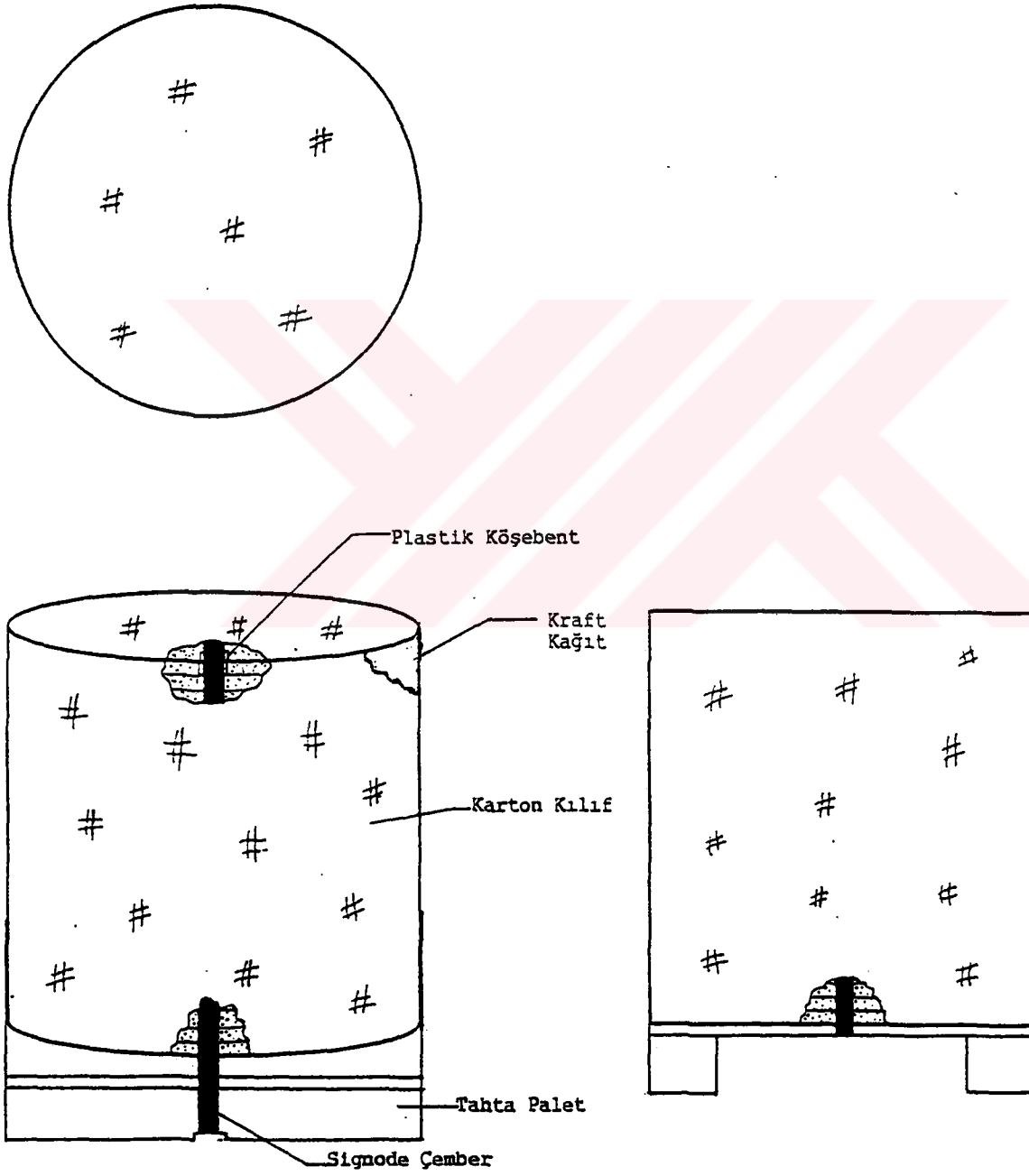
A3 = İç Piyasa 2 (Şekil 7.4)

A4 = Dış Piyasa 2 (Şekil 7.5)

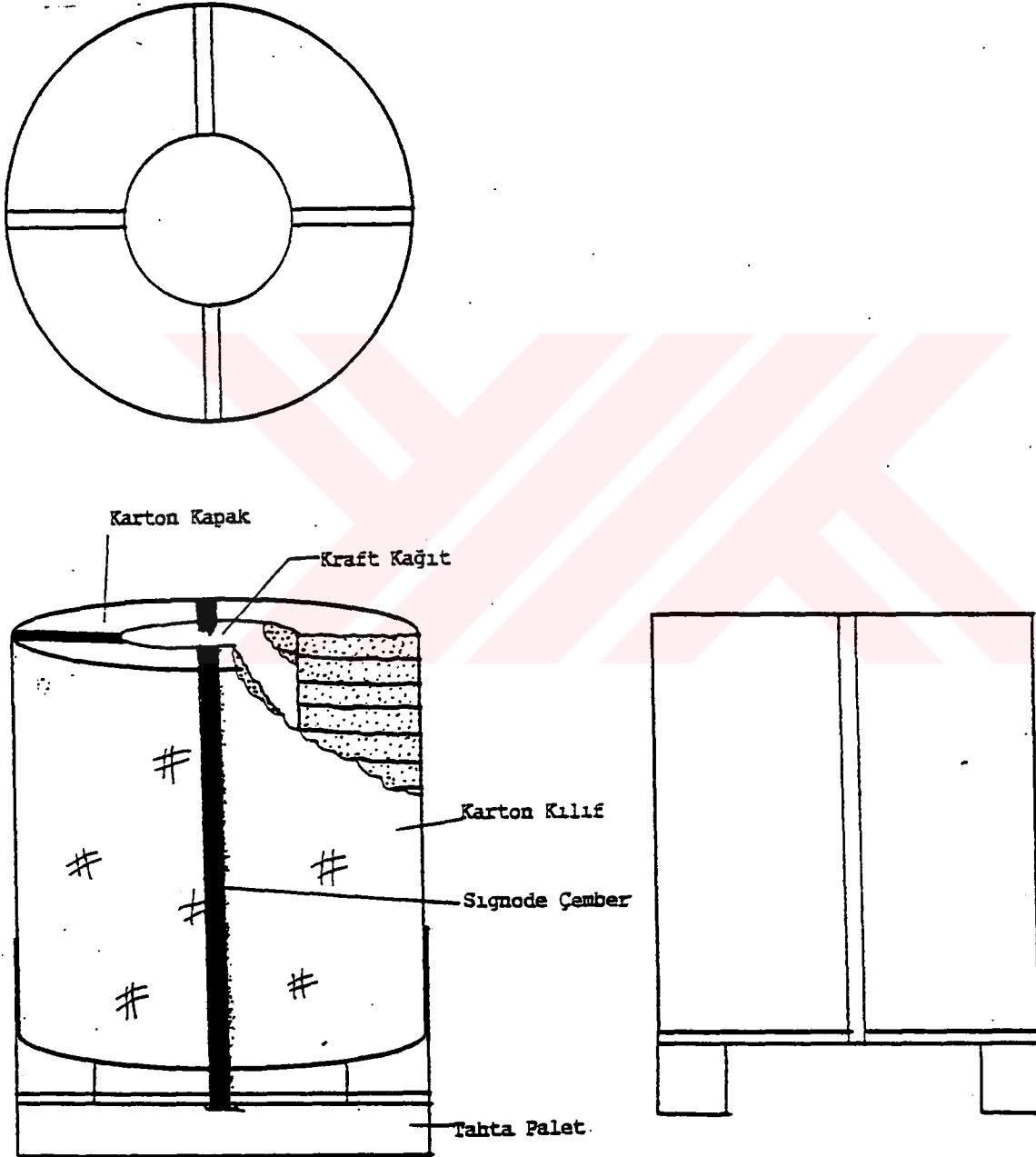
olmak üzere sınıflandırılırlar belirtilen şekillerde gösterilmişlerdir. Tekli sarımlı çember üretimi gerçekleştirilen çemberin genişliğinde genişliğe sahip olup paketler içerisinde; İç piyasa için 19 mm çember dahil daha dar olanlarda 12 – 13 adet, daha geniş olanlarda 20 –22 adet ve dış piyasa için 19 mm çember dahil daha dar olanlarda 12 –13 adet, daha geniş olanlarda 20 –22 adet olarak ambalajlanır. Çoklu sarımlı çember 63.5 mm genişliğe sahip olup paketler içerisinde ; İç piyasa için 12 – 13 adet, dış piyasa için 12 –13 adet olarak ambalajlanır.



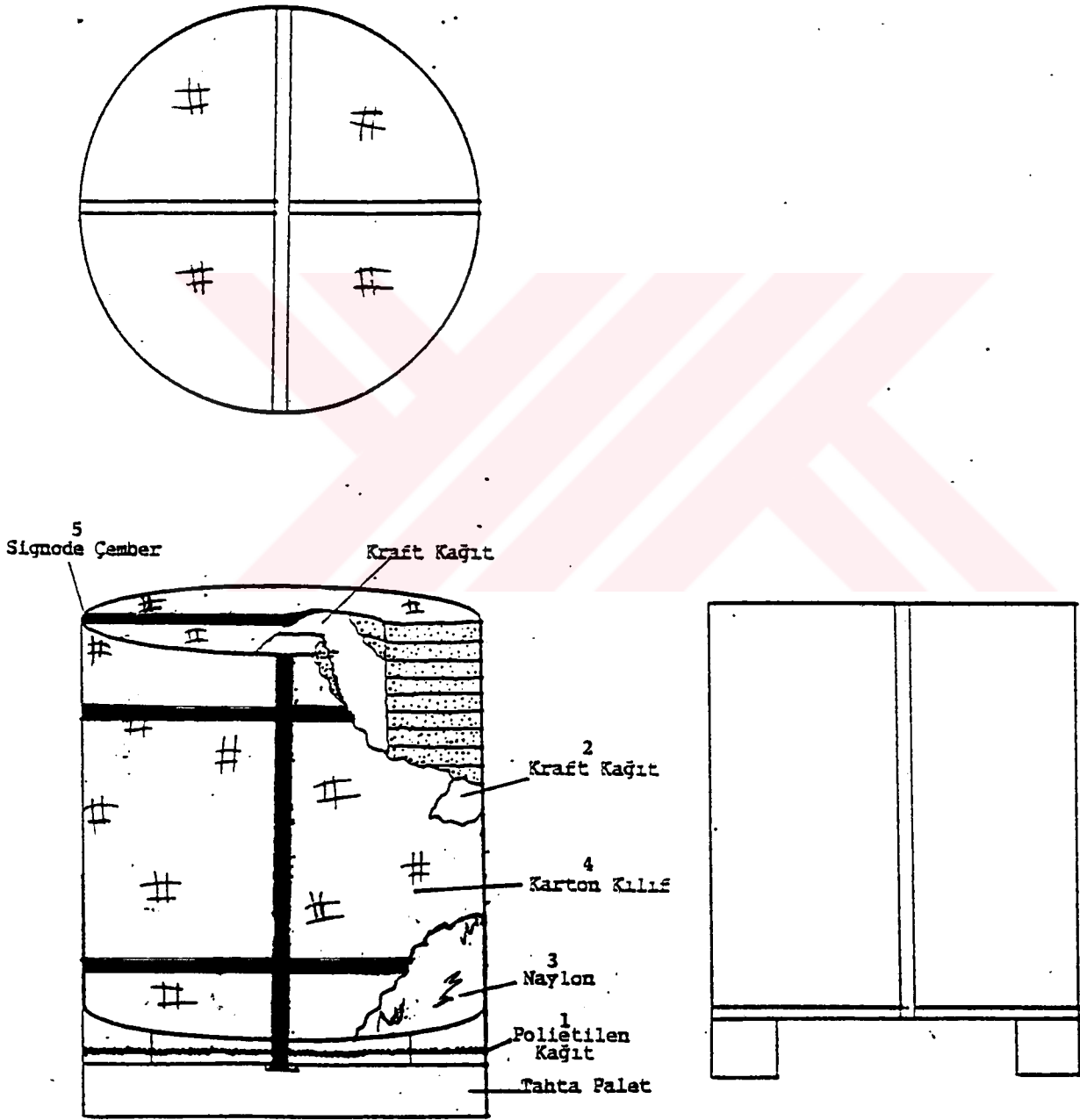
Şekil 7.2 A 1 Ambalajlı tekli sarım yapılmış iç piyasa paketlenmesi (KERİM ÇELİK A.Ş., 1999)



Şekil 7.3 A 2 Ambalajlı tekli sarım yapılmış dış piyasa paketlenmesi. (KERİM ÇELİK A.Ş., 1999)



Şekil 7.4 A 3 Ambalajlı çoklu sarım yapılmış iç piyasa paketlenmesi .. (KERİM ÇELİK A.Ş., 1999)



Şekil 7.5 A 4 Ambalajlı çoklu sarım yapılmış dış piyasa paketlenmesi (KERİM ÇELİK A.Ş., 1999)

Ambalajlama işleminde kullanılan malzemeler şunlardır;

1. Naylon = 0.10 – 0.25 mm kalınlığında su geçirmeyen şeffaf naylon malzemedir.
2. Karton Kılıf = 600 – 700 gr/ m² yoğunluğunda körüklü karton malzemedir.
3. Kraft Kağıt = 60 – 100 gr/ m² yoğunluğunda rulo halindeki kağıt malzemedir.
4. Sac Gövde = Sıcak daldırma galvanizli sacdan olup 0.30 – 0.50 mm kalınlığındadır.
5. Plastik Köşebent = Paketleme sırasında çelik çemberlerin köşelerinin zarar görmemesi için kullanılır.
6. Tahta Palet = Kavak yada çam keresteden yapılmış olan malzemedir.



8. SİGNODE ÇELİK AMBALAJ ÇEMBERLERİNE UYGULANAN KONTROL ve TESTLER

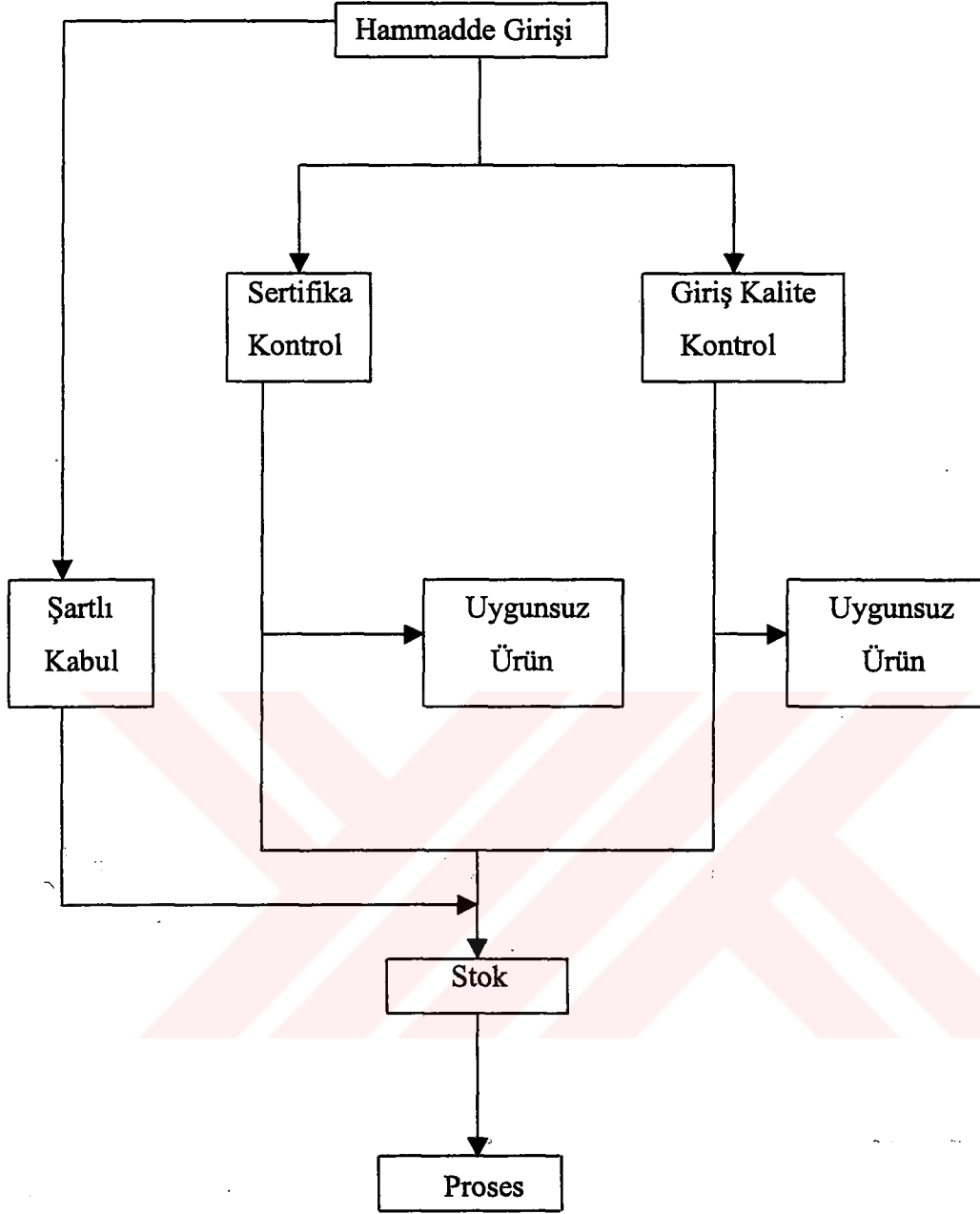
Sıgnode Çelik Ambalaj Çemberlerine uygulanan kontrol ve testler 3 ana başlık altında incelenir. Bu kontroller, giriş kalite kontrol, proses sırasında kontrol ve çıkış kalite kontrol şeklinde açıklanır (KERİM ÇELİK A.Ş., 1995).

8.1 Giriş Kalite Kontrol

Giriş kalite kontrol faaliyetleri Sıgnode çelik ambalaj çemberi ürün grubunda yer alan mamullerin hammaddesini teşkil eden sıcak haddelenmiş çelik sac ve soğuk haddelenmiş Sıgnode soğuk haddelenmiş çelik sac ile üretim prosesinde kullanılan ve ürün kalitesine doğrudan etkide bulunan hammaddeler üzerine uygulanır.

Sıcak haddelenmiş çelik saclar özellikle yapılarında bulunan kimyasal elementlerle ve/ veya mekanik özelliklerine göre karakterize edilirler. Bu malzemelerin giriş kalite kontrolleri ürün sertifikalarının kontrol edilmesi ile gerçekleştirilir. Giriş kalite kontrolü yapılacak hammaddeler Kerim Çelik A.Ş. Sıgnode bölümü onaylı tedarikçi firma listesinde belirtilen "Giriş Kalite Kontrollü Kabul" kapsamına giren hammaddelerdir. Her hammadde ile ilgili kontrol ve kabul kriterleri ilgili çalışma talimatlarında belirtilmiş olup, ürün uygunluğu kontrol sonucunda kalite kontrol yetkilisi tarafından belirlenir. Test sonuçları hammadde kontrol raporuna kaydedilir. Hammadde'de yapılan kontrolde uygunsuzluk ortaya çıkması durumunda malzeme için uygunsuz ürün izleme işlemi yapılır. Onaylı tedarikçi firma listesinde "Sertifika Kontrollü" olarak tanımlanan hammaddeler sertifika kontrol talimatı gereği kontrol edilir.

Hammaddenin test raporu veya sertifikasının geç geldiği durumlarda veya acil üretim ihtiyacından dolayı gerekli sertifika veya malzeme kontrolünün gerçekleştirilmesi için yeterli zamanın olmadığı durumlarda malzeme doğrudan kullanıma alınabilir. Ancak bu durumda malzemenin daha sonraki üretim veya kullanım aşamalarında geri çekilmesi için şartlı kabul olarak tanımlanır. KERİM ÇELİK A.Ş. giriş kalite kontrolü Şekil 8.1' de gösterilmiştir.



Şekil 8.1 Sıgnode çelik ambalaj çemberleri giriş kalite kontrol akış şeması

8.2 Proses Sırasında Kontrol

Sıgnode çelik çember üretim süreci ile ilgili kontrol faaliyetleri proses kontrol ve proses boyunca ürün kontrol faaliyetleri olarak iki başlık altında incelenir.

8.2.1 Proses kontrol faaliyetleri

Bu faaliyetlerde Sıgnode çelik çember hattında yer alan proses üniteleri ile ilgili kontrol parametrelerinin uygun proses şartlarına uyumu incelenir. Bu faaliyetler proses kontrol talimatı gereği proses operatörü tarafından gerçekleştirilir ve yine talimatta belirtilen kayıt sistemine göre kaydedilip ilgili düzeltici faaliyetler yerine getirilir.

8.2.2 Proses boyunca ürün kontrol faaliyetleri

Bu faaliyetler Sıgnode çelik çember proses özelliğinden dolayı sürekli olarak işlem görmekte olan çemberlerin proses sırasında belirli aralıklarla kontrol edilmelerini amaçlayan işlemler olup proses operatörleri tarafından gerçekleştirilir. Bu kontroller üretimdeki çemberlerin çapaklarının alınması, boya tankından boyanmış şekilde çıkması ve wax tankında çember yüzeyine kaplanan wax'ın miktarıdır.

8.3 Çıkış Kalite Kontrol

Sıgnode çelik ambalaj çemberlerinin çıkış kalite kontrolleri, çemberlerin standartlar içerisinde üretildiklerinin kontrolü amacıyla uygulanır. Çıkış kalite kontrolleri 7 aşamada gerçekleştirilir.

8.3.1 Çekme testi

Sıgnode çelik ambalaj çemberleri çemberlerinin çekme mukavemetlerinin kontrolleri ve % uzama değerlerinin belirlenmesi için uygulanan bir test metodudur. Çekme testini uygulamak için sarma kafalarında sarılan rulolardan 200 mm boyunda numune alınır. Test aşağıdaki aşamalardan oluşur.

Çekme testini uygulamak için çekme cihazı kullanılır. Testin uygulanacağı çemberin kopma dayanımı değeri standartlardan bulunur. Çekme cihazı test aşamasında 25.4 mm genişliğe kadar olan çemberler için 2500 Kg'lık yük, 31.75 mm genişliğinde olan çemberler için de 5000 Kg'lık yüke göre ayarlanır. Sıgnode çelik çember çekme test işlemi $\Delta 100$ (İlk ölçü uzunluğu 100 mm)'e göre gerçekleştirilir. Alınan 200 mm'lik test numunesinin kalınlık ve genişliği ölçülür. Numune üzerine 100 mm'lik ilk ölçü uzunluğu numunenin ortasına gelecek şekilde işaretlenir. Çekme cihazının yük kapasitesi çelik çember genişliğine göre ayarlanır ve

numune cihazın çenelerine, çeneler arasında 100 mm boşluk kalacak şekilde sıkıştırılır. Çekme cihazı çalıştırılarak basınç vanası ayarlanır ve numune kopana kadar kuvvet uygulanır. Kopma noktasındaki kopma yükü (Pmax) tespit edilir. Numune cihazdan alınarak iki parça birleştirilerek ilk ölçü uzunluğu arasındaki fark (Lf) mesafesi ölçülür. (8.1; 8.2; 8.3) eşitlikleri yardımıyla malzemenin çekme dayanımı ve % uzaması hesaplanabilir.

$$A_o = \text{İlk Kalınlık} \times \text{İlk Genişlik} \quad (8.1)$$

$$\text{Çekme Dayanımı} = P_{\max} / A_o \quad (8.2)$$

$$\% \text{ Uzama} = [(L_f - L_o) / L_o] \times 100 \quad (8.3)$$

Formüllerin hesaplanması sonucunda bulunan sonuçlar , test uygulanan çemberin ürün spesifikasyonunda belirtilen değerleri içerisinde ise ölçüm kabul edilir değilse bulunan sonuçlar kabul edilmez. (SIGNODE Corp., 1998).

8.3.2 Bükme testi

Signode çelik çember hattında üretilen çemberlerin sünekliliğinin kontrolü amacıyla bükme testi uygulanır. Bükme testini Signode hattı kalite kontrol sorumlusu tarafından yapılır. 3 ayrı aparat kullanılarak test yapılır.

1. Tip (Dar) : 9.5, 12.7 ve 15.9 mm genişliklerdeki çemberler için,
2. Tip (Orta) : 19.0 ve 25.4 mm genişliklerdeki çemberler için ,
3. Tip Geniş) : 31.75 mm genişliğindeki çemberler için ,

Gerekli olan test aparatları kullanılır. Test aparatları iki parçadan oluşur. Alt parçası test sırasında mengeneye bağlanarak sabitlenir, üst parçası ise test numunesinin bükülmesini sağlamak için serbest olarak elle kontrol edilir. Alt test aparatı mengeneye bağlanır. Üst test aparatına da test numunesi geçirilerek sıkılır. Üst test aparatını test numunesi ile birlikte mengeneye bağlanan alt test aparatının üzerine yerleştirilir. Üst ve alt test aparatı arasında test edilmekte olan çember kalınlığı kadar boşluk bırakılır. Alt ve üst test aparatları birbirlerine paralel ve dik olmalıdır. Üst test aparatı, alt test aparatı eksenine 90° lik açı ile normal hızda yatırılır. Bu alanda oluşabilecek olan hata "1 R"büküm olarak alınır. İşlem, çemberde kırılma oluşana kırılma oluşuncaya kadar sürdürülür. Bu noktada test edilen çemberi kırılması bükme sırasında çemberin gösterdiği direncin aniden azalması ile hissedilir. Test edilen çemberler

için standartlar içerisindeki kabul kriteri min 2 bükme değeridir. Testin uygunluğu durumunda numunenin alındığı zaman aralığında üretimi yapılan çemberler “Uygun”, uygunsuzluk durumunda “Uygunsuz” olarak ayrılır (SIGNODE Corp., 1998).

8.3.3 Cambering testi

Cambering testi Sıgnode çelik çember hattında üretilen çemberlerin doğruluğunun kontrolü amacıyla uygulanan bir test metotudur. Bu test Sıgnode kalite kontrol sorumlusu olarak uygulanır. Camber anlamı çember doğruluğu anlamında kullanılır. Cambering testini uygulamak için üretilen çemberden 2.4 m uzunluğunda 150 mm genişliğinde düz bir zemin kullanılır. Zemin’in tam orta yerinde genişlik boyunca çember doğruluğunun ölçülmesinde kullanılan milimetrik bir cetvel bulunur. 2.4 m uzunluğundaki test numunesi zemin üzerine yatırılır ve numunenin uçlarının zemin kenarındaki dayamalara teması sağlanır. Zemin üzerindeki cetvelden çemberin iç kenarının geldiği noktadan “Camber” değeri okunur. Test numunesinin kabul kriteri 12.7 mm (max) değeridir.

Testin uygunluğu durumunda numunenin alındığı zaman aralığında üretimi yapılan çemberler “Uygun”, uygunsuzluk durumunda “Uygunsuz” olarak ayrılır (SIGNODE Corp., 1998).

8.3.4 Curling testi

Sıgnode Çelik Çember hattında üretimi gerçekleştirilen çemberlerin düzgünlüğünün diğer anlamıyla “Curling” ölçülmesi için uygulanan test yöntemidir. Test Sıgnode kalite kontrol sorumlusu tarafından uygulanır ve aşağıdaki aşamalardan oluşur.

Curling testi için Camber testinde uygulanan zemin kullanılır. Test için 2.4 m boyundaki test numunesi zemin üzerine yatırılır. Çemberin uç noktalarının zeminden olan uzaklığı ölçülür. Ölçülen bu değer Curling değeridir. Curling testi için kabul kriteri max 25.4 mm’ dir. Testin uygunluğu durumunda numunenin alındığı zaman aralığında üretimi yapılan çemberler “Uygun”, uygunsuzluk durumunda “Uygunsuz” olarak ayrılır (SIGNODE Corp., 1998).

8.3.5 Twisting testi

Sıgnode çelik ambalaj çember üretim hattında üretimi yapılan çemberlerin dönüklüğünün kontrol edilmesi amacıyla uygulanan Twisting Testi, üretim hattından alınan 2.4 m boyunda çember numunesi üzerinde uygulanır. Test Sıgnode çelik ambalaj çemberi kalite kontrol sorumlusu tarafından uygulanır. Test aşağıdaki aşamalardan oluşur. Twisting testi için Camber testinde kullanılan zemin kullanılır. Test numunesi zemin üzerine yatırılır ve çemberdeki dönüklük iletke yardımıyla ölçülür. Ölçülen bu değer Twisting değeridir. Twisting testi için kabul kriteri max 30°' dir.

Testin uygunluğu durumunda numunenin alındığı zaman aralığında üretimi yapılan çemberler “Uygun”, uygunsuzluk durumunda “Uygunsuz” olarak ayrılır (SIGNODE Corp., 1998).

8.3.6 Kayganlık testi

Sıgnode çelik ambalaj çember hattında üretimi gerçekleştirilen çemberlerin yüzeylerinin kayganlığının kontrolü amacıyla uygulanan bir test metodudur. Testi uygulamak için üretilen rulo halindeki çemberlerin uç kısımlarından 30 cm boyunda 2 adet numune alınır. Test aşağıdaki aşamalardan oluşur. Testi uygulamak için 60 N.m. torkmetre ve kayganlık test aparatına üst üste gelecek şekilde yerleştirilir. Ağırlık aşağıya doğru indirilip çember üzerine basınç uygulanarak aparat kolu geriye çekilir. Torkmetre test aparatı şaftına yerleştirilir. Test torkmetre kolu ileri geri çekilerek devam ettirilir ve torkmetre üzerinde kayganlık değeri okunur. Kayganlık testi için kabul kriteri max 16.5 N.m 'dir.

Testin uygunluğu durumunda numunenin alındığı zaman aralığında üretimi yapılan çemberler “Uygun”, uygunsuzluk durumunda “Uygunsuz” olarak ayrılır (SIGNODE Corp., 1998).

8.3.7 Boya kalınlığı ölçüm testi

Sıgnode Çelik Çember hattında üretilen çemberlerin yüzeylerindeki boyanın kalınlığının ölçülmesi için kullanılan manyetik ölçüm metodu boya kalınlığının ölçümü yapılır. Boya kalınlığı ölçüm işlemi manyetik ölçüm cihazı (mikrotest) ile gerçekleştirilir. Boya kalınlığı ölçüm işlemi Sıgnode çelik ambalaj çember hattından her saat başı alınan numunelerin çıkış kalite kontrolünü uygulamak için uygulanır ve Sıgnode kalite kontrol sorumlusu tarafından gerçekleştirilir. Çelik çemberker üzerindeki boyalar çinko, yeşil ve siyah olmak üzere 3

çesittir ve boya kalınlığı ölçümü testi her 3 boya çeşidi içinde uygulanır. Test aşağıda belirtildiği gibi uygulanır. Signode hattında üretimi yapılan üretimi yapılan ve boyanmamış çemberden 100 mm uzunluğunda numune alınır. Ölçümü gerçekleştirecek olan mikrotest cihazı üzerindeki kurma diski ile kurulur. Cihazın ölçüm ucu cihazın oturma noktalarında çember üzerine gelecek şekilde çemberin üzerine konulur ve cihazın okumaya başlama pimi itilerek ölçüme başlanır. Cihazın diski ses çıkararak dönmeye başlar ve ölçüm sona erdiğinde cihazın sesi sona erer ve disk durur. Ölçümde elde edilen değer ± 0.01 mils hassasiyetinde okunur ve ölçüm iki kez tekrarlanır. Üçüncü ölçümde elde edilen değer mils olarak okunur. Elde edilen değer mikrona dönüştürmek için 25.4 değeri ile çarpılır. Deney sonuçları mekanik test raporuna kaydedilir ve aşağıdaki kabul kriterleri ile karşılaştırılır (Şekil 8.2).

Kabul kriterleri siyah boyada min. 2 mikron, çinko boyada min. 8 mikron, yeşil boyada min. 3 mikron olarak belirlenmiştir. Testin uygunluğu durumunda numunenin alındığı zaman aralığında üretimi yapılan çemberler “Uygun”, uygunsuzluk durumunda “Uygunsuz” olarak ayrılır (SIGNODE Corp., 1998).



MEKANİK TEST RAPORU

Departman :
 Üretim Kodu :
 Müşteri Adı / Kodu :
 Ürün Tanımı :

Tarih :
 Rapor No :
 Testi Yapan :

Kontrol Eden :

Numune No	1	2	3	4	5	6
Fiziki Kontrol (Saat Başı)						
Hammadde Giriş Fiş No						
Kalınlık (mm)						
İlk En x Boy (mm) Ölçüsü						
Kesit Alanı (mm ²)						
Kopma Kuvveti (kg)						
Kopma Mukavemeti (kg/mm ²)						
Kopma Uzaması (%)						
Bükme Sayısı (90-180)						
Kayganlık						
Twisting						
Curling						
Cambering						
Boya Kalınlığı						
Sertlik						

Şekil 8.2 Mekanik test raporu (KERİM ÇELİK A.Ş., 1995)

9. SIGNODE KALİTE KONTROL, ÖLÇME ve TEST EKİPMANLARININ KONTROLÜ

Signode çelik ambalajlama çemberleri üretim hattında üretimi gerçekleştirilen çemberlerin belirlenen ürün ve proses özelliklerinin bilinen toleransları içerisinde kontrol edilebileceği hassasiyete ve kapasiteye sahip ekipmanlarla kalite kontrol işlemleri gerçekleştirilir. Bundan dolayı ürün ve proses özellikleri, izin verilen toleransları içerisinde değerlendirilir ve ilgili kontrol, ölçme ve test işlemleri için gerekli hassasiyet ve kapasitede ekipman temini gerçekleştirilir (ULUSAL LTD., 1998).

Kontrol ve test kapsamında yer alan ürün ve proses işlemleri; toleransları, aralıkları ve kontrolünün gerçekleştirilebileceği ekipman tipi, kapasitesi ve hassasiyeti cihaz kabul kriteri bazında kontrol edilir ve kontrol ekipmanı seçimi kontrol, ölçme ve test ekipmanları kaynak kullanım tablosu doğrultusunda gerçekleştirilir.

9.1 Kontrol, Ölçme ve Test Ekipmanlarının Kontrolü

Kontrol, ölçme ve test ekipmanları ile ilgili kontrol işlemleri kalibrasyon, doğrulama ve bakım olarak üç başlıkta toplanır.

9.1.1 Kalibrasyon

Ürün kalitesine doğrudan etkisi bulunan kontrol, ölçme ve test ekipmanları kullanım sırasında belirlenen aralıklarla yada yeni alınan bir cihaz için kullanımdan önce ilgili kontrol işlemlerinin gerektirdiği hassasiyeti sağlamak için kalibre edilir.

9.1.1.1 Kalibrasyon kaynağı

Kalibrasyon işlemleri ulusal yada uluslar arası standartlar ile bağlantılı olduğu bilinen izlenebilen kalibratörler ile gerçekleştirilip, bu işlemler için firma içi yada firma dışı olmak üzere iki farklı kaynak kullanılır. Firma içi kalibrasyon kaynakları kalibrasyon eğitimi almış olan kalite güvence sorumluları tarafından gerçekleştirilir. Firma dışı kalibrasyon işlemleri ise kalite güvence bölümü' nün koordinatörlüğünde yeterliliği bilinen, firma yada kuruluşlar tarafından izlenebilir referans kalibratör kullanımı ile gerçekleştirilir. Firma dışı kaynaklar yeterlilikleri açısından belirli zaman aralıklarında değerlendirilirler.

Kullanımda olan kontrol, ölçme ve test ekipmanları kullanım sırasında belirli aralıklarla, yeni alınan cihazlar ise kullanımdan önce kalibre edilirler. Kalibrasyon aralıkları önceki tecrübeler ve firma dışı kaynakların tavsiyeleri doğrultusunda belirlenir. Kalibrasyon frekansları cihazın son iki kalibrasyon sonuçlarına göre değiştirilebilir. Bu konudaki yetki kalite güvence bölümü'ne aittir.

Kalibrasyona alınacak olan ekipmanlar cihaz tipi, cihaz kodu, ölçüm aralığı, hassasiyeti, kullanım alanı, kullanım frekansı, son kalibrasyon tarihi, gelecek kalibrasyon tarihi ve kalibrasyon kaynağı' nın belirtildiği ölçü aletleri kalibrasyon takip ve izleme tablosu'ndan izlenir ve ilgili kalibrasyon işleminin gerektirdiği hazırlık süresi dikkate alınarak (cihazın stabilizasyonu için gerekli zaman, firma dışı kalibrasyon yapılması durumunda dış kaynağın doluluk durumu v.b.) cihazı kullanan birime yazılı uyarıda bulunularak, taşınabilir cihazların gelecek kalibrasyon tarihinden önce öngörülen sürede kalibrasyon için kalite güvence bölümü'ne ulaştırılması istenir. Bu işlemler kalite güvence bölümü tarafından yerine getirilir. Kalibrasyon için alınan cihazların yerine kullanılmak üzere kontrol işlemleri için kullanıcı personele aynı özelliklerde cihaz temin edilir. Alternatifi bulunmayan cihazlar için ise kalibrasyon süresi boyunca ilgili kontrol numuneleri alınır ve kalibrasyon sonunda bu numuneler üzerinde test gerçekleştirilir ve uygunluk durumunda ürün için bir sonraki aşamaya gönderme onayı verilir.

9.1.1.3 Firma içi kalibrasyon

Firma içi kalibrasyon işlemleri kalibrasyon eğitimi almış kalite güvence personeli tarafından kalibrasyon şartlarının, ihtiyaçlarının ve kontrol şekillerinin belirtildiği kalibrasyon talimatları uyarınca gerçekleştirilir.

9.1.1.4 Ortam şartları

Kalibrasyon faaliyetleri, ilgili faaliyetin gerektirdiği ortam şartlarında gerçekleştirilir. Kalibrasyon işlemleri ile ilgili ortam şartları ilgili kalibrasyon talimatlarında belirtilmiştir. Ortam şartları için gerektiği durumlarda firma dışı kaynaklardan yararlanılır.

9.1.1.5 Kalibrasyon sonuçlarının değerlendirilmesi

Kalibrasyon sonunda elde edilen sonuçlardan sapma sapma değerinin cihaz için öngörülen hassasiyet/kabul kriteri sınırında kalması durumunda kalibrasyon sonucu olumludur ve cihaz kullanıma verilebilir. Kalibrasyon sonucunun olumsuz olması durumunda ise cihaz, kalibrasyon sonucunda tespit edilen sapma değerinin ölçüm toleranslarının kalacağı farklı bir ölçüm için kullanılması, sapma değerinin ölçümlerde gözönüne alınması ile şartlı kullanılması yada hurdaya ayrılması şeklinde değerlendirilir. Cihazla ilgili değerlendirme sonuçları ilgili kayıt dokümanında kayda alınır. Kalibrasyon sonucu olumsuz olan cihazlar olması durumunda, uygunsuzluğun sebebine bağlı olarak cihazda gerçekleştirilmiş önceki kontrol işlemleri için ilgili kontrol işlemlerinde ve stok sahasındaki ürünler üzerinde doğrulama yapılır ve gerektiğinde müşterideki malzemelerde de inceleme yapılır.

9.1.1.6 Kalibrasyon kayıtları

Kalibrasyonu yapılan her cihaz için kalibrasyon kontrol formu belirlenir ve bu forma cihaz ve kullanım bilgileri ile kalibrasyon tarihi ve bir sonraki kalibrasyon tarihi belirtilir. Firma dışı kaynaklarda yapılan kalibrasyonlar için ilgili kalibrasyon raporları kalibrasyon kontrol formu ile birlikte kayda alınır. Firma içinde gerçekleştirilen kalibrasyon işlemleri ise kalibrasyon kontrol formu ile birlikte kalibrasyon sonuçlarının, kalibrasyon şartlarının ve sonuçlarla ilgili değerlendirme bilgilerinin yer aldığı kalibrasyon raporuna kaydedilir. Bu işlemler kalite güvence bölümü tarafından gerçekleştirilir.

9.1.2 Doğrulama

Doğrulama işlemleri, kalibrasyonu gerçekleştirilen ekipmanların kullanım sırasında kullanıcı personel tarafından belirlenmiş aralıklarla ve/ veya gerek görüldüğünde uygulanacak olan kontrol işlemleridir. Mikrometrelerin sıfır ayarları (20-50'den daha büyük kullanım aralığına sahip mikrometreler çok az kullanılan cihazlar olup, bu cihazların sıfır ayarı gerektiğinde master kullanılarak gerçekleştirilir). Sertlik ölçme cihazı, Sıgnode çelik çember hattının kalite kontrol sorumlusu tarafından haftada bir kez gerçekleştirilir. Doğrulama sonucunda cihazda gerektiği durumda ayar yapılarak kullanıma geçilir.

9.1.3 Bakım

Bakım işlemleri kalibrasyon, doğrulama ve genel kullanım sırasında yerine getirilen temizlik, ayar ve bakım işlemlerinin yanısıra kalibrasyonu yapılmayan cihazların belirli aralıklarla kapasite, kullanıma uygunluk ve genel görünümü açısından kontrol edilmesidir ve kalite güvence bölümü tarafından gerçekleştirilir. Bakım işlemleri ile ilgili bir kayıt tutulmaz.

9.2 Kontrol, Ölçme ve Test Ekipmanlarının Tanımlanması

Kontrol kapsamına içerisine dahil olan bütün ekipmanlar cihaz bilgilerini ve kalibrasyon durumunu gösterecek uygun bir şekilde tanımlanırlar. Bu tanımlama işlemi cihaz tipinin, kalibrasyon tarihinin, daha sonraki kalibrasyon tarihinin ve hata sınırının belirttiği etiketleme ile yapılabildiği gibi, cihaz üzerine sadece cihaz tipinin işaretlenmesi ile de yapılabilir. İşaretleme ile yapılan tanımlamada yada hata sınırının belirtilemediği durumlarda cihazla ilgili kalibrasyon durumunun (hata sınırı) kullanıcıya bildirilmesi için kalibrasyon sertifikası personelin kullanımına sunulur (ULUSAL LTD., 1998).

9.3 Kontrol, Ölçme ve Test Ekipmanlarının Korunması

Ürün ve proses karakteristiklerinin kontrol edilmesi için kullanılan cihazlar, kullanıcı personel tarafından özellikleri bozulmayacak ve hasar görmeyecek şekilde kullanılır, depolanır ve korunurlar. Cihazların uygun şekilde korunmalarının sağlanmasından birinci derecede cihazın kullanıldığı bölümün imalat yetkilisi sorumludur. Elektronik olarak çalışan cihazlarda bir değişiklik olduğunda kullanıcı personel değişiklik hakkında uyarılır.

10. SIGNODE ÇELİK AMBALAJ ÇEMBERLERİNDE KULLANILAN TOKALAR ve ÖZELLİKLERİ

Sıgnode Çelik Ambalaj Çemberleri, ambalajlamada tokalarla beraber kullanılırlar. Kullanılan çelik çember tokaları pnomatik veya manuel makinalarla uygulanır. Bu tokalar 9 ayrı tip, boy ve kalınlıkta üretilirler (SIGNODE Corp., 1998).

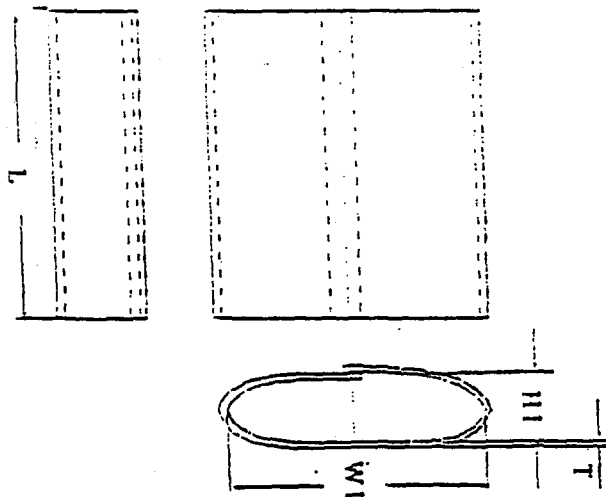
10.1 58 SPC Ambalajlama Tokası

58 SPC ambalajlama tokası, yüzeyi işlem görmemiş, eletrolitik çinko kaplanmış veya okside edilmiş yüzey kalitelerine sahip düşük karbonlu ve soğuk haddelenmiş St 12 kalitesindeki çelik sacdan üretilirler.

Toka Boyutları: 58 SPC ambalajlama tokasının boyutsal özellikleri aşağıdaki gibidir.

Genişlik	(W)	: 17.07 mm
Uzunluk	(L)	: 21.84 mm
İç Yükseklik	(Hi)	: 2.36 mm
Kalınlık	(T)	: 0.50 mm

Boyutsal ölçülerdeki tolerans değeri : $\pm \%5$ 'dir. 58 SPC ambalajlama tokası Şekil 10.1' de gösterilmiştir (SIGNODE Corp., 1998).



Şekil 10.1 58 SPC Ambalajlama tokası (KERİM ÇELİK A.Ş., 1995)

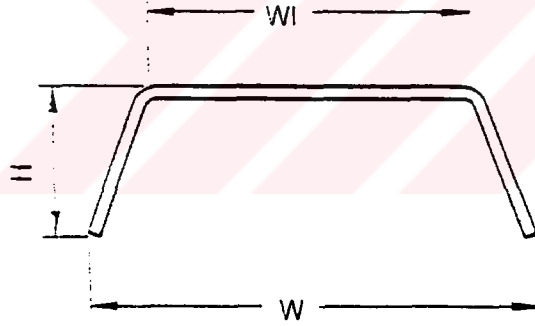
10.2 12 MNA Ambalajlama Tokası

12 MNA ambalajlama tokası, yüzeyi işlem görmemiş, elektrolitik çinko kaplanmış veya okside edilmiş yüzey kalitelerine sahip düşük karbonlu ve soğuk haddelenmiş St 12 kalitesindeki çelik sacdan üretilirler.

Toka Boyutları: 12 MNA ambalajlama tokasının boyutsal özellikleri aşağıdaki gibidir.

Genişlik	(W)	: 19.05 mm
İç Genişlik	(WI)	: 14.1 mm
Uzunluk	(L)	: 19.18 mm
Yükseklik	(Hi)	: 6.35 mm
Kalınlık	(T)	: 0.51 mm

Boyutsal ölçülerdeki tolerans değeri : $\pm \%5$ 'dir. 12 MNA ambalajlama tokası Şekil 10.2' de gösterilmiştir (SIGNODE Corp., 1998).



Şekil 10.2 12 MNA Ambalajlama tokası (KERİM ÇELİK A.Ş. 1995)

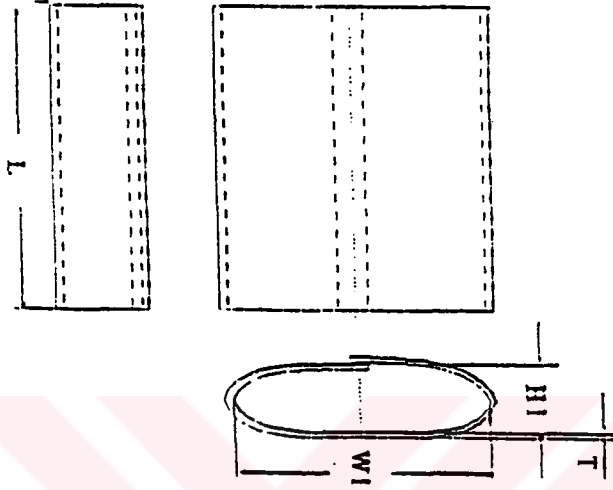
10.3 12 SPC Ambalajlama Tokası

12 SPC ambalaj tokası, yüzeyi işlem görmemiş, elektrolitik çinko kaplanmış veya okside edilmiş yüzey kalitelerine sahip düşük karbonlu ve soğuk haddelenmiş St 12 kalitesindeki çelik sacdan üretilirler.

Toka Boyutları: 12 SPC ambalajlama tokasının boyutsal özellikleri aşağıdaki gibidir.

İç Genişlik (WI)	: 13.89 mm
Uzunluk (L)	: 21.84 mm
Kalınlık (T)	: 0.50 mm

Boyutsal ölçülerdeki tolerans değeri : \pm %5'dir. 12 SPC ambalajlama tokası Şekil 10.3' de gösterilmiştir (SIGNODE Corp., 1998).



Şekil 10.3 12 SPC Ambalajlama tokası (KERİM ÇELİK A.Ş.,1995)

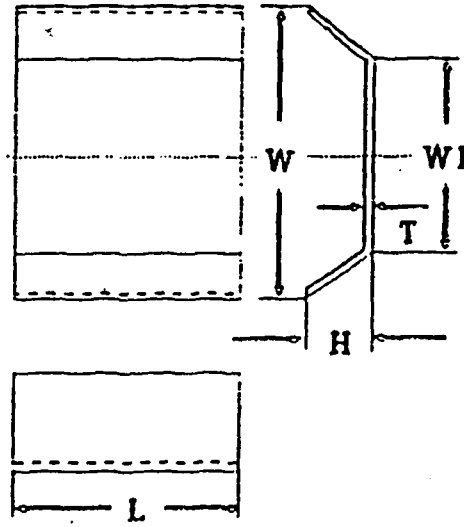
10.4 34 AMP Ambalajlama Tokası

34 AMP ambalaj tokası, yüzeyi işlem görmemiş, elektrolitik çinko kaplanmış veya okside edilmiş yüzey kalitelerine sahip düşük karbonlu ve soğuk haddelenmiş St 12 kalitesindeki çelik sacdan üretilirler.

Toka Boyutları: 34 AMP ambalajlama tokasının boyutsal özellikleri aşağıdaki gibidir.

Genişlik (W)	: 25.78 mm
İç Genişlik (WI)	: 18.54 mm
Uzunluk (L)	: 28.58 mm
Yükseklik (H)	: 7.24 mm
Kalınlık (T)	: 0.50 mm

Boyutsal ölçülerdeki tolerans değeri : \pm %5'dir. 34 AMP ambalajlama tokası Şekil 10.4' de gösterilmiştir (SIGNODE Corp., 1998).



Şekil 10.4 34 AMP Ambalajlama tokası (KERİM ÇELİK A.Ş. ,1995)

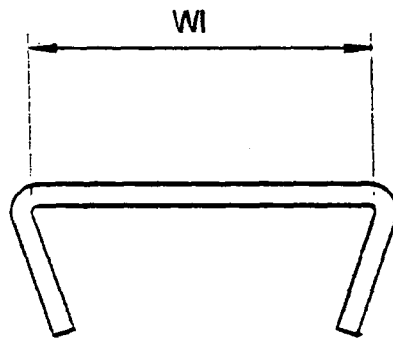
10.5 34 C Ambalajlama Tokası

34 C ambalaj tokası, yüzeyi işlem görmemiş, elektrolitik çinko kaplanmış veya okside edilmiş yüzey kalitelerine sahip düşük karbonlu ve soğuk haddelenmiş St 12 kalitesindeki çelik sacdan üretilirler.

Toka Boyutları: 34 C ambalajlama tokasının boyutsal özellikleri aşağıdaki gibidir.

İç Genişlik	(WI)	: 20.62 mm
Uzunluk	(L)	: 31.75 mm
Kalınlık	(T)	: 0.50 mm

Boyutsal ölçülerdeki tolerans değeri : $\pm \%5$ 'dir. 34 C ambalajlama tokası Şekil 10.5' de gösterilmiştir (SIGNODE Corp., 1998).



Şekil 10.5 34 C Ambalajlama tokası (KERİM ÇELİK A.Ş., 1995)

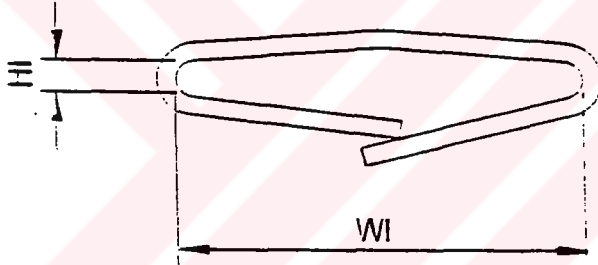
10.6 34 SPC Ambalajlama Tokası

34 SPC ambalaj tokası, yüzeyi işlem görmemiş, elektrolitik çinko kaplanmış veya okside edilmiş yüzey kalitelerine sahip düşük karbonlu ve soğuk haddelenmiş St 12 kalitesindeki çelik sacdan üretilirler.

Toka Boyutları: 34 SPC ambalajlama tokasının boyutsal özellikleri aşağıdaki gibidir.

İç Genişlik	(WI)	: 20.24	mm
Uzunluk	(L)	: 21.84	mm
İç Yükseklik	(Hi)	: 2.36	mm
Kalınlık	(T)	: 0.50	mm

Boyutsal ölçülerdeki tolerans değeri : $\pm \%5$ 'dir. 34 SPC ambalajlama tokası Şekil 10.6' da gösterilmiştir (SIGNODE Corp., 1998)



Şekil 10.6 34 SPC Ambalajlama tokası (KERİM ÇELİK A.Ş., 1995)

10.7 34 HOC Ambalajlama Tokası

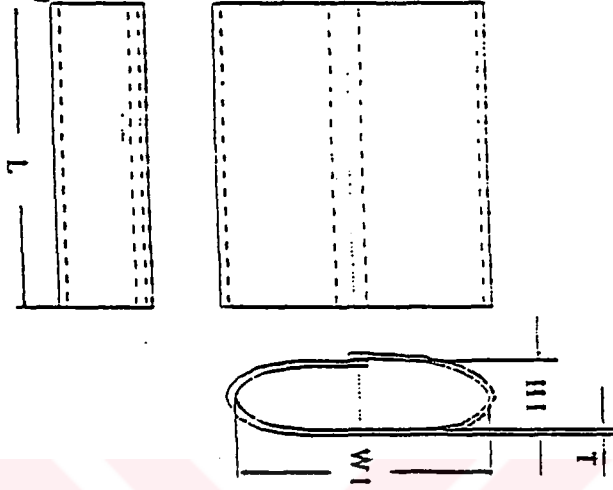
34 HOC ambalaj tokası, yüzeyi işlem görmemiş, elektrolitik çinko kaplanmış veya okside edilmiş yüzey kalitelerine sahip düşük karbonlu ve soğuk haddelenmiş St 12 kalitesindeki çelik sacdan üretilirler.

Toka Boyutları: 34 HOC ambalajlama tokasının boyutsal özellikleri aşağıdaki gibidir.

İç Genişlik	(WI)	: 20.64	mm
Uzunluk	(L)	: 57.25	mm
İç Yükseklik	(Hi)	: 8.50	mm

Kalınlık (T) : 0.80 mm

Boyutsal ölçülerdeki tolerans değeri : \pm %5'dir. 34 HOC ambalajlama tokası Şekil 10.7' de gösterilmiştir (SIGNODE Corp., 1998).



Şekil 10.7 34 HOC Ambalajlama tokası (KERİM ÇELİK A.Ş., 1995)

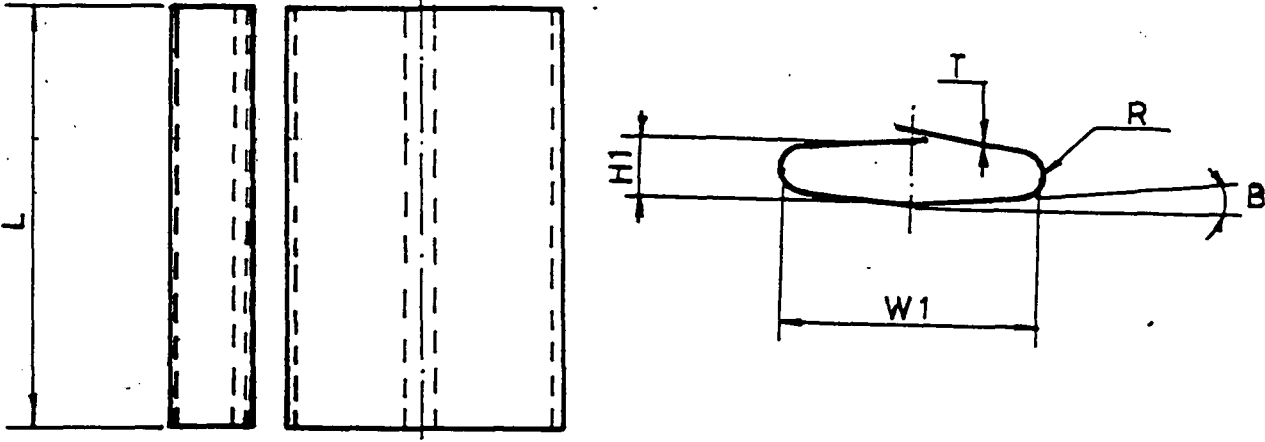
10.8 114 P Ambalajlama Tokası

114 P ambalaj tokası, yüzeyi işlem görmemiş, elektrolitik çinko kaplanmış veya okside edilmiş yüzey kalitelerine sahip düşük karbonlu ve soğuk haddelenmiş St 12 kalitesindeki çelik sacdan üretilirler.

Toka Boyutları: 114 P ambalajlama tokasının boyutsal özellikleri aşağıdaki gibidir.

İç Genişlik	(WI)	: 33.73	mm
Uzunluk	(L)	: 57.15	mm
İç Yükseklik	(Hi)	: 8.50	mm
Kalınlık	(T)	: 0.80	mm
Yarıçap	(R)	: 3	mm
Açı	(B)	: 5°	

Boyutsal ölçülerdeki tolerans değeri : \pm %5'dir. 114 P ambalajlama tokası Şekil 10.8' de gösterilmiştir (SIGNODE Corp., 1998).



Şekil 10.8 114 P Ambalajlama tokası (KERİM ÇELİK A.Ş., 1995)

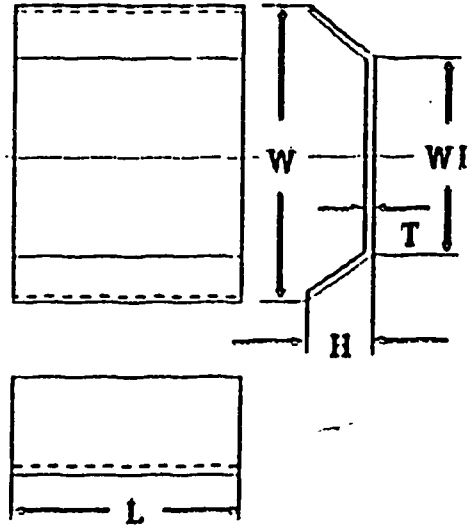
10.9 114 A Ambalajlama Tokası

114 A ambalaj tokası, yüzeyi işlem görmemiş, elektrolitik çinko kaplanmış veya okside edilmiş yüzey kalitelerine sahip düşük karbonlu ve soğuk haddelenmiş St 12 kalitesindeki çelik sacdan üretilirler.

Toka Boyutları: 114 A ambalajlama tokasının boyutsal özellikleri aşağıdaki gibidir.

Genişlik	(W)	: 45.09	mm
İç Genişlik	(W1)	: 33.91	mm
Uzunluk	(L)	: 38.1	mm
Yükseklik	(H)	: 11.05	mm
Kalınlık	(T)	: 0.80	mm

Boyutsal ölçülerdeki tolerans değeri : $\pm \%5$ 'dir. 114 A ambalajlama tokası Şekil 10.9' de gösterilmiştir (SIGNODE Corp., 1998).



Şekil 10.9 114 A ambalajlama tokası (KERİM ÇELİK A.Ş., 1995)

Kalite güvencesinin sağlanmasında ambalajlama işlemi önem taşır. Ambalajsız bir sanayi ürününün satışı, kalite üzerinde yapacağı olumsuz etkiler nedeniyle mümkün değildir. Üretimin son prosesi olan ambalajlama, her geçen gün daha büyük bir titizlikle geliştirilmekte ve yeni uygulamalar yapılmaktadır. Son on yıl içinde ambalajlama işlemlerinde çelik şerit kullanımında büyük gelişmeler olmuş ve birçok alternatifler de ortaya konmaya çalışılmıştır. Ülkemizde ise ilk kez SIGNODE çelik ambalaj çemberlerinin üretimi 1990 yılında başlamış ve yıllık üretim kapasitesi 13.000 Ton'a ulaşmıştır. Çelik ambalaj çemberlerinin kullanımının artmasıyla ortaya çıkan kalite problemleri geliştirilen standartlarda belirtilmektedir. En çok kullanılanları T.S. 1142 ve Signode Apex Steel Standartlarıdır. Bu standartların gerektirdiği koşulları sağlayan üretim sistemlerinin kurulup işletilmesi kadar, kalite sisteminin kurulması ve kalite tasarımında yapılması önem kazanmıştır. Bu çalışmada 9 ayrı bölümde açıklanan kalite sistemleri ve çelik ambalaj çemberlerinin üretim esasları tüm detayları ile Kerim Çelik A.Ş.'de uygulanmaktadır (T.S. 1142). Çelik çemberlerin hammaddelerinin kaliteye uygun olarak seçiminden uygulanan kalite kontrol ve test yöntemlerine kadar her aşamada kontrol altında tutulan üretim yöntemleri standartlar dahilinde belirli aralıklarla kontrolü gerekir. Çelik sektöründen otomotiv sektörüne kadar her aşamada uygulanır ve güvenli bir ambalajlama sağlanır.

Paketlemede kullanılacak olan çelik çemberler paketlenen malzemenin ebat ve ağırlığına uygun olan boyut ve mukavemet değerlerinde seçilmelidir. Paketlemenin en hassas ve güvenli noktası uygun malzeme seçimidir (SIGNODE Material Specification, 1998). Uygun çember mukavemeti için üretici firmaların yararlanılmalı ve paketlenen malzemenin ağırlığı ve şekli mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Ambalaj tasarım kurallarına uygun seçilmeyen çelik çemberler ile asla güvenli paketleme yapılamaz ve paketlenen malzeme, taşıma ve depolanması esnasında koparak maddi hasarlar meydana gelmesine sebep olur. Çelik ambalaj çemberlerinin proses sırasında ve ürün haline geldikten sonraki kontrolleri mutlaka planlanan aralıklarda ve uluslararası standartlar esas alınarak yapılmalıdır. Çemberlerin kopma mukavemetleri ve yüzey kayganlık değerleri paketleme esnasında büyük bir öneme sahip olduğundan bu değerler için standart tablolar geliştirilmiştir. Ayrıca çelik çemberlerin kenarları çapaklardan tamamen arındırılmış olmalıdır. Bunun sebebi paketleme esnasında çemberleme makinesinin güvenli bir şekilde ve mekanik aksamı zarar görmeden çalışabilmesi içindir.

SIGNODE elik ambalaj çemberleri sekt6rel kullanımda çok b6y6k bir 6neme sahiptir. Her t6rl6 paketin g6venli bir şekilde ambalajlanması ve taşınması T6rkiye'deki 6reticiler için son yıllarda yeni anlaşılabilmiştir. Ancak ihracat 6r6nleri için d6nya pazarlarında ambalajlama işlemlerinin standartlaştırmasından dolayı T6rkiye'de de 6reticiler 6r6nlerini bu esaslara g6re yapmak için konuya daha çok 6nem vermeye başlamışlardır. Bu sebeplerden dolayı T6rkiye'de hem elik çember kullanımında artış olup hem de her sekt6rde kullanım başlayarak T6rk sanayi sekt6r6n6n 6r6nlerini t6m d6nyaya istenilen standartlarda sunmaya başlamasına ve T6rk dış ticaret hacminin yıldan yıla artış g6stermesine sebep olmuştur. Bu t6r malzemeyi 6retecek işletmelerin ISO 9001 Kalite G6vence standartlarına g6re sistemlerini tasarlamalı ve kalite planlarını da yaparak T.S. 1142 ve SIGNODE Apex Steel Strapping Standarts standartlarının gereklerini sağlayacak planları yapmalıdır. Bu alışmalar Kerim elik A.ř. 'de incelenmiş ve uluslar arası g6venliğin sağlandığı g6r6lm6ştir.



KAYNAKLAR

ASTM, (1990), Standarts Test Methods, B 117-90, U.S.A.

BORÇELİK A.Ş., (1998), Ürün Kataloğu, Borçelik Teknik Yayın Birimi, Şubat/ Bursa.

Bozkurt,R. ve Odaman,A., (1996), ISO 9000 Kalite Güvence Sistemleri, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara.

DIN., (1983), Cold Rolled Steels Diamensions, Permissible Variations on Dimension, DIN 1541, 10 Ağustos 1983, Berlin/ Germany.

DIN., (1990), "6222 ve 6224 Kalite Sıcak Haddelenmiş Çelik Rulo Standartları", Stahl Standarden, Deutsche Industrie Normen, 41-49, 10 Şubat 1990, Berlin/ Germany.

DIN., (1990), "1112, 6112 ve 6114 Kalite Soğuk Haddelenmiş Çelik Rulo Standartları", Stahl Standarden, Deutsche Industrie Normen, 12-19, 10 Şubat 1990, Berlin/ Germany.

DIN., (1992), Inspection Documents for the Delivery of Metallic Products, DIN 50049, 10 Nisan 1992, Berlin/ Germany.

ERDEMİR, (1998), Mamul Kataloğu, Kdz. Ereğli.

ERDEMİR, (1995), İstatistiksel Kalite Proses Kontrol Eğitim Notları, 10 Temmuz 1995, Kdz. Ereğli.

Güven,S., (1994) İstatistiksel Proses Eğitim Programı, 1 Eylül 1994, İstanbul.

ISO., (1994), ISO 9001 Quality System-Model for Quality Assurance in Desing, Development, Production Installation and Servicing, 10 Sept. 1994, England.

ISO., (1994), ISO 9002 Quality System- Model for Quality Assurance in Production İnstallation and Servicing, 20 July 1994, England.

ISO., (1994), BS EN ISO 9004-1, Quality Management and Quality System, Section 02, 15 Jan. 1994, England.

ISO., (1995), ISO 9002 Kalite El Kitabı, Kerim Çelik A.Ş. Kalite Güvence Sistem Kılavuzu, 20 Mayıs 1995, İstanbul.

KALDER, (1997), Hata Türü ve Etkileri Analizi, Kalite Derneği Yayınları, İstanbul.

KALDER, (1998), Kalite Eğitim Programı, Kalite Derneği Yayınları, 20 Ağustos 1998, İstanbul.

KERİM ÇELİK A.Ş., (1995), ISO 9002 Kalite Güvence Sistemi Prosedür ve Talimatları.

KERİM ÇELİK A.Ş. (1999), Apex Çelik Çember ve Paketleme Sistemleri El Kitabı, İstanbul.

KERİM ÇELİK A.Ş., (1999), Çelik Ambalaj Çemberi Üretim Proses Akış Şeması.

Reinhard S. (1992), "Quality Planning Of Steel Straps", Steel Technology News, 253-257, Pittsburgh/ U.S.A.

SAE., (1992), "3010 Kalite Sıcak Haddelenmiş Çelik Rulo Standartı", Steel Standarts, Standart Associated England, 20 Mart 1992, 25-40, London/ England.

SIGNODE Corp.,(1979), Product Reliability and Safety, J106, 4 Sept. 1979, Illonois/ U.S.A.

SIGNODE Corp., (1991), Products Operations, AO 100, 22 Feb. 1991, Illonois/ U.S.A.

SIGNODE Corp., (1996), Apex Steel Strapping Standarts, Illonois/ U.S.A.

SIGNODE Corp., (1997), Apex Steel Strapping and Packaging Systems, Illonois/U.S.A.

SIGNODE Corp., (1997), Metal Industries Packaging, Printed to the Manuel Users Guide , Birmingham/ UK

SIGNODE Corp., (1998), Material Specification, 10 March 1998, Dinslaken/ Germany

SIGNODE Corp., (1998), "Steel Strap for Packaging", Technical Specification of Production Line , Illonois/ USA.

SIGNODE Corp., (1998), Strap Sealing Systems, Dinslaken/ Germany.

TSE., (1980), TS 924, Soğuk Haddelenmiş Çelik Şeritler, Türk Standartları Enstitüsü Yayınları, İkinci Baskı, UDK. 669.14.418, Ankara

TSE., (1983), TS 1142 Çelik Şerit ve Teller (Ambalaj Çemberleri İçin) Türk Standartları, Türk Standartları Enstitüsü Yayınları, İkinci Baskı, UDK 621.798, Eylül/ Ankara.

TSE., (1991), TS 9005 Kalite Sözlüğü, Türk Standartları Enstitüsü Yayınları, Birinci Baskı, UDK 658.56:001.4., Aralık/ Ankara.

TSE., (1994), TS-ISO 9001 Kalite Sistemleri-Tasarım, Geliştirme, Üretim, Tesis ve Serviste Kalite Güvencesi Modeli, Türk Standartları Enstitüsü Yayınları, Birinci Baskı, UDK 658.56, Aralık/ Ankara.

TSE., (1999), TS 11980, Çember Tokaları (Çelik Ambalaj Çemberleri İçin), Türk Standartları Enstitüsü Yayınları, İkinci Baskı, 28 Mart 1999, Ankara

ULUSAL LTD., (1998), Boyutsal Kalibrasyon Kurs Notları, 14 Temmuz 1998, İstanbul.

ULUSAL LTD., (1998), Kalibrasyon Eğitim Notları, 12 Mayıs 1998, İstanbul.

EKLER

Ek 1 Kalite Sözlüğü

Bu standartta verilen terimlerin açıklanması, aşağıda belirtilen kalite sistemleri ile ilgili standart serisinde kullanılmıştır (T.S.E., 1991).

TS-ISO 9000 : Kalite yönetimi ve kalite güvencesi standartları

TS-ISO9001 : Kalite sistemleri-tasarım/ geliştirme, üretim, tesis ve hizmette kalite güvencesi modeli

TS-ISO 9002 : Kalite sistemleri- üretim ve tesiste kalite güvencesi modeli

TS-ISO 9003 : Kalite sistemleri- son muayene ve deneyler için kalite güvencesi modeli

TS-ISO 9004 : Kalite yönetimi ve kalite sistemi elemanları

Kapsam ve uygulama alanları, kalite standartlarının hazırlanması ve kullanılmasında, iç ve dış görüşmelerde karşılıklı anlaşma için kullanılan kalite ile ilgili temel terim ve tanımları kapsar. Terim ve tanımlar, tersi belirtilmedikçe “ürün” ve “hizmet” faaliyetlerin veya proseslerin sonucu (somut ürün;bir hizmet,bir bilgisayar programı, bir tasarım, kullanma kılavuzu gibi soyut bir ürün) ve faaliyet ya da proses (hizmet hazırlığı ya da bir üretim prosesinin yerine getirilmesi) olabilir.

2.1 Kalite (Quality)

Bir ürün veya hizmetin belirlenen veya olabilecek ihtiyaçları karşılama kabiliyetine dayanan, özelliklerin toplamıdır. Sözleşmeli durumlarda, ihtiyaçlar kesin olarak belirlenmeli, bunun dışında ise olabilecek ihtiyaçlar teşhis edilerek tanımlanmalıdır.Birçok durumda, ihtiyaçlar zamana bağlı olarak değişebilir, bu da şartnamelerin (spesifikasyonların) belirli aralıklarla yenilenmesini gerektirir. İhtiyaçlar, genellikle belirlenen kriterlerdeki özelliklere dönüştürülmektedir. İhtiyaçlar kullanılabilirlik, güvenlik, sağlanabilirlik, güvenilirlik, bakımı yapılabilirlik, ekonomi ve çevre ile ilgili durumları da kapsayabilir. “Kalite” terimi, karşılaştırmanın söz konusu olduğu durumlarda mükemmelliğin derecesini ifade etmek için kullanılmadığı gibi, kantitatif olarak yapılan teknik değerlendirmelerde de kullanılamaz. Bu gibi durumlarda nitelendirici bir sıfat kullanılmalıdır. Buna örnek olarak, ürün ve hizmetler “karşılaştırmalı” olarak yada “mükemmellik derecesi”ne göre sıralandığında “Nisbi Kalite”, kantitatif olarak yapılan teknik değerlendirmelerde “Kalite Düzeyi” ve “Kalite Ölçüsü” gibi terimler kullanılabilir. Ürün yada hizmet kalitesi, tasarım, üretim, servis ve bakım gibi birbiri ile ilişkili faaliyetlerin her aşamasından etkilenir. Tatmin edici bir kalitenin, ekonomik açıdan başarılı, kalite halkasının her aşamasını bir bütün olarak kapsamaktadır. Kalite halkasının çeşitli aşamalarında kaliteye yapılan katkılar, bazen önemini belirtmek amacıyla ayrı ayrı da tanımlanabilmektedir. Örnek olarak; “Tasarım için kalite niteliği”, “Uygulama için kalite niteliği” verilebilir. Bazı referans kaynaklarda kalite, “kullanıma uygunluk”, “amaca uygunluk” yada “müşterinin tatmini” yada “isteklere uygunluk” şeklinde belirtilmektedir. Bunlar kalitenin belirli kriterlerini belirtmekle beraber, genellikle istenilen ve yukarıda yer alan daha kapsamlı açıklamalar da gerekir.

2.2 Derece (Grade)

Kullanım amacı aynı olan, değişik ihtiyaçlara yanıt veren ürün yada hizmetlerin, içerdiği özelliklerin sıra yada sınıflandırılmalarının göstergesidir. Derece, şartlarda planlanan farklılığı, eğer planlanmamışsa gerçekleşen farklılığı yansıtır. Esas önemli nokta kullanım/ maliyet oranı arasındaki ilişkidir. Yüksek dereceye sahip olan herhangi bir madde, ihtiyaçları

karşılama açısından yetersiz kalitede olabileceği gibi, bunun tam tersi de olabilir. Derece, numaralandırma ile ifade edilecekse, genelde 1 en yüksek, 2,3,4 v.b. ise daha düşük dereceler olarak kabul edilmektedir. Derece, yıldız sayısı gibi noktalı şekilde puanlandırılacaksa, genellikle en düşük derece en az nokta yada yıldız sayısıdır.

2.3 Kalite Halkası (Quality Loop, Quality Spiral)

Herhangi bir ürün yada hizmet kalitesini etkileyen, ihtiyaçların belirlenmesinden, belirlenen ihtiyaçların yerine getirilip getirilmediğinin araştırılmasına kadar olan aşamaları kapsayan, birbirine bağımlı işlemlerin kavramsal modelidir.

2.4 Kalite Politikası (Quality Policy)

Bir kuruluştaki, üst yönetim tarafından resmi olarak belirlenen kalite amaç ve yönüdür. Kalite politikası üst yönetim tarafından kabul edilen genel politikanın bir parçasıdır.

2.5 Kalite Yönetimi (Quality Management)

Genel yönetim fonksiyonunun kalite politikasını belirleyen ve uygulayan bölümüdür.. Hedeflenen kalitenin gerçekleştirilmesi için kuruluşun bütün üyelerinin, sorumluluğu üst yönetime ait olan, kalite yönetimi katılımı gerekmektedir. Kalite yönetimi, stratejik planlama, kaynakların tahsisi ve kalite planlaması, işletilmesi ve değerlendirilmesi gibi kalite için yapılan diğer sistematik işlemleri kapsar.

2.6 Kalite Güvencesi (Quality Assurance)

Ürün yada hizmetin, kalite için belirlenen hizmetleri karşılamak amacıyla, yeterli güveni sağlaması için gereken planlı ve sistematik işlemlerin bütünüdür. Belirlenen istekler, kullanıcının ihtiyaçlarını tam olarak karşılamadığı sürece, kalite güvencesi tamamlanmış sayılmaz. Etkinlik sağlanması için, kalite güvencesi genellikle üretim, tesis ve muayene işlemlerinin doğruluğunu kanıtlama ve tetkikinin yanısıra, uygulanması düşünülen bir tasarım ve yada şartnamenin yeterliliğini etkileyen faktörlerin de sürekli değerlendirilmesini gerektirir. Bir kuruluştaki, kalite güvencesi yönetim aracı olarak hizmet eder. Sözleşmeli durumlarda kalite güvencesi alıcıya güven sağlama yönünden de yardımcıdır.

2.7 Kalite Kontrol (Quality Control)

Kalite isteklerini sağlamak için kullanılan uygulama teknikleri ve faaliyetleridir. Karışıklığın önlenmesi amacıyla, kalite kontrolün alt grubu "imalatta kalite kontrol" yada daha geniş açıdan bakıldığında " kuruluş çapında kalite kontrol" gibi farklılığı ifade eden terimlerin kullanılmasına dikkat edilmelidir. Kalite kontrol, ekonomik etkinliğin sağlanabilmesi amacıyla, kalite halkasının çeşitli aşamalarındaki proseslerin gözlenebilmesi ve yetersiz performansa yol açan nedenlerin ortadan kaldırılabilmesini amaçlayan işlemleri ve uygulama tekniklerini kapsar.

2.8 Kalite Sistemi (Quality System)

Kalite yönetiminin uygulanması için gerekli olan kuruluş yapısı, sorumluluklar, prosedürler, prosesler ve kaynaklardır. Kalite sistemi, kalite hedefleri doğrultusundaki ihtiyaçları en geniş şekilde karşılamalıdır. Sözleşme gereği, zorunlu uygulama ve değerlendirme amaçları için, sistemde belirlenmiş olan elemanların gösterilmesi istenilebilir.

2.9 Kalite Planı (Quality Plan)

Belirli bir ürün, hizmet, sözleşme yada proje ile ilgili özel kalite uygulamalarını, kaynakları ve faaliyet sıralarını veren dökümandır.

2.10 Kalite Tetkiki (Quality Audit)

Kalite ile ilgili faaliyetlerin ve sonuçlarının, planlanan düzenlemelere uyup uymadığının, bu düzenlemelerin etkili olarak uygulanıp uygulanmadığının ve amaca ulaşmak için uygun olup olmadığının sistematik ve tarafsız olarak incelenmesidir. Kalite tetkiki, sınırlı olmamakla birlikte kalite sistemi yada elemanlarına, proseslere, ürünlere yada hizmetlere uygulanabilir. Bu tetkikler, genellikle “kalite sistemi tetkiki”, “proses kalitesi tetkiki”, “ürün kalitesi tetkiki” ve “hizmet kalitesi tetkiki” şeklinde adlandırılır. Kalite tetkiki, tetkik edilecek alana doğrudan sorumluluk taşımayan görevliler tarafından, tercihan konu ile ilgili personelle de temas kurularak yürütülür. Kalite tetkikinin amaçlarından birisi de, geliştirici yada hataları giderici ihtiyaçların belirlenmesidir. Tetkik, proses kontrolü yad ürün kabulünün asıl amacı olan “gözetim” ve “muayene” işlemleri ile karıştırılmamalıdır. Kalite tetkiki, iç yada dış amaçlar için yönlendirilebilirler.

2.11 Kalite Gözetimi (Quality Surveillance)

Kalite isteklerinin karşılanmasını temin için, belirlenen referanslara göre prosedürlerin, metotların, şartların, proseslerin, ürün ve hizmetlerin ve kayıt analizlerinin sürekli gözlenerek doğruluğunun tespit edilmesidir. Kalite gözetimi , müşteri tarafından yada onun adına, sözleşmede yer alan şartların karşılanmasını sağlamak amacıyla yapılabilir. Gözetimde, zamanla bozulmaya ve değer kaybına sebebiyet veren faktörler dikkate alınmalıdır.

2.12 Kalite Sisteminin Gözden Geçirilmesi (Quality System Review)

Kalite politikası ve değişen şartlara göre yeni hedefler esas alınmak suretiyle, kalite sisteminin durumunun ve yeterliliğinin üst yönetim tarafından resmi olarak değerlendirilmesidir.

2.13 Tasarımın Gözden Geçirilmesi (Quality Review)

Tasarım şartlarının değerlendirilmesi, tasarımın bu şartları karşılayabilmesi ve problemlerin tanımlanarak çözüm yolu getirilmesi için, tasarımın dokümante edilerek, detaylı ve sistematik olarak incelenmesidir. Sadece tasarımın gözden geçirilmesi, tasarımın doğruluğunun sağlanması için yeterli değildir. Tasarımın gözden geçirilmesi, tasarım işleminin herhangi bir aşamasında yapılabilir. Tasarımın yeterliliği; amaca uygunluk, imal edilebilirlik, ölçülebilirlik, performans, güvenilirlik, bakımı yapılabilirlik, güvenlik, çevre faktörleri, süre ve ömür devresi maliyetleri gibi faktörleri kapsar. Her bir tasarımın gözden geçirilebilmesine katılanlar, kalite etkinliği yönünden, amaca uygun nitelikli bir kadrodan oluşturulmalıdır.

2.14 Muayene (Inspection)

Bir ürün yada hizmetin bir yada birden fazla özelliğinin ölçme, deney ve mastarlama gibi işlemlere tabi tutularak, sonuçların belirlenen şartlara uygunluğunun kıyaslanmasıdır.

2.15 İzlenebilirlik (Traceability)

Birim yada faaliyetin yada birbiri ile ilgili birimler yada faaliyetlerin geçmişinin, uygulama yada yerleşiminin, kayıt tekniği ile izlenme kabiliyetidir. İzlenebilirlik kelimesinin 3 temel

anlamı vardır. Dağıtımda; ürün yada hizmetle ilgilidir. Kalibrasyonda; ölçme aletinin ulusal yada uluslar arası standartlarla, temel standartlarda yada temel fiziksel sabitler yada özellikleri ile ilgilidir. Veri toplamada; bir ürün yada hizmetin hesaplamaları ve kalite halkası kanalıyla elde edilen verileri ile ilgilidir. İzlenebilirlik şartları, önceden belirlenmiş bir zaman dilimi yada belli bir başlangıç noktası için belirtilmelidir.

2.16 Standart Dışı İzin (Concession; Waiver)

İmal edilmiş olan, fakat belirlenmiş nitelikleri taşımayan bir miktar malzeme, bileşen yada stokların kullanılması yada piyasaya arzı için verilen yazılı izindir. Standart dışı izin, belirli miktar yada zaman ve özel kullanımlar içindir.

2.17 Üretim İzni, Sapma İzni (Production Permit; Deviation Permit)

Üretimden yada hizmetin hazırlığından önce, belirli miktar yada zaman için, belirlenmiş şartlardan verilen izindir.

2.18 Güvenirlilik (Reliability)

Bir birimin, belirlenen şartlar altında ve belirli bir zaman diliminde, istenilen fonksiyonları yerine getirebilme kabiliyetidir. Güvenirlilik terimi, aynı zamanda başarı ihtimalini yada başarı oranını gösteren güvenirlilik özelliği olarak da kullanılır.

2.19 Mamul Sorumluluğu, Hizmet Sorumluluğu (Product Liability)

Ürün yada hizmetin sebep olduğu kişilerde yaralanmalar, mallarda hasarlar yada diğer zararların, üretici yada başkaları tarafından düzenleneceğini belirten genel bir terimdir.

2.20 Uygunluksuzluk (Nonconformity)

Belirtilen şartların yerine getirilmemesidir. Tanım, bir yada birden fazla kalite özelliklerinin yada kalite sistemi elemanlarının mevcut olmaması yada belirtilen şartlardan sapmasını da kapsamaktadır. “Uygunluksuzluk” ve “Kusur” arasındaki temel farklılık, belirlenen şartların amaçlanan kullanım şartlarından farklı olabilmesidir.

2.21 Kusur (Defect)

Amaçlanan kullanım şartlarının yerine getirilmemesidir. Tanım, bir yada birden fazla kalite özelliğinin mevcut olmaması yada amaçlanan kullanım şartlarından sapmasını da kapsamaktadır. “Uygunluksuzluk” ve “Kusur” arasındaki temel farklılık, belirlenen şartların amaçlanan kullanım şartlarından farklı olabilmesidir.

2.22 Şartname (Specification)

Ürün yada hizmetin uyması gereken şartları, detaylı olarak açıklayan dokümandır. Bir şartname, teknik resim, örnek yada ilgili başka dokümanlara atıf yapabildiği gibi bunları da kapsayabilir, aynı zamanda uygunluğun kontrol kriterlerini de belirtir.



ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 30.08.1972

Doğum yeri İzmir

Lise 1988 - 1991 İzmir Çınarlı Teknik Lisesi

Lisans 1992 - 1996 Yıldız Teknik Üniversitesi
Kimya-Metalurji Fakültesi
Metalurji Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 1996-1999 Yıldız Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Metalurji Mühendisliği Anabilim Dalı,
Üretim Metalurjisi Programı

Çalıştığı kurumlar

1997-1998 Marinex GmbH.-Proje Mühendisi

1998-Devam ediyor BORUSAN Holding-Kerim Çelik A.Ş.
Sıgnode Departmanı İç Satış Şefi

