

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FANTAZİ İPLİK MAKİNELERİNDE SERVO
MOTOR VE SAHAYOLU UYGULAMALARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elk.Müh. Mehmet Eren AYDIN

Anabilim Dalı: Elektrik Mühendisliği

Programı: Kontrol ve Otomasyon Mühendisliği

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Tamer KUTMAN

NİSAN 2004

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FANTAZİ İPLİK MAKİNELERİNDE SERVO
MOTOR VE SAHAYOLU UYGULAMALARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elk.Müh. Mehmet Eren AYDIN

504011132

Anabilim Dalı: Elektrik Mühendisliği

Programı: Kontrol ve Otomasyon Mühendisliği

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Tamer KUTMAN

NİSAN 2004

ÖNSÖZ

Tekstil sektöründe sayılı söz sahibi olan Türkiye, iplik üretiminde de ilk on ülke arasında bulunmasına rağmen iplik büküm makineleri imalatında aynı başarıyı uzun bir süre gösterememiştir. Son yıllarda yaşanan ekonomik krizler sebebiyle iplik üreticilerinin pahalı olan bu makineleri alması da oldukça güçleşmiştir. Bu sebepten dolayı yerli makine imalatçıları ithal makinelerle teknik olarak rekabet edebilecek ve aynı zamanda ithal makinelerden daha ekonomik olan iplik büküm makineleri yapma yoluna gitmiştir.

Bu konuda iplik büküm makinelerinin performansını en üst seviyelere çıkarabilecek kontrol donanımı ve bu donanımına ait yazılımı hakkında çalışma yoluna gidilmiş ve bu kriterleri sağlayan en ekonomik sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır.

Çalışmalarımın her safhasında beni yönlendiren ve yardımını esirgemeyen hocam, Prof.Dr. Tamer KUTMAN' a teşekkürlerimi sunarım.

Teknik açıdan yardımlarını esirgemeyen Y.Müh. Duhan SÖNMEZ'e, Akif SARIİBRAHİM'e, iplik makineleri ve pazar payları hakkındaki bilgileri bana sunan Yasin DERELİ'ye ve MİSPA A.Ş.'ye teşekkürü borç bilirim.

Son olarak bana her zaman destek olan babam Prof.Dr. Yüksel AYDIN ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Nisan 2004

M. Eren AYDIN

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	V
ŞEKİL LİSTESİ	VI
SEMBOL LİSTESİ	VII
ÖZET	VIII
SUMMARY	IX
1. GİRİŞ	1
2. FANTEZİ İPLİK MAKİNELERİNİN ÇALIŞMA İLKELERİ VE PERFORMANS ÖZELLİKLERİ	4
2.1. Değişik Büküm İşlemleri ve Beklenen Performans	4
2.1.1. Tek İplikle Büküm	4
2.1.2. İki veya Daha Fazla iplikle Büküm	4
2.2. Değişik Büküm Makinelerinin İncelenmesi	6
2.2.1. Ring iplik makineleri	6
2.2.2. Delik iğli makineler	6
2.2.3. Kombine iplik makineleri	7
2.2.3.1. Giriş mili	8
2.2.3.2. Çekim	8
2.2.3.3. Besleme mili	8
2.2.3.4. Üst iğ	8
2.2.3.5. Çıkış	9
2.2.3.6. Alt iğ	9
2.2.3.7. Palanga	9
3. KONTROL DONANIMININ SEÇİMİ	10
3.1. Motorlar	10
3.1.1. Servo motor seçimi	10
3.1.2. Palanga motoru seçimi	15
3.1.3. İğ motorlarının seçimi	18
3.2. Sürücüler	20
3.3. Otomasyon Donanımı	23
3.3.1. CT Net	23
3.3.2. SM APP modülü	24

3.3.3. Yazılım ve SYPT Workbench	25
3.3.4. Arayüz programı	32
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	35
4.1. Makinenin Ekonomik Olarak İncelenmesi	35
4.2 . Büküm Makinesinde Gelecekte Yapılması Planlanan Yenilikler	38
KAYNAKLAR	41
EKLER	42
ÖZGEÇMİŞ	48

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1. İthal edilen makine sayısının yıllık değişimleri	2
Tablo 3.1. Seçilen servo motorun özellikleri	15
Tablo 3.2. Master ve slave değişkenleri	29
Tablo 4.1. PLC kullanılan sistemin maliyeti.....	37
Tablo 4.2. Eksen kontrolörü kullanılan sistemin maliyeti.....	37
Tablo 4.3. Uygulama modülü kullanılan sistemin maliyeti.....	37
Tablo 4.4. Kullanıcı arayüz cihazlarının maliyet karşılaştırılması.....	38
Tablo 4.5. Sürücü maliyetlerinin karşılaştırılması.....	38

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1 : Tek iplikle büküm	4
Şekil 2.2 : Çift iplikle büküm	5
Şekil 2.3 : İplik yapısında oluşturulan farklı yapı	5
Şekil 2.4 : Ring iplik makineleri	6
Şekil 2.5 : Delik iğli makine ve büküm yönleri	7
Şekil 2.6 : Kombine iplik büküm makineleri	7
Şekil 2.7 : Kombine iplik büküm makinelerinin kısımları	9
Şekil 3.1 : Servo motorlar	10
Şekil 3.2 : Silindirlerin hareket profil	12
Şekil 3.3 : Silindirlerin moment grafiği	14
Şekil 3.4 : Seçilen servo motorun moment-hız eğrisi	15
Şekil 3.5 : Palanga kısmının hareket grafiği	16
Şekil 3.6 : Palanga kısmının yük momenti grafiği	18
Şekil 3.7 : İğlerin hareket profili	19
Şekil 3.8 : İğlerin yük momenti grafiği	20
Şekil 3.9 : Unidrive SP	21
Şekil 3.10 : Commander SE	22
Şekil 3.11 : Sistemin tahrik şeması	22
Şekil 3.12 : CT Net uygulaması	24
Şekil 3.13 : Uygulama modülü ve bağlantı şeması	25
Şekil 3.14 : Sypt Workbench programı	26
Şekil 3.15 : Lineer interpolasyon	27
Şekil 3.16 : CAM BOX Bloğu	28
Şekil 3.17 : CAM tablosunun grafiğe aktarımı	29
Şekil 3.18 : Kodlayıcı darbeleri ve kenar sayıları	30
Şekil 3.19 : POSLOOP bloğu	30
Şekil 3.20 : POSLOOP bloğunun iç yapısı	31
Şekil 3.21 : Sypt Workbench programında blokların gösterimi	32
Şekil 3.22 : Arayüz programı	33
Şekil 3.23 : Sistemin görünümü	34
Şekil 4.1 : CT Sync çalışma ilkesi	39
Şekil 4.2 : Ortak DC baralı sistem	40
Şekil A.1 : Makinenin genel görünümü	42
Şekil A.2 : Arayüz programı ve bilgisayar sistemi	43
Şekil A.3 : Kayış kasnak sistemi	43
Şekil A.4 : Panodan görünüm	44
Şekil B.1 : Çıkış sürücüsü akış diyagramı.....	45
Şekil B.2 : Giriş, besleme ve çekim sürücüsü akış diyagramı.....	46
Şekil B.3 : Palanga sürücüsü akış diyagramı	47

SEMBOL LİSTESİ

N	: Kuvvet birimi (Newton)
Nm	: Moment birimi (Newton-metre)
M_{si}, M_{pm}	: Silindir ve palanga milindeki eylemsizlik momenti
M_s, M_p, M_i	: Silindirlerin, palanganın ve iğlerin momenti
M_{se}, M_{pe}, M_{ie}	: Etkin moment ifadeleri
m_s, m_p, m_i	: Silindirlerin, palanganın ve iğlerin kütleleri
d_s	: Yoğunluk
J_s, J_i	: Silindirlerin ve iğlerin eylemsizlik katsayıları
r_s	: Silindirlerin yarıçapları
l_s	: Silindirlerin uzunluğu
ω_s	: Silindirlerin açısal hızları
F_s	: Silindirlere etki eden kuvvet
n_s	: Devir/dakika cinsinden hız
ψ_p	: Palanganın çizgisel hızı
a_p	: Palanganın çizgisel ivmesi
F_{si}, F_{pm}	: Sindir ve palangaya etkiyen eylemsizlik kuvveti
P_i, P_s, P_p	: Silindir, palanga ve iğlerin güçleri
ü	: Çevirme oranı
ç	: Direnç değeri (Ohm)
PF/m	: Metre başına düşen kapasite değeri
Mbit/s	: Saniyede aktarılan veri yapısı (Megabit/Saniye)

ÖZET

Farklı yapılarda ve birden çok ipliğin bükülerek yeni bir ipliğin oluşması işleminde son yıllarda çok çeşitli uygulamalar ve kontrol teknikleri geliştirilmiştir. Bu sistemlerden beklenen önemli özellikler arasında, hızlı ve hatasız üretim, kullanım kolaylığı ve ekonomik olmaları ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmada Türkiye’de üretilen iplik büküm makinelerinin kontrol mekanizması ve yazılımı incelenmektedir.

Tezin birinci kısmında farklı büküm işlemleri hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra büküm makineleri hakkında bilgi verilmiş ve bu makinelerin ayrı ayrı yaptığı işlemlerin tek bir mekanik düzende toplayan fantezi iplik makinesinin kısımları ayrı ayrı incelenmiştir.

Yapısal işlevleri belirlenen bu kısımların tahrik kısımları anlatılmıştır. Makinenin yüksek hızlarda güvenli çalışabilmesi için seçilen otomasyon donanımları belirtilmiş ve bu donanımlara ait özellikler incelenmiştir. Sistemde ayrık kontrol sistemi uygulanması anlatılmış ve her motoru tahrik eden sürücüler, gönderilen hız, konum ve senkronizasyon referanslarından aldıkları bilgilere göre PLC yardımı olmadan kendi kontrol mekanizmasını oluşturulması sağlanmıştır. Kontrol yazılımında kullanılan önemli kısımlardan pozisyon kontrol bloğu ve dijital kilitleme bloğu hakkında geniş bilgi verilmiştir.

Diğer yandan makinenin hızlı olması ve dinamik cevap süresinin kısa tutulması için otomasyon sistemi dahilinde servo ve kapalı çevrim sürücüler arasında sahayolu uygulamasına gidilmiştir. Sahayolu opsiyonun sürücü modülü üzerinde standart olması sebebi ile ek bir donanıma gerek kalmadan 5Mbit/s hızlarda veri iletişimi sağlanmıştır. Sahayolu uygulamasının bir iplik makinesinde uygulanması ilk olarak Türkiye’de denenmektedir.

Makine için özel tasarlanan ve kullanıcıya büyük kolaylıklar sağlayan arayüz programı sayesinde, makineyi kullanan kişiler makinenin ve sürücülerin bütün ayarlarını bir PC yardımı ile yapabilmektedirler.

Son kısımda makinenin ekonomik ve performans olarak incelenmesi ve kullanılan diğer otomasyon teknikleri ile kıyaslanması anlatılmaktadır. Bu kısımda ayrıca enerji tasarrufu ve servis kolaylığı sağlayacak olan ve yapılması planlanan yenilikler hakkında bilgi verilmektedir.

SUMMARY

Different types of process and control technics are developed to produce various types of yarn by twisting two or more yarns. The most expected features of the systems are fast and perfect production, being user friendly and economical. In this thesis the control mechanism and software is examined.

In the first part of the thesis different kinds of twisting processes are explained. After this, the various of twisting machines are explained and the parts of the fancy yarn machine which can produce all types of yarns made by tthe other machines are examined.

Working processes of these parts explained with their drive systems. Otomation hardware and their features are observed for the safe workings at high speeds. Discrete control which is used in the system is explained and the drivers composes the control mechanism by the speed, position and synchronization reference data without PLC. The most important blocks which is used in the software, digital lock and position blocks are explained effectively.

On the other hand to obtain faster working and shorter dynamic response, a fieldbus application is used between the close loop and servo drives. 5 Mbit/s data tranfer is obtained by the option modul which have a standart fieldbus gate. This fieldbus application in a twisting machine is fistly used in Turkey.

The interface program which is specially designed for the operator, supplies the user friendly system. By this program the user can make all the settings of the machine by the help of the PC.

At the last part the economical and performance properties of the machine is examined and compared with the other otomation technics. In addition the projects which will obtain the energy saving and service facility in the future are explained.

1. GİRİŞ

Türkiye tekstil sektöründe Dünya'daki söz sahibi ülkelerden biridir. Hammaddenin de Türkiye'de üretilmesi Türkiye için önemli bir avantajdır. Ancak Türkiye, iplik işleme konusunda ve iplik makinesi üretimi konusunda maalesef aynı başarıyı uzun bir süre sağlayamamıştır. İplik sektöründe, mukavemet, kopma uzaması, renk düzensizliği ve iplik yapısı gibi özellikler iplik kalitesini belirler. Bu yüzden iplik sektöründe kullanılan makinelerin performans özellikleri iplik kalitesi için oldukça önemlidir. İplik üretiminde kullanılan makinelerin çoğunun yurtdışından gelmesi tekstil sektöründeki karı ve hammadde avantajını olumsuz yönde etkilemektedir. Yurtdışından gelen makinelerden, ikinci el olanlar eski teknolojiye sahip oldukları için performansları oldukça düşük, yeni makineler ise oldukça pahalıdır.

Bu durum karşısında yerli makine imalatçıları ithal makinelerle rekabet edebilecek ve hatta bazı performans özellikleri sayesinde ithal makinelerden daha üstün performans gösterebilen makineler tasarlama yoluna gitmişlerdir. Bu sayede daha az maliyetle daha iyi performans gösteren makineler, iplik üreticilerinin de ilgisini çekmeye başlamıştır. Fantezi iplik makineleri de artık yerli makine imalatçıları tarafından dizayn edilebilmektedir. Özellikle çift iplik büküm makinelerinde kullanılan otomasyon donanımları ve özel yazılımlar sayesinde yerli makineler, dünya devleri ile rahatlıkla rekabet edebilmektedir.

İplik büküm makinelerinden beklenen önemli özellikler arasında makinenin hızlı çalışması ve yüksek hızlarda iplik yapısının bozulmaması bulunmaktadır. Makinenin hızlı çalışabilmesi için mekanik ve otomasyon aksamalarının iyi seçilmesi şarttır. Kullanılan parçaların eylemsizliğinin düşük, mekanik dayanımının ise yüksek olması koşulu ile makine yüksek hızlara çıkabilmektedir. Sistemdeki oluşabilecek değişiklere karşı makinenin hızlı cevap vermesi iplik yapısındaki bozulmaları

engelleyen önemli bir etkidir. Makinelerden beklenen diğer bir önemli özellik ise kullanılan otomasyon elemanlarının ağır çalışma koşullarına dayanabilmesidir. Türkiye’de bulunan tekstil işletmelerinin çoğu 24 saat çalışmaktadır. Bu durum karşısında işletmecinin kullanacağı makinelerinde bu koşullara dayanabilmesi gerekmektedir. İplik üreticilerinin makinelerden beklediği diğer önemli özellik ise işlenecek makinenin çeşitli iplik türleriyle çalışabilmesidir. Bir makine ile bir çeşit iplik üretilebilebilmesi kullanıcı açısından hoş olmayan bir durumdur. Kullanıcı tek iplik, iki veya daha fazla iplik bükümü gibi işlemleri yapabilen, pamuklu ip veya elyafı tek bir makinede işleyebilen kombine iplik büküm makinelerini tercih etmektedir.

Türkiye’ye yurtdışından gelen iplik makinelerin yıllara göre dağılımı Tablo 1’de gösterilmektedir. Bu tablodaki değerlere göre kriz sonrası açılan tekstil sektörüne rağmen, yurtdışından makine alımını önemli ölçüde azaltmıştır. Bu değerler yerli makine imalatçılarına olan güvenin artması olarak yorumlanmaktadır [1].

Tablo 1.1 İthal Edilen İplik Makine Sayılarının Yıllara Göre Dağılımı

Yıllar	Sayı
1989	124
1990	266
1991	202
1992	281
1993	400
1994	199
1995	535
1996	811
1997	697
1998	383
1999	120
2000	113
2001	132
2002	126
2003	107

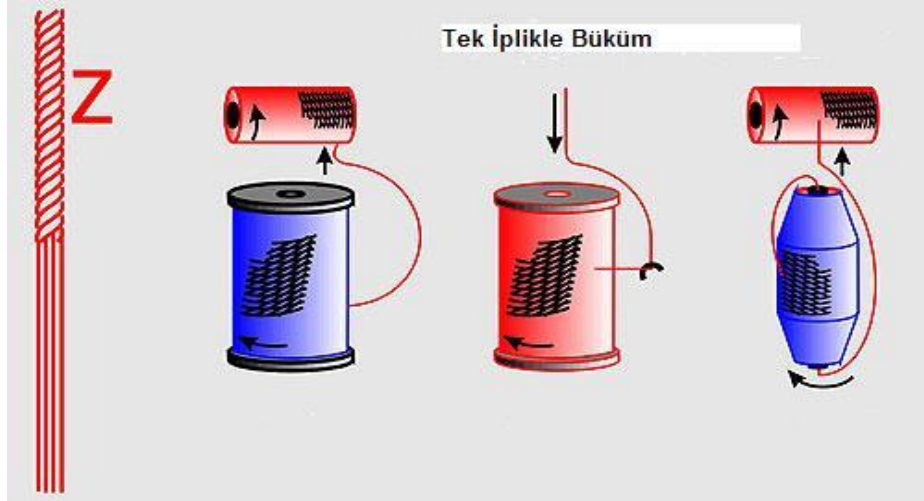
İplik büküm makineleri yurtiçinde büyüyen pazar paylarının yanında yurtdışında da ilgi çekmeye başlamışlardır. Bu sayede Türkiye tekstil sektöründe hammadde üretiminin yanında makine üretiminde de oldukça iyi yerlere gelmeye başlamıştır. Üretilen bu makinelerin İtalya ve Almanya gibi lider makine imalatçılarının bulunduğu ülkelere ihracatı yapılmaya başlanmıştır. Gelecekte bu pazarın büyüyeceğini dikkate alınırsa, Türkiye’de bulunan imalatçıları sayesinde, Türk ekonomisinin daha iyi yerlere gelmesi beklenmektedir.

2. FANTEZİ İPLİK MAKİNELERİNİN ÇALIŞMA İLKELERİ VE PERFORMANS ÖZELLİKLERİ

2.1. Değişik Büküm İşlemleri ve Beklenen Performans

2.1.1. Tek İplikle Büküm

Adından da anlaşıldığı gibi, bu işlemde sadece bir iplik kullanılır. Bu işlem sayesinde iplik kuvvetlendirilir. Büküm işleminin sonunda iplik filament ipliği ile sabit şekline kavuşur. Şekil 2.1’de tek iplikle büküm işlemi gözlenmektedir.



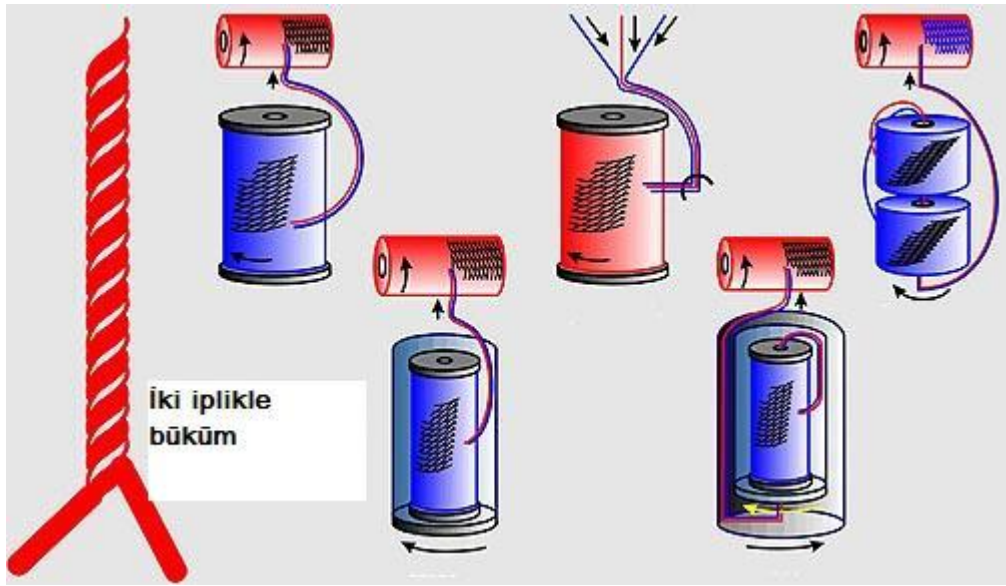
Şekil 2.1. Tek İplikle Büküm

2.1.2. İki ya da Daha Fazla İplikle Büküm İşlemi

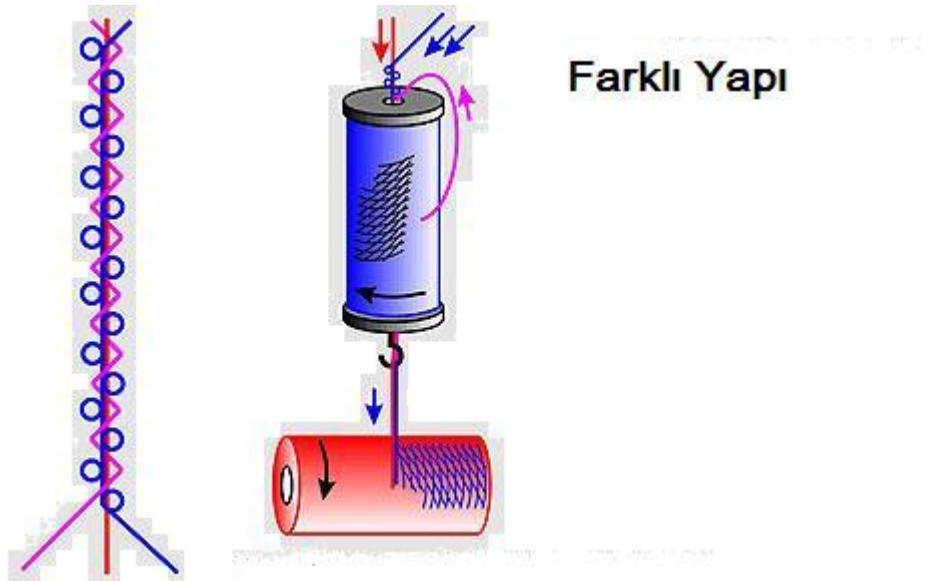
Aslında büküm işlemi denince iki ya da daha fazla ipliğin işleme girmesi akla gelmektedir. Bu sayede iplik daha kuvvetli bir hale gelmekle kalmaz, değişik şekiller ve desenler de oluşturabilir. Bu işlemde bir tane ana iplik en az bir adet de şekil veren iplik bulunur. Büküm işleminin sonunda filament ipliği devreye girmeden önce

ters yönde de büküm imkanı vardır. Bu sayede bükümün sıklığı ayarlanabilir. Daha sıkı veya rahat yapıda bükülmüş yapılar olabilir.

Çift iplik bükümünde önceden de belirtildiği gibi en az iki iplik olmalı ve bu ipliklerden birisi ana iplik diğerleri ise şekil veren iplik olmalıdır. Bu işlemde şekil veren ipliğin hızının ana ipliğe göre daha hızlı veya yavaş olması sayesinde iplikte boncuklu yapı ve kırçilli desen yapmak mümkündür. Şekil 2.2’de çift iplikle büküm işlemi ve oluşan desen gözlenmektedir. Şekil 2.3’te ise büküm işleminde farklı yapıya örnek olarak gösterilebilen boncuklu (nope) iplik üretimi gösterilmektedir.



Şekil 2.2. Çift İplikle Büküm



Şekil 2.3. İplik Yapısında Gözlenen Farklı Yapı

2.2. Değişik Büküm Makinelerinin İncelenmesi

2.2.1. Ring İplik Makineleri

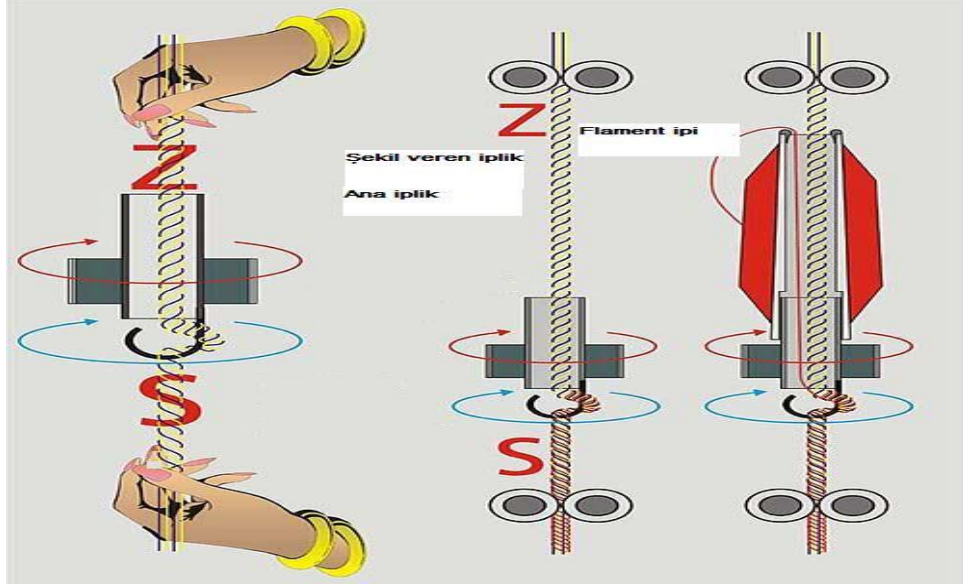
Bu iplik makinelerinin sayısı günümüzde iyice azalmasına rağmen büküm makinelerinin atası olarak kabul edilir [2]. Bu yüzden bu makineleri de incelemekte fayda vardır. Bu makinede şekil veren iplik ve ana iplik farklı iki tahrik sistemi ile işleme konur. Yine bu makinede büküm işlemi sonucunda ters yöne doğru büküm sayesinde büküm adedi ayarlanabilmektedir. Bu makinelerin üretim hızı diğerlerine oranla daha yavaş ve üretim aralığı kısadır. Şekil 2.4'te ring iplik makineleri ve büküm işlemi görülmektedir.



Şekil 2.4 Ring İplik Makineleri

2.2.2. Delik İğli Makineler

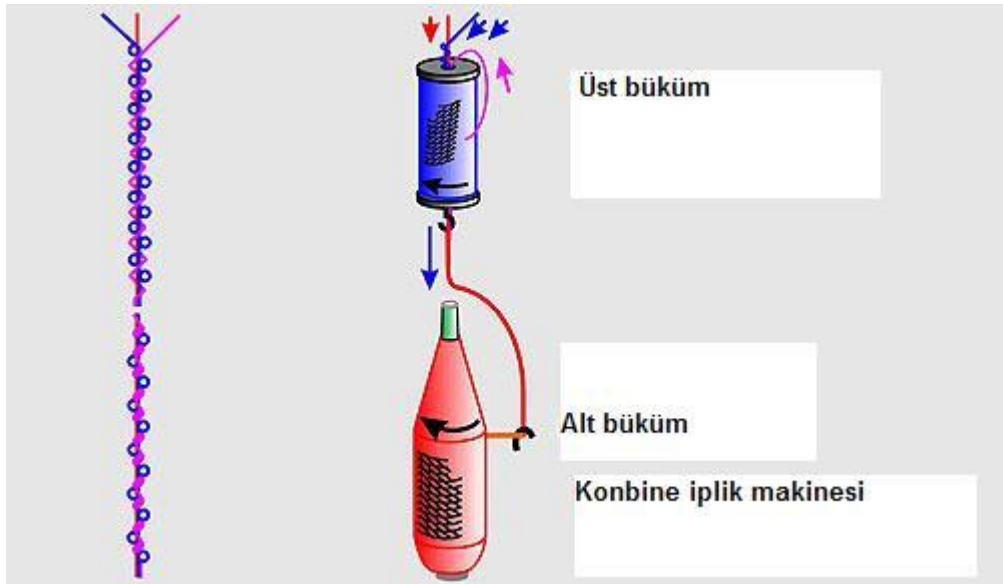
Bu makineler ring iplik makinelerine göre hızlı ve işlem aralığı daha uzundur. Bu makinelerde filament ipliğin kullanıldığı ve şeklin sabitlendiği kısım, birbirine zıt yönde çalışan iki büküm halkasının arasındadır. Üst kısımda verilen S bükümünün sayısı, alt bükümde verilen ters yöndeki Z bükümü ile azaltılır [3,5]. Şekil 2.5'te delik iğli makineler ve büküm işlemi görülmektedir.



Şekil 2.5. Delik İğli Makine ve Büküm Yönleri

2.2.3. Kombine İplik Makineleri

Asıl incelenecek olan makine modeli olan bu tip, yukarıda adı geçen ring iplik ile delik iğli makinenin kombinasyonu olan modeldir [4-6]. Şekil 2.6'da gösterilen kombine iplik makinesinin kısımlarını ve çalışma prensiplerini sırasıyla inceleyelim.



Şekil 2.6. Kombine İplik Makinesi

2.2.3.1. Giriş Mili

Giriş bölümü ana ipliğin işlenmek üzere makineye dahil olduğu kısımdır. Bu bölümde ana iplik, bir silindir ve makara arasından geçer. Bu silindir motor ile tahrik edilmektedir. İstenen iplik şekline göre bu kısımda değişken ve sabit hız seçenekleri, durmalı çalışma gibi değişik çalışma koşulları gözlenir. Bu kısımdaki motor konum kontrollü çalışmaktadır. Referans konum kontrol bilgisi çıkış milinden gelmektedir.

2.2.3.2. Çekim

Bu kısım, işlenecek olan ana ipliğin elyaf yapıda olması durumunda devreye girmektedir. Bu kısımda makaralı silindir yerine elyafın kopmasını engelleyici elastik şeritler yardımıyla ip işleme sokulur. Çalışma olarak giriş ile aynı özelliktedir. Çekim miline bağlı motor konum kontrollü olarak çalışmaktadır. Konum bilgisi çıkış milinden alınmaktadır.

2.2.3.3. Besleme

Çekim kısmı ana ipliğe form veren, iplikteki değişik şekillere sebep olan ikinci ipliğin makineye dahil olduğu kısımdır. Yine istenen iplik şekline göre buradaki mile bağlı olan motorda farklı hızlarda çalışma sağlanabilir. Yine buradaki motorda durmanın ve kalkmanın sıkça olduğu gözlenmektedir. Gerçekte iplikteki boncuklu ve farklı yapı tamamen buradaki iplikte sağlanır. Buradaki motorun hızının ana iplikteki hızdan bağımsız olması tercih edilir. Boncuklu yapı oluşturulurken giriş mili durmakta, besleme mili çalışmaktadır. Bu mile bağlı olan motor konum kontrollü çalışmakta ve konum bilgisini çıkış milinden almaktadır.

2.2.3.4. Üst İğ

Bu kısımda ana iplik ve şekil veren besleme ipliği birleşerek bükülürler. Aynı anda alt kısımdaki iğ ise ters yönde çalışmaktadır. Makinenin bu kısmı delik iğli makine tipine oldukça benzer durumdadır. Bu kısmın çıkışında bükümü sabitlemek için filament iplik kullanılır. Üst iğdeki motorda durma veya ani hız değişimleri gözlenmez. Hız kontrollü çalışır ve referans hız bilgisini çıkış milinden alır.

2.2.3.5. Çıkış

Bu kısma ana iplik ve şekil veren iplik bükülerek birleşmiş olarak gelmektedir. Bu milin en önemli özelliği diğer millere konum ve hız referansı göndermesidir. Bu milde sıkça durma ve geri yönde çalışma gözlenir. Konum kontrollü çalışmakta ve referansını makine kullanıcısının verileri girdiği bilgisayardan almaktadır.

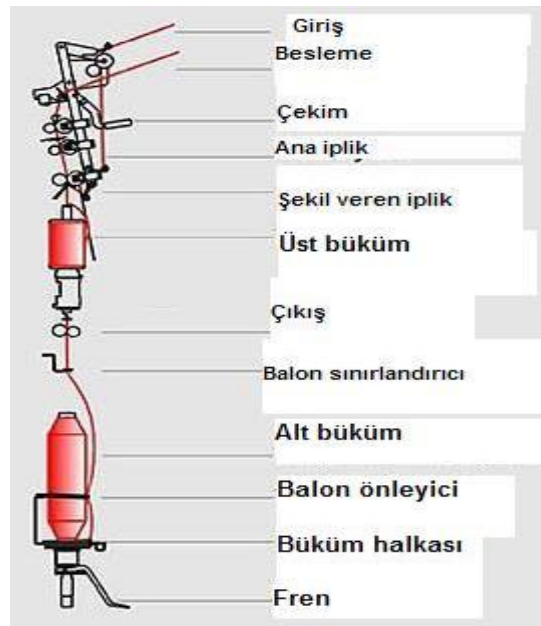
2.2.3.6. Alt İğ

Alt iğ kısmındaki büküm yönü, üst iğdeki büküm yönünün tersi olmalıdır. Bunun sebebi üst bükümde oluşan sık yapıyı bollaştırmak ve büküm sayısını istenilen değerde tutmaktır. Bu kısımda da motorda durma ve kalkma gözlenmez sadece hız kontrolü esasına göre çalışma gözlenir. Hız referansı çıkış milinden alınır.

2.2.3.7. Palanga

Palanga kısmı alt iğ kısmından çıkan bükülmüş ipliğin ipliğin düzgün bir şekilde bobinlere sarılmasını sağlar. Bu kısımdaki motorda ani hızlanma ve yavaşlama yoktur. Sabit periyotlar boyunca ileri ve geri yönde çalışır. Bu kısımda hız ve konum kontrollü çalışma vardır. Hız referansını çıkış milinden, konum referansını ise bu kısımdaki motorun arkasındaki kodlayıcıdan almaktadır.

Açıklanan bu kısımların makine üzerinde gösterimi Şekil 2.7’de gösterilmektedir.



Şekil 2.7. Kombine İplik Büküm Makinesinin Kısımları

3. KONTROL DONANIMININ SEÇİMİ

3.1. Motorlar

İplik büküm makinesinde mekanik olarak birbirinden bağımsız yedi adet hareketli kısım vardır. Makinede duruş ve kalkışların çok sık olduğu, değişken hızların gözlendiği motorlar olduğu gibi, sabit hızda tek yönde dönme işlemi yapan oldukça ve basit uygulamalarda kullanılan motorlar da bulunur.

3.1.1 Servo Motor Seçimi

Önceki bölümde de açıklandığı gibi konum kontrollü çalışan, sıkça duruş ve kalkış yapan giriş, çekim, besleme ve çıkış kısımlarında AC servo motorlar tercih edilmiştir. Şekil 3.1’de değişik boyutlarda servo motorlar görülmektedir. 4096 darbelik artımlı kodlayıcı sayesinde istenilen hassas konum kontrolü başarı ile sağlanabilmektedir. Sistemde bulunan servo motorlar konum referanslarını çıkış kısmının milinden almaktadırlar. Servo motor seçiminde çekilen ipliğin gerginliği ve ipliği çeken millerin duruş ve kalkış anlarındaki eylemsizliği dikkate alınmıştır [7].



Şekil 3.1. Servo Motorlar

Giriş, çekim, besleme ve çıkış milleri birbirlerinin aynısı olduğundan buralarda aynı tip servo motorlar kullanılmıştır. Bu miller paslanmaz çelikten yapılmıştır. Uzunluğu 30 m, çapı 7 cm olan silindirik miller, çevirme oranı 1/6 olan bir kayış-kasnak sistemi yardımıyla tahrik edilmektedir. İpliğin gerginliği ve çeken milin yarıçapı yardımı ile yük momenti bulunur. Bu gerginlik kuvveti yaklaşık 0,1 N büyüklüğündedir.

Motor seçiminde ilk aşama, mekanik yapının hareket profilinin tanımlanmasıdır. Çoğu kez periyodik biçimde olan hareket profili, motorun hızı ve endüklediği momentin zamana göre değişimidir. Özellikle duruş ve kalkışların en sık, ivmelerin ise en büyük olduğu durumlar motorlar için en ağır çalışma koşullarıdır. Motor seçimi için hareket profilinde bu ağır çalışma koşullarının olduğu zaman dilimleri ve bir hareket periyodunda gözlenen etkin gücün hesaplanması gerekmektedir. Motor seçiminde kullanılacak temel denklem

$$M_s = \ddot{u} * M_{si} + \left(\frac{1}{\ddot{u}}\right)^2 J_s * \left(\frac{d\omega_s}{dt}\right) \quad (3.1)$$

dir. Bu denklemde J_s ile belirtilen silindirin eylemsizliğinin hesaplanması için silindirin ağırlığının hesaplanması gerekir [8].

$$m_s = d_s * (\pi * r_s^2 * l_s) \quad (3.2)$$

Silindirin eylemsizliği ise

$$J_s = \frac{1}{2} * m_s * r_s^2 \quad (3.3)$$

denklemleri ile hesaplanır. Açısal hız (ω_s) ile dev/d arasındaki ifade

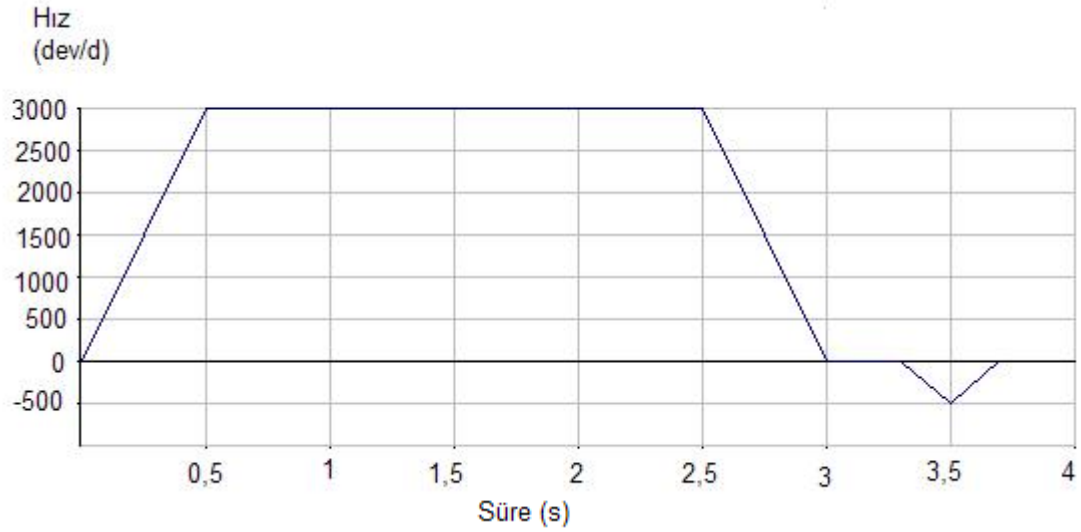
$$\omega_s = \frac{2 * \pi * n_s}{60} \quad (3.4)$$

denklemleri yardımı ile bulunur. İplikteki gerilme kuvvetinin silindire uyguladığı moment ise

$$M_{si} = F_{si} * d_s \quad (3.5)$$

olarak bulunur.

Servo motorların tahrik ettiği silindirler için hareket profili Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2 Silindirlerin Hareket Profili

Şekil 3.2’de gösterilen profilde en ağır çalışma koşulu, servo motorun 0,5 saniye içinde 3000 dev/d hıza ulaşmasıdır. Yükün çelikten yapılmış bir silindir olduğu göz önüne alınarak eylemsizliği ağırlık ve çap değerlerinden bulunabilir. Silindirin ağırlığı

$$m_s = 7738,9 * (0,035^2 * 30 * \pi) = 893,5 \text{ kg} , \quad (3.6)$$

eylemsizliği ise

$$J_s = \frac{1}{2} * 893,5 * 0,035^2 = 0,5472 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \quad (3.7)$$

dir.

Her bir ipliğin gerginlik kuvveti yaklaşık 0,1 N kadardır. Makinede 48 adet ipliği aynı anda işleyebildiğinden toplam kuvvet ve yük momenti,

$$F_{si} = 48 * 0,1 = 4,8 \text{ N} \quad (3.8)$$

$$M_{si} = 4,8 * 0,035 = 0,168 \text{ Nm} \quad (3.9)$$

olacaktır. Mekanik sisteme ait genel moment bağıntısından yola çıkılarak servo motorların çıkış güçlerinin bu zaman aralığında olması gereken değer bulunur.

$$M_s = \ddot{u}^2 * J_s * \frac{d\omega_s}{dt} + \ddot{u} * M_{si} \quad (3.10)$$

$$M_s = \left(\frac{1}{6}\right)^2 * 0,5472 * \left(\frac{314,15}{0,5}\right) + \left(\frac{1}{6}\right) * 0,168 = 9,58 \text{ Nm} \quad (3.11)$$

İkinci zaman aralığında ise makinenin hızı sabittir. Bu sebeple bu aralıkta endüklenen moment sadece yük momentine eşit olacaktır.

$$M_s = \ddot{u} * M_{si} \quad (3.12)$$

$$M_s = \left(\frac{1}{6}\right) * 0,168 = 0,03 \text{ Nm} \quad (3.13)$$

Daha sonraki zaman aralığında motorların tahrik ettiği millerin istenilen sürede durması söz konusudur. Bu durumda moment denklemi ve moment ifadesi

$$M_s = \ddot{u} * M_{si} - \ddot{u}^2 * J_s * \frac{d\omega_s}{dt} \quad (3.14)$$

$$M_s = \left(\frac{1}{6}\right) * 0,168 - \left(\frac{1}{6}\right)^2 * 0,5472 * \left(\frac{314,15}{0,5}\right) = -9,52 \text{ Nm} \quad (3.15)$$

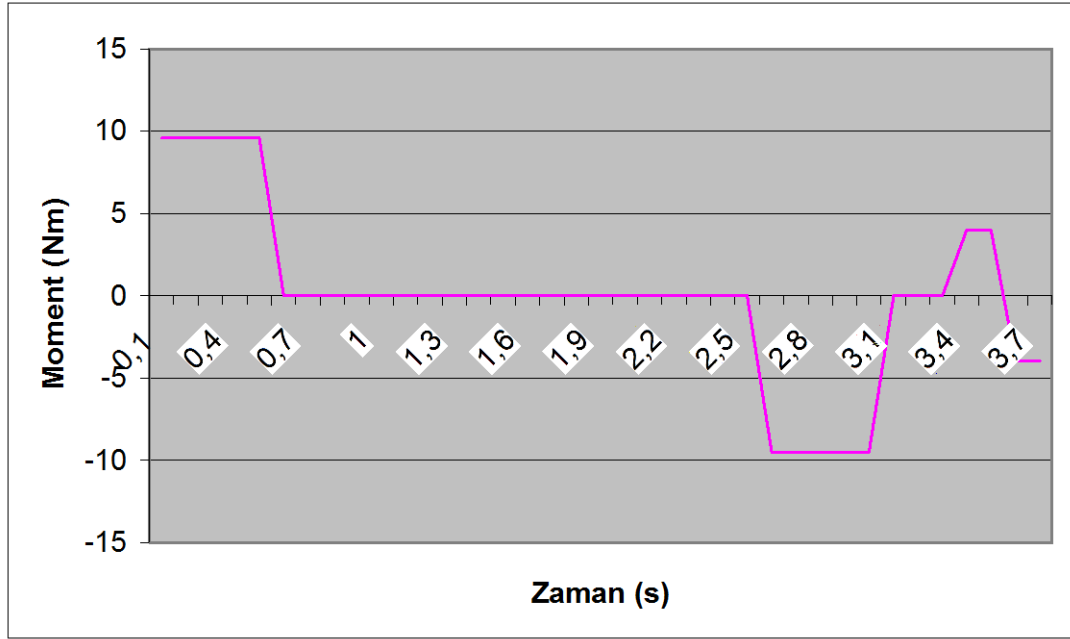
olarak bulunur. Millerin ters yöne doğru hareket ettiği zaman dilimlerinden ilkinin dikkate alırsak motorun endüklemesi gereken moment

$$M_s = \left(\frac{1}{6}\right)^2 * 0,5472 * \left(\frac{52,3}{0,2}\right) + \left(\frac{1}{6}\right) * 0,168 = 4 \text{ Nm} \quad (3.16)$$

olarak bulunur. En son zaman diliminde ise miller ters yönde frenleme yapmaktadır. Bu aralıktaki motor milinden endüklenen moment ifadesi

$$M_s = \left(\frac{1}{6}\right) * 0,168 - \left(\frac{1}{6}\right)^2 * 0,5472 * \left(\frac{52,3}{0,2}\right) = -3,94 \text{ Nm} \quad (3.17)$$

şeklindedir. Bulunan moment ifadelerinin zamana bağlı ifadesi Şekil 3.3'te gösterilmektedir.



Şekil 3.3 Silindirlerin Moment Grafiği

Moment zaman grafiğine göre etkin moment hesaplanır. Bulunan bu değerin servo motorun tutunma momentinden büyük olmaması gerekir [9]. Momentin etkin değeri

$$M_{se} = \sqrt{\frac{9,58^2 * 0,5 + 0,03^2 * 2 + (-9,52)^2 * 0,5 + 0,3 * 0 + 4^2 * 0,2 + (-3,94)^2 * 0,2}{0,5 + 2 + 0,5 + 0,3 + 0,2 + 0,2}} = 5,12 \text{ Nm} \quad (3.18)$$

olarak bulunur. Bulunan moment büyüklükleri arasında en büyük olana göre maksimum güç hesaplanır. Bu değer,

$$P_s = \omega_s * M_s \quad (3.19)$$

$$P_s = 314 * 9,58 = 3008 \text{ W} \quad (3.20)$$

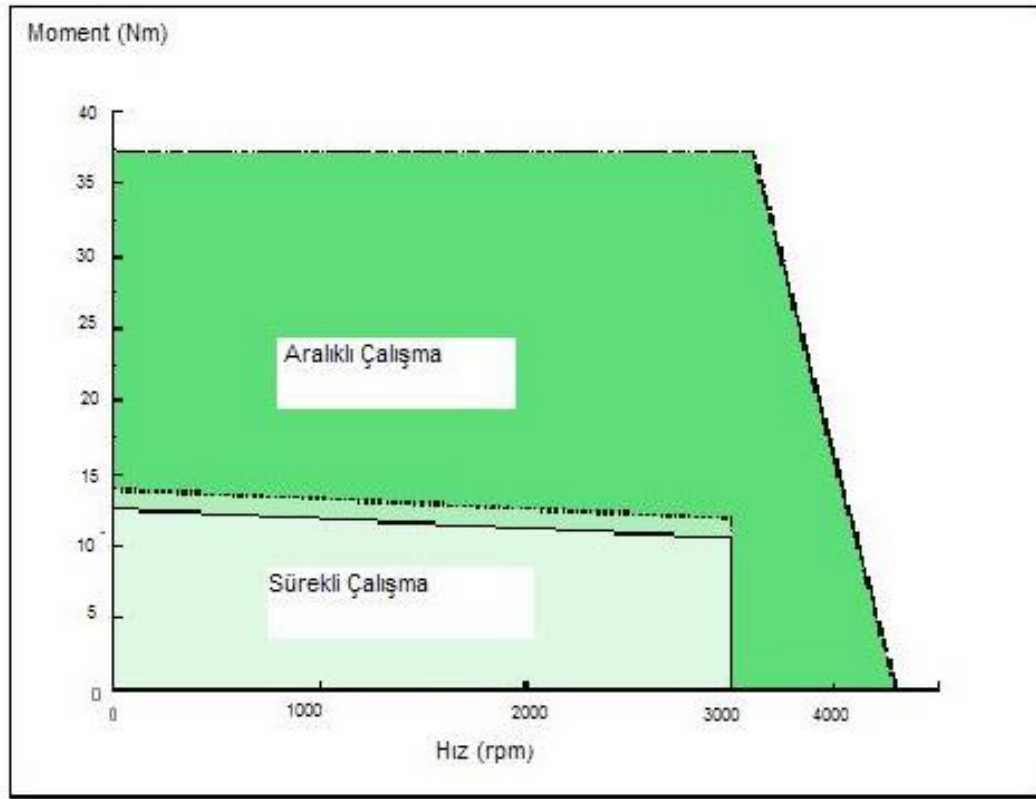
olarak hesaplanır.

Bulunan bu değerlere göre uygun motor tablodan seçilir. Seçilen motor 115UMD300CACAA tipi servo motordur. Motorun verileri tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1 Seçilen Servo Motorun Özellikleri

Sürekli Tutunma Momenti	12 Nm
Maksimum Momenti	35,9 Nm
3000 dev/d Çalışma Momenti	9,7 Nm
3000 dev/d Sürekli Tutunma Akımı	7,48 A
3000 dev/d Çalışma Gücü	3,05 kW

Seçilen motorun moment ve hız eğrisi ise Şekil 3.4'te verilmiştir. Motorun ilgili değerleri ve moment hız eğrileri dikkate alınır, hesaplanan moment ifadeleri için seçilen motor oldukça uygundur.

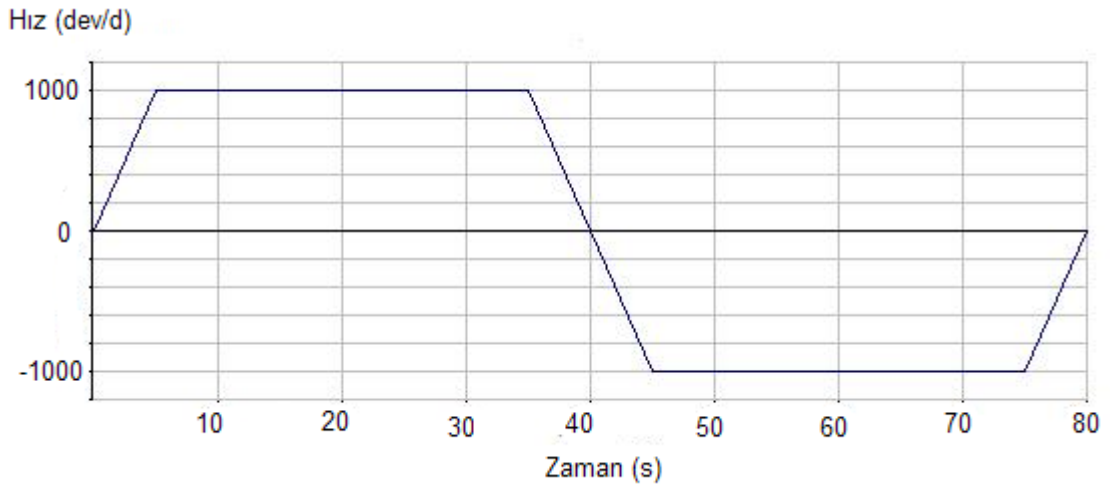


Şekil 3.4 Seçilen Servo Motorun Moment-Hız Eğrisi

3.1.2 Palanga Motoru Seçimi

Yine makinede bulunan ve bükülmüş ipliği istenilen yapıda bobinlere saran palanga kısmında konum kontrolü yapılmaktadır. Buradaki motorda yüksek dinamik performans ve değişken hızlarda çalışma yoktur. Bu yüzden palanga motoru olarak arkasına artımlı kodlayıcı monte edilmiş standart bir asenkron motor kullanılmıştır [10]. Bu kısım konum referansını arkasında bulunan, akuple edilmiş artımlı

kodlayıcıdan almaktadır. Ayrıca buradaki motor makinenin çıkış mili kısmından hız referansı da almaktadır. Palanga kısmındaki motor seçiminde en büyük etken, ipleri bobinlere saran taşıyıcı kısmın ağırlığıdır. Burada hareket, yük kaldırma işlemi gibi düşünülebilir. Yük, 30 m uzunluğunda 20 cm eninde ve 5 cm yüksekliğinde paslanmaz çelik bir dikdörtgenler prizması olarak tanımlanabilir. Motor ile yük arasında 1/20 çevirme oranı olan kayış-kasnak düzeneği vardır. Palanga kısmının hareketi sabit bir zaman aralığında yine sabit olan mesafe arasında gidiş ve geliş olarak tanımlanabilir. Palanga kısmının hareket profili Şekil 3.5'te incelenmiştir.



Şekil 3.5 Palanga Kısımının Hareket Profili

Yükün ağırlığını hesaplanması için aşağıdaki denklem kullanılır.

$$m_p = 7738,9 * (0,05 * 0,02 * 30) = 232,12 \text{ kg} \quad (3.21)$$

Palanga motoruna ait hareket grafiğine göre her bir zaman aralığı içindeki moment denklemleri bulunur ve bu kısma ait motorun gücü belirlenir. Kalkış ve duruşlarda endüklenmesi gereken momentin bulunması için palanga yükünün çizgisel hızının bulunması gerekmektedir. Daha sonraki kısımda kalkış ve duruşlardaki ivmenin hesaplanması dahilinde,

$$F_{pm} = m_p * a_p \quad (3.22)$$

$$M_{pm} = F_{pm} * d_p \quad (3.23)$$

denklemleriyle eylemsizlik momenti bulunur. Palanga motoruna bağı kasknak çapı 5 cm, yükün bağı k olduğı kasknak çapı 100 cm'dir. Motor kalkış anında 1000 dev/d hıza 5 s içinde çıkmaktadır. Yükün izgisel hızı

$$v_p = \frac{1 * \pi * 50}{60} = 2,66 \text{ m/s} \quad (3.24)$$

Çizgisel ivmesi ise,

$$a_p = \frac{2,66}{5} = 0,52 \text{ m/s}^2 \quad (3.25)$$

olarak bulunur.

Bu sonuçlar yardımı ile eylemsizlik momenti hesaplanır.

$$F_p = 232,12 * 0,52 = 63,16 \text{ N} \quad (3.26)$$

$$M_{pm} = 63,16 * 0,5 = 31,58 \text{ Nm} \quad (3.27)$$

Kalkış anında palanga motorunun endklediğı moment

$$M_p = \left(\frac{1}{20} \right)^2 * 31,58 + \left(\frac{1}{20} \right) * 232,12 * 9,81 * 0,5 = 57 \text{ Nm} \quad (3.28)$$

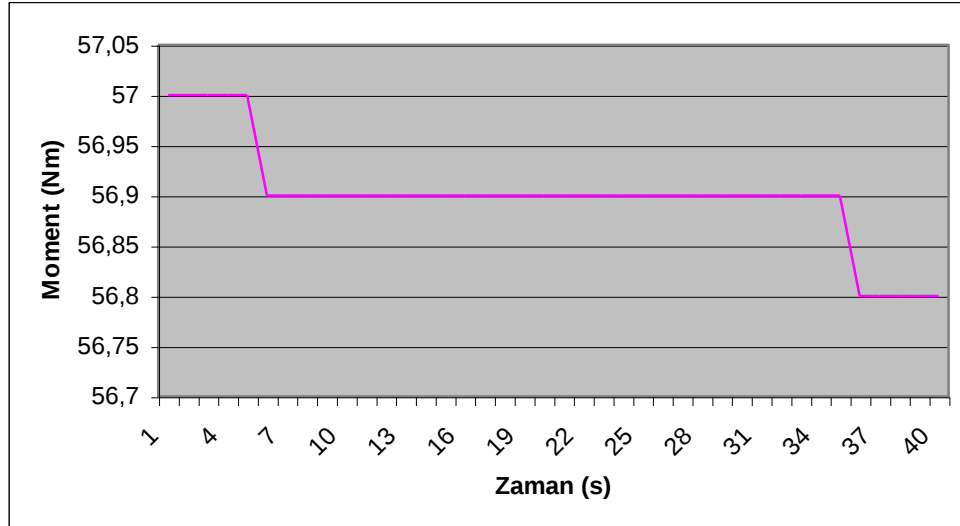
olarak bulunur. İkinci zaman aralığında ise motor sabit devirle dönmekte bu durumda endüklenen moment değeri,

$$M_p = \left(\frac{1}{20} \right) * 232,12 * 9,81 * 0,5 = 56,9 \text{ Nm} \quad (3.29)$$

olarak hesaplanır. Duruş anında ise moment ifadesi,

$$M_p = \left(\frac{1}{20} \right) * 232,12 * 9,81 * 0,5 - \left(\frac{1}{20} \right)^2 * 31,58 = 56,82 \text{ Nm} \quad (3.30)$$

değerini alır. Bulunan bu moment değeri yardımıyla palanga yüküne ait moment grafiğı Şekil3.6'da çizilmiştir.



Şekil 3.6 Palanga Yük Momenti Grafiği

Bu grafik yardımıyla palanga yük momentinin efektif değeri bulunur.

$$M_{pe} = \sqrt{\frac{57^2 * 5 + 56,9^2 * 30 + 56,82^2 * 5}{40}} = 56,89 \text{ Nm} \quad (3.31)$$

Bulunan bu değerler sonucunda motorun çıkış gücü, hesaplanan en büyük moment ifadesi yardımıyla,

$$P_p = \omega_p * M_{pe} \quad (3.32)$$

$$P_p = 104,6 * 57 = 5962 \text{ W} \quad (3.33)$$

olarak hesaplanır. 7,5 kW gücünde ve arkasına artırımı kodlayıcı monte edilmiş standart bir asenkron motor palanga kısmı için idealdir.

3.1.3 İş Motorlarının Seçimi

Alt iş ve üst iş kısımları ise sadece hız kontrollü çalışırlar. Buradaki kısımda üst ve alt iş arasındaki kısım iplikteki istenilen büküm sayısını belirler. Burada kullanılan motorlar tek yönde çalışmakta ve duruş ve kalkış gözlenmemektedir. Bu yüzden burada standart asenkron motor tercih edilmiştir. Bu kısım hız referansını makinenin ana hızından, yani çıkış kısmından alır. Motor seçilirken buradaki en önemli faktör, dönen millerin eylemsizliğidir. İş milleri 15000 d/d hızlara kadar çıkabilmektedirler.

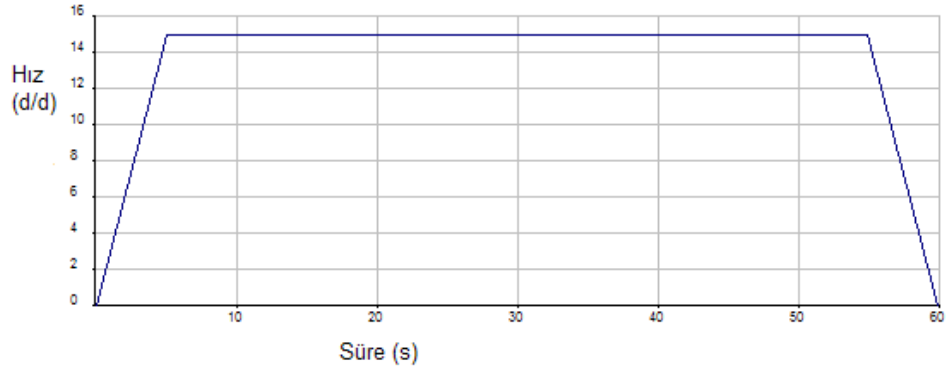
Bu yüzden burada 10/1 çevirme oranı olan kayış-kasnak düzeni tercih edilmiştir. Miller paslanmaz çelikten yapılmıştır. Yarıçapları 5 cm ve yükseklikleri 30 cm olan iğ millerinin ağırlıkları hesaplanmalıdır.

$$m_i = 7738,9 * (\pi * 0,025^2 * 0,3) = 4,55 \text{ kg} \quad (3.34)$$

Ağırlığı bulunan iğ milinin eylemsizliği ise

$$J_i = \frac{1}{2} (4,55 * 0,025^2) = 0,00142 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \quad (3.35)$$

olarak bulunur. İğlere ait hareket grafiği ise Şekil 3.7’de gösterilmiştir.

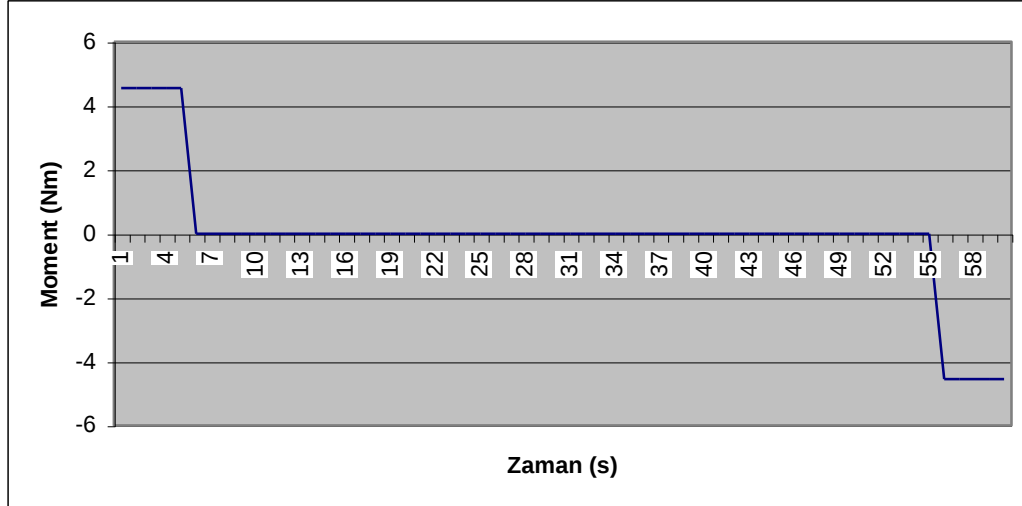


Şekil 3.7 İğlerin Hareket Profili

İğlerde yük yok denecek kadar azdır çünkü buraya sarılan ipliklerin metre başına ağırlığı çok küçüktür. Bu sebeple endüklenen moment ifadesinin çıkarılmasında ağırlık ihmal edilmiş ve endüklenen momentin sadece kalkış ve duruş anlarındaki değerleri bulunmuştur. Kalkış ve duruş anında endüklenen moment değerleri, ise birbirine ters yönde ve aynı büyüklükte olan değerlerdir.

$$M_i = 10^2 * 0,00142 * \left(\frac{157}{5} \right) = 4,45 \text{ Nm} \quad (3.36)$$

İğlerin moment grafiği Şekil 3.8’de gösterilmiştir.



Şekil 3.8 İğlerin Yük Momenti Grafiği

Tüm periyot boyunca endüklenen moment değerlerinin efektif değeri ise

$$M_{ie} = \sqrt{\frac{4,55^2 * 5 + 0 * 5 + (-4,55)^2 * 5}{310}} = 0,37 \text{ Nm} \quad (3.37)$$

olarak bulunur.

Hesaplanan bu değerler için seçilecek motorun gücü, en ağır koşuldaki moment ifadesindeki yardımı ile,

$$P_i = 157 * 4.55 = 714,35 \text{ W} \quad (3.38)$$

olarak hesaplanır. Bu değerlere göre 0,75 kW gücünde standart asenkron motorlar iğler için ideal olan motorlardır.

3.2. Sürücüler

Büküm makinesinin belirtilen kısımlarda konum kontrollü çalışan giriş, çekim, besleme, çıkış ve palanga motorları, Control Techniques firmasının Unidrive SP modeli sürücüleri ile kontrol edilmiştir. Bu sürücü üzerinde standart artımlı kodlayıcı girişi bulunmaktadır. Açık çevrim, kapalı çevrim ve servo modlarında çalışabilen bu sürücü değişik sahayollarında iletişim kurabilmektedir. Sürücünün özelliklerinden

biri olan 48 V DC besleme seçeneği sayesinde enerji kesintilerinde sürücü işlemini sürdürebilmektedir. Üzerinde bulunan standart EMC filtresi sayesinde şebekeye verilen harmonikler engellenebilmektedir. Unidrive SP nin en önemli özelliği ise, bir uygulama modülü ile PLC ye gerek kalmadan sistemdeki her türlü kontrolü yapabilmesidir [12]. Sürücülerin güçlerinin seçimi tamamen motor güçlerine göre yapılmıştır. Buna göre servo sürücüler 3kW, palanga sürücüsü ise 7,5kW olarak belirlenmiştir. Şekil 3.9’da Unidrive SP modeli görölmektedir.



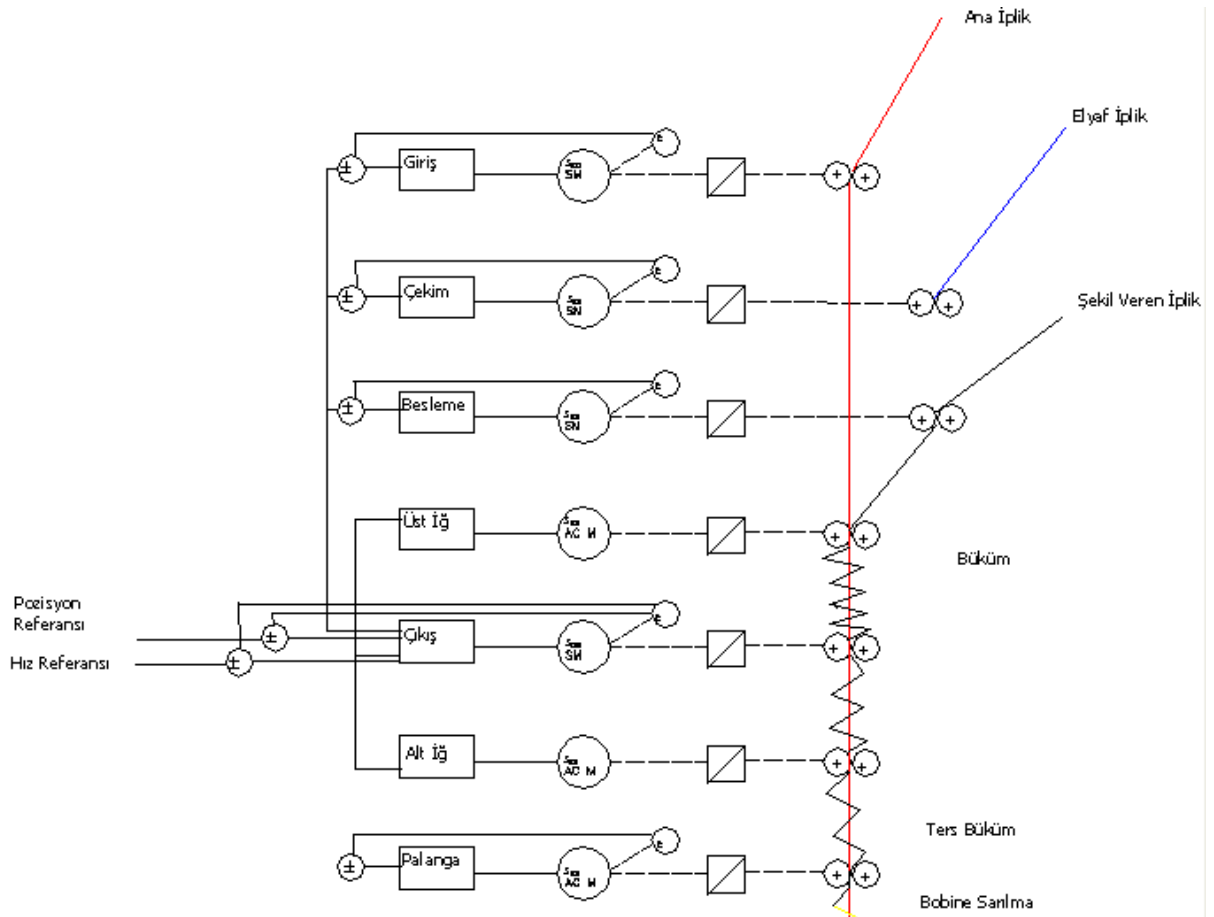
Şekil 3.9 Unidrive SP

Alt ve üst iğ kısmında bulunan standart asenkron motorlar için yine Control Techniques firmasının Commander SE modeli sürücülerini seçilmiştir. Bu sürücüler çıkış sürücüsünden gelen analog hız referansına göre motorun hızını kontrol eder. Sürücüde standart olarak bir PID kontrolörü ve programlanabilir eşik fonksiyonları bulunmaktadır. Sürücü açık çevrim vektör kontrollü çalışmaktadır [12]. Seçilen sürücüler iğ motorlarının güçleri ile ilgilidir. Bu kısımdaki sürücü güçleri 0,75 kW olarak belirlenmiştir. Commander SE modelinin resmi Şekil 3.10’da görönmektedir.



Şekil 3.10 Commander SE

Motor ve sürücülerin seçiminden sonra sistemin kontrol diyagramı rahatlıkla oluşturulabilir. Oluşturulan bu diyagramda makinenin millerini ve tahrik sistemini Şekil 3.11’de görebiliriz.



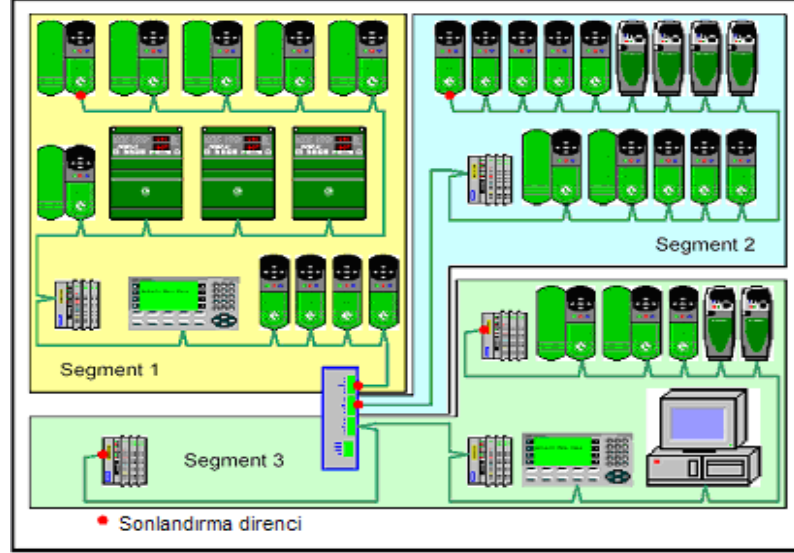
Şekil 3.11 Sistemin Tahrik Şeması

3.3. Otomasyon Donanımı

3.3.1. CT Net

Günümüzde kurulan otomasyon sistemlerinde kullanılan sürücüler, kontrolörler, operatör panelleri, harici giriş ve çıkışlar, belirli haberleşme protokolleri dahilinde birbirleriyle veri alışverişi yapabilmektedir. Bu sayede sorunlu birimler bir ana kontrolör tarafından rahatça gözlenebilmekte, sistemde kullanılan kablo sayısı azalmakta ve bu sayede sistem kararlılığı artmakta, yüksek hızlarda haberleşme sayesinde sistem, olabilecek değişikliklere çabuk cevaplar verebilmektedir.

İplik büküm makinelerinde bulunan servo motorlarda ve kapalı çevrim asenkron motorlarında kullanılan Unidrive SP sürücüleri arasında yine Control Techniques firmasının haberleşme protokolü olan CT Net kullanılmıştır. CT Net protokolünde en önemli özellik dağıtılmış kontrol ilkesinin uygulanmasıdır. Yani her bir sürücü kendi kendini kontrol eder ve diğer sürücülere istenilen parametre veya senkronizasyon mesajını gönderir. CT Net'in diğer bir özelliği ise 5 Mbit/s gibi yüksek hızlarda haberleşebilmesidir. Bu sayede sistemin dinamik performansı oldukça iyidir. Otomasyon sistemlerinde haberleşme hızı aynı zamanda kullanılan kablo yapısı, mesafe ve haberleşme birimlerinin sayısı ile ilgilidir. Bu sebeple CT Net için kablo olarak ekranlı, iki damarlı, 78 Ω nominal direnci olan, 64,4 pF/m kapasiteli Belden 9999 kabloları seçilmiştir. Sistemde haberleşme sisteminin başına ve sonuna 78 Ω sonlandırma dirençleri yerleştirilmiştir. CT Net'in maksimum kapasitesi 255 alt birim veya 100 metre kablo uzunluğu ile sınırlandırılmıştır. 100 metreden daha uzun kablo mesafelerinde tekrarlayıcı kullanılmalıdır. CT Net montajı oldukça basittir. CT Net için hazırlanmış 3'lü sokette (+) uçlar bir sokete, (-) uçlar diğer sokete, kablonun ekranları ise orta sokete yerleştirilir. Şekil 3.12'de tipik bir CT Net uygulaması görülmektedir.



Şekil 3.12 CT Net Uygulaması

CT Net haberleşme protokolünde iki çeşit haberleşme vardır. Bunlardan biri basit haberleşme, diğeri ise kompleks haberleşmedir. Basit haberleşmede sürücüler birbirlerine üç adet parametre bilgisi gönderebilmektedir. Bu yöntem oldukça sık kullanılan ve basit işlemler için ideal olan bir yöntemdir. Bu haberleşme seçeneğinde sadece sürücü üzerindeki parametre bilgileri yardımıyla ve hiçbir ekstra yazılıma gerek duyulmadan yapılabilmektedir. Sürücüler bilgileri diğer sürücülere ayrı ayrı gönderebildiği gibi, istenilen parametreleri diğer tüm sürücülere aynı anda gönderebilmektedirler.

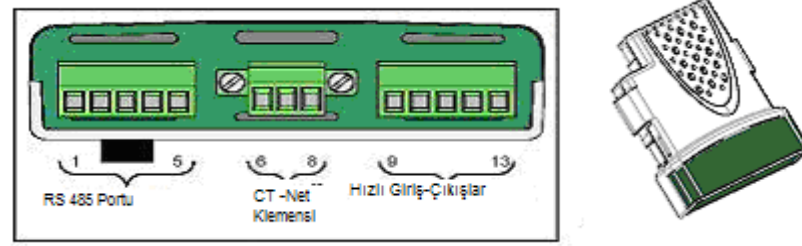
Diğer bir CT Net haberleşme çeşidi ise kompleks yöntemdir. Bu uygulamada, sürücü üzerine monte edilebilen uygulama modülü içindeki ikinci işlemciye yazılan program kullanılmaktadır. Bu uygulamada iletilecek parametrelerin sayı sınırlaması yoktur.

İplik büküm makinesinde CT Net aracılığı ile kapalı çevrim ve servo sürücüler, senkronizasyon ve konum bilgilerini paylaşırlar. Burada basit haberleşme opsiyonu kullanılmıştır. CT Net ile gönderilen bilgiler konum, hız ve senkronizasyon bilgileridir.

3.3.2. SM APP Modülü

SM APP modülü Unidrive SP için tasarlanmış ikinci bir işlemcinin bulunduğu özel bir modüldür. Bu modülün yazılımı kullanıcıya büyük kolaylıklar getirmiştir. Kullanıcı merdiven yazılımı, fonksiyon blokları veya komut kullanmakta serbesttir.

Bu modül üzerindeki 384 kbyte büyüklüğündeki kısma 32 bitlik tam sayı değişkenleri yada 64 bitlik kayan nokta değişkenlerini yazabilmektedir. Üzerindeki hızlı giriş çıkış soketleri ile yüksek frekanslı dijital veri alışverişi yapma imkanı bulunan bu modüldeki en ilgi çekici özelliklerden biri de CT Net sahayolu opsiyonunun standart olmasıdır. Bu sayede harici eksen kontrolörlerine gerek kalmadan birçok sürücünün senkron şekilde çalışması sağlanır. Kullanıcı, bu modülle sadece sürücü ile ilgili kontrolü değil, aynı zamanda sürücü üzerindeki giriş ve çıkışları kullanarak da kontrol algoritması oluşturabilir. Bu modülün üzerinde boş olarak bırakılan bit ve analog parametreler yerleştirilmiştir. Bu parametrelere saklanan bilgiler elektrik kesintilerinde saklanabilmekte bu sayede tekrar enerji verildiğinde işlemini kaldığı yerden devam ettirebilmektedir. Uygulama modülü sayesinde üretici panoda PLC kullanmadan her türlü çözümü gerçekleştirebilir. Şekil 3.13'te uygulama modülü ve bağlantı şekli görülmektedir.

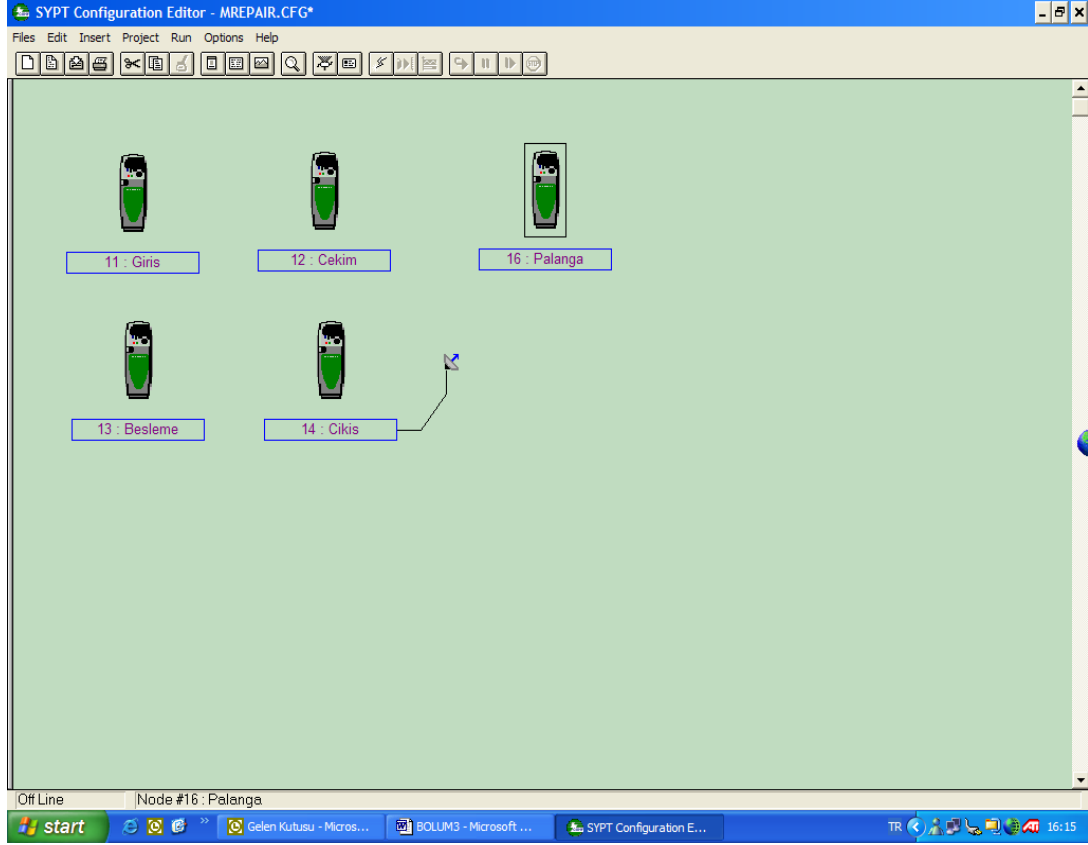


Şekil 3.13 Uygulama Modülü ve Bağlantı Şekli

3.3.3. Yazılım ve SYPT Workbench

SYPT Workbench ise Control Techniques firmasının uygulama modüllerinin programlanabilmesi için hazırlanan özel bir yazılımdır. Bu yazılım Visual Basic tabanlı gelişmiş bir yazılımdır. Kullanıcı yine yazacağı programda tamamen serbest bırakılmıştır. Merdiven diyagramı, satır komutları veya blok şemaları yardımıyla programlar yazılabilmektedir. Yazılım içinde başlangıç (initial), art yetiştirme (background), saat (clock), pozisyon (pos), olay (event) ve hata (error) görevlerini yüklenen toplam altı adet bölüm vardır. Kullanıcı programda kullanacağı parametreleri başlangıç bölümünde belirtmek zorundadır. Bu parametreler program akışı boyunca kullanılır. Bu kısma yazılan değerler program ilk kez çalıştığında yüklenir ve bir daha bu kısım aktif olmaz. Art yetiştirme kısmında ise programın koşma zamanının çok kritik olmadığı uygulamalarda kullanılmalıdır. Bu programın tekrar

çalışması istenirse komutların sonuna başa dön komutu yazılmalıdır. Saat kısmında ise adından anlaşıldığı gibi zamanının kritik olduğu uygulamalarda kullanılmaktadır. Pozisyon kısmında akım ve hız kontrolüne bağlı olarak konum kontrolü yapılacaksa kullanır. Hata kısmında ise programda gözlenen hatalarda aktif olmaktadır. Sypt Workbench programının görünümü Şekil 3.14’te görülmektedir.



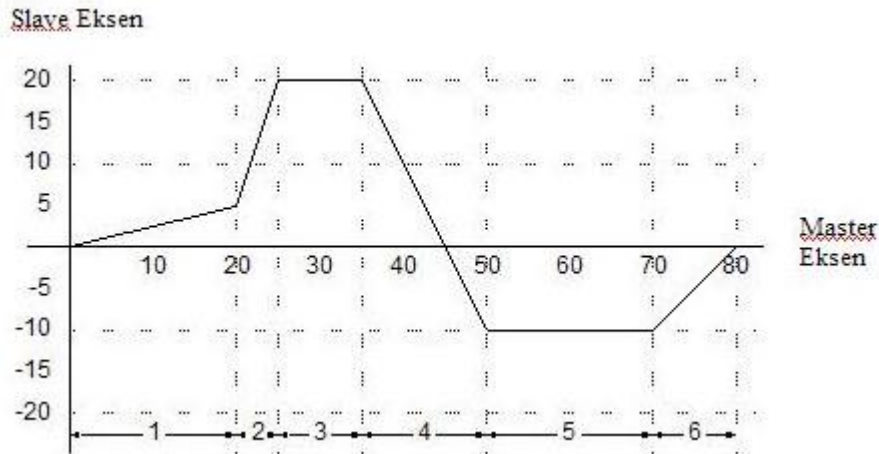
Şekil 3.14 Sypt Workbench Programı

Büküm makinesindeki yazılımı dikkate alırsak kapalı çevrim ve servo sürücülere 14 numaralı sürücü olan ‘çıkış’ sürücüsü veri vermektedir. Haberleşme şekli ise tüm sürücülere aynı parametre gidecek şekilde ayarlanmıştır. Palanga sürücüsü ve çıkış sürücüsünün programları farklı, giriş, çekim ve besleme sürücülerinin programları ise birbirlerinin aynısıdır.

Program yazılırken başlangıç kısmına kullanılacak olan tüm sürücü parametreleri tanıtılmıştır. Bu parametrelerden önemli olanlar sürücünün yirminci menüsüne aktarılmış ve bu sayede enerji kesilmelerinde bu değerlerin saklanması sağlanmıştır. Programda ayrıca her bir sürücü içine bir adet sayıcı programı yazılmıştır. Bu sayede

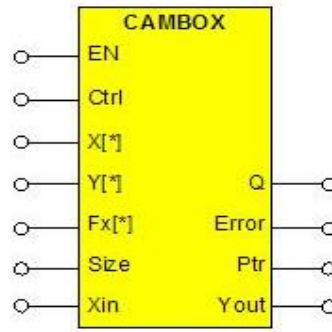
ıkış sürücüsünün gönderdiği sayısal değeri diğer sürücüler kendi sayıcı değerleri ile karşılaştırır ve senkronizasyon bu sayede sağlanır.

Programda iki adet blok diyagramı kullanılmıştır. Bu diyagramlardan ilki CAM fonksiyonunun blok diyagramıdır. CAM fonksiyonu, sistemdeki slave sürücülerin master sürücüyü takip etmesi için kullanılmıştır. nceki teknolojilerde bu takip dişli sistem veya kayış-kasnak düzenekleriyle sağlanmaktadır. Ancak farklı takip oranları istenildiğinde mekanik sisteme müdahale etmek oldukça zor olmaktadır. Yeni teknoloji sayesinde CAM fonksiyonu, elektronik ortamlarda başarı ile sisteme adapte olabilmektedir. CAM fonksiyonunda, master sürücüden alınan konum veya hız referans bilgisinin sıklığı sistemin takipteki hatasıyla bağlantılıdır. Bu yüzden CAM fonksiyonunda örnekleme sayısının sık olmasında fayda vardır. Diğer bir taraftan daha fazla örneğin işlenmesi için daha fazla zamana ihtiyaç duyulur. Bu ise istenmeyen bir durumdur. nemli olan bu iki koşuldan optimum olanı sisteme uygulamaktır. CAM fonksiyonunda farklı interpolasyon teknikleri uygulanabilir. Bu interpolasyon teknikleri arasında lineer interpolasyon ve karesel interpolasyon en çok kullanılan metotlarındandır. Büküm makinesinde çıkış miline ait motorun kodlayıcısından gelen hız ve konum bilgilerinin takibi, diğer sürücüler tarafından lineer interpolasyon metodu kullanılarak sağlanmıştır. şekil 3.15'te bir lineer interpolasyon rneği görülmektedir.



şekil 3.15 Lineer İnterpolasyon

Program içinde hazır bulunan bloklardan biri olan ve şekil 3.16'da gösterilen CAM BOX bloğunu inceleyelim

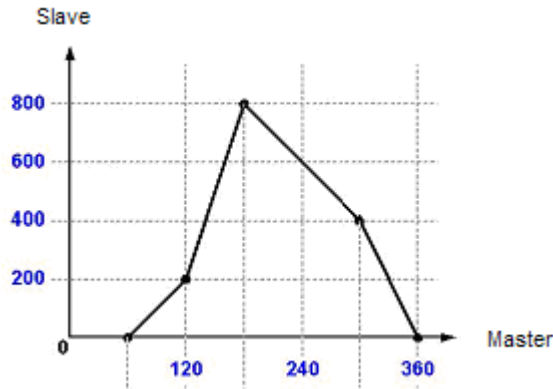


Şekil 3.16 CAM BOX Bloğu

Fonksiyon blok girişlerinden EN ile gösterilen giriş işaret bit değişenidir. Bu değişken sayesinde CAM fonksiyonu aktif veya pasif olabilir. Ctrl girişi sayesinde CAM fonksiyonunun takip şekli kontrol edilir. Buradaki 32 bit değişkene göre fonksiyonun belli periyotlar dahilinde, mutlak veya gerçek değerler dahilinde devreye girmesi, fonksiyonun resetlenmesi, kullanılan interpolasyon metodunun seçilmesi gibi özellikler kontrol edilebilir. X girişi master konumundan interpolasyon yapılacak değerleri belirtirken, Y girişi master konumundan gelen örnek değerlerin karşılık gelen değerlerini tanımlar. Fx girişi ise master girişten örnek alınacak nokta sayısını belirler. Size girişi ise belirli bir noktadan itibaren CAM fonksiyonunun aktif olduğu durumlarda örnekleme mesafesini belirtmektedir. Xin girişi fonksiyona gelen değişken master değerini belirtir. Çıkış değerlerinden Q çıkışı periyodik CAM fonksiyonu seçildiği halde aktiftir. Error çıkışı istenilen çıkış fonksiyonu ile interpolasyon sonucu oluşan fonksiyon arasındaki hatayı belirtir. Ptr çıkışı anlık olarak işlenen noktayı belirlerken Yout ise Xin girişi ve interpolasyon işlemi doğrultusunda varılan değeri göstermektedir. Aşağıda hazırlanan Tablo 3.2’de master konumuna karşılık gelmesi istenen slave değerleri belirtilmiş ve buna karşılık gelen hareket profili Şekil 3.17’de incelenmiştir.

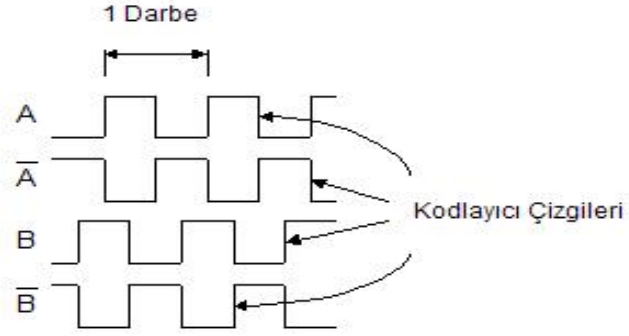
Tablo 3.2 Master ve Slave Değişkenleri

Master Değer	Slave Değer
60	0
120	200
180	800
300	400
360	0



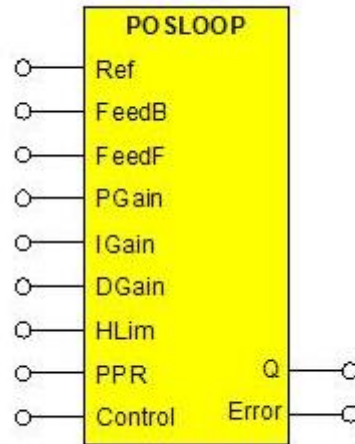
Şekil 3.17 CAM Tablosunun Grafiğe Aktarımı

SYPT Workbench programında kullanılan diğer bir fonksiyon bloğu ise POSLOOP bloğudur. Bu blok sayesinde istenilen konum kontrolü yapılmaktadır. Konum kontrolü için referans bilgiler kodlayıcı, çözümleyici veya tako jeneratörden gelen darbe bilgilerinden gelmektedir. Büküm makinesinde tüm geri besleme elemanları artırılmış kodlayıcılardır. Bu kodlayıcılarda altı adet kanal tercih edilmektedir. Bunlar A kanalı, A Değil kanalı, B kanalı, B Değil kanalı, işaretleyici Z ve Z değil kanallarıdır. Sürücüler kodlayıcılardan gelen her darbeyi dört adet çizgiye çevirerek incelerler. Şekil 3.18’de kodlayıcıdan gelen darbeler görülmektedir.



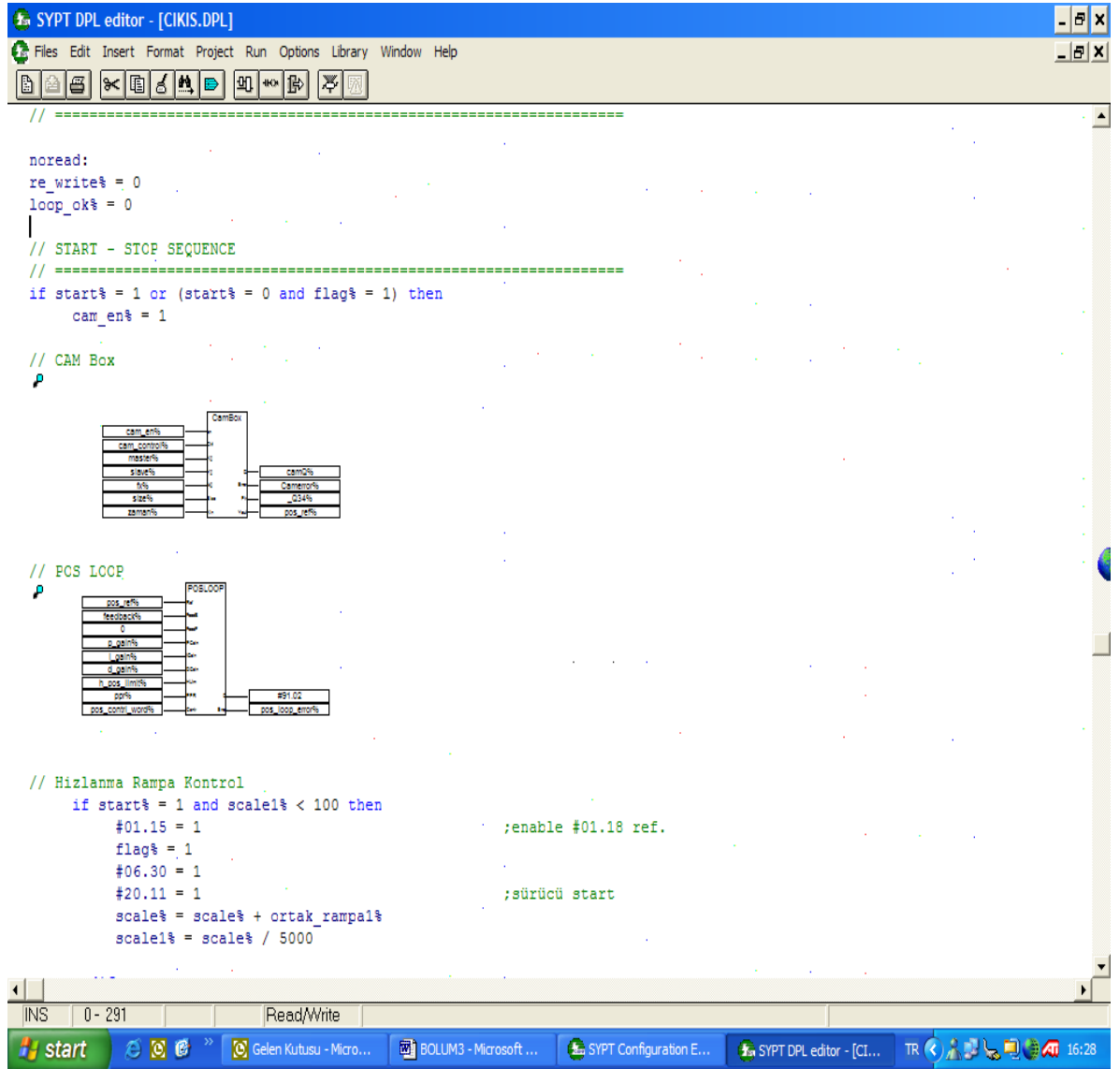
Şekil 3.18 Kodlayıcı Darbeleri ve Kenar Sayıları

4096 darbeleri bir artırımlı kodlayıcıdan 16384 adet çizgi, yani konum bilgisi gelir. Bu bilgi de hassas bir pozisyon kontrolü için fazlasıyla yeterlidir. *POSLOOP* bloğu da *CAM* bloğunda olduğu gibi çeşitli giriş ve çıkışlara sahiptir. Şekil 3.19’de gösterilen bu blok, istenildiği zaman aktif veya pasif hale getirilebilmektedir.



Şekil 3.19 POSLOOP Bloğu

Bu bloğun çalışma ilkesini ve giriş çıkışlarını iç yapısına bakılarak daha iyi anlaşılabilir. Bloğun iç yapısı Şekil 3.20’de gösterilmiştir.



Şekil 3.21 Sypt Workbench Programında Blokların Gösterimi

3.3.4. Arayüz Programı

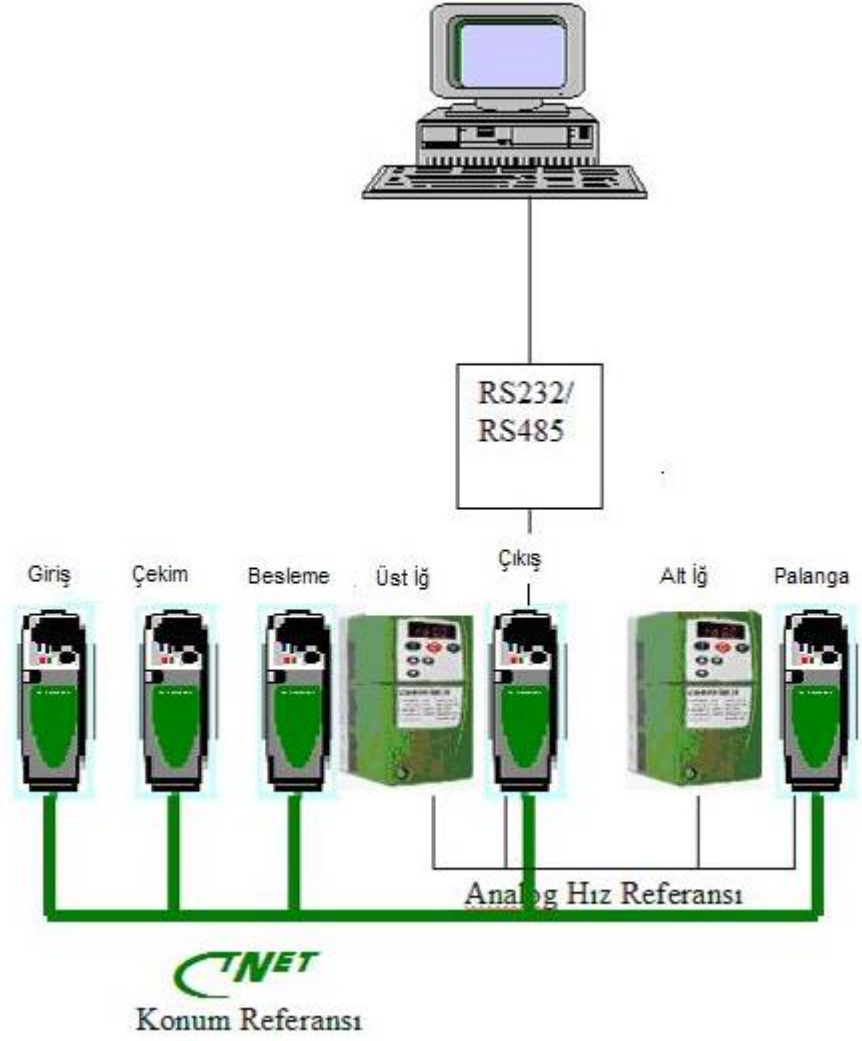
Büküm makinesindeki her türlü ayarın yapılabileceği bir arayüz programına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu programın kullanıcı dostu olması operatörün işini kolaylaştırmaktadır. Hazırlanan bu program bir PC vasıtası ile kullanıcının hizmetine sunulur. Bu program sayesinde kullanıcı sadece iplik ile ilgili parametrelere ulaşmakla kalmaz, sürücülerin gerekli parametrelerine de ulaşır. Bu programda izleme, reçete, ayarlar, raporlar, sürücüler ve servis sayfaları bulunmaktadır. İzleme sayfasında, tüm millerin hızlarını, makinenin çalıştığı süreyi, makinenin toplam çalışma süresini ve üretilen ipliğin toplam uzunluğunu görülebilir. Reçete sayfası

çalışılan iplik ile ilgili bilgilerin bulunduğu sayfadır. Bu sayfada kullanıcı yeni iplik reçetesi girebilir. Varolan reçeteyi silebilir. Bir iplik bazen birkaç periyottan oluşabilir. Bir kısım nope iplik, diğer bir kısım ise kırçılı iplik olabilir. Bu durumda kullanıcı reçete sayfası yardımı ile farklı periyotlar da girebilmektedir. Kullanıcı üretilcek iplik yapısına göre bazı milleri pasif tutabilir. Bu duruma örnek olarak elyafli iplik üretmeyecek olan kullanıcının çekim milini pasif tutması beklenir. Reçete sayfasında kullanıcı istenilen milleri aktif veya pasif konuma getirebilir. Yine bu sayfa yardımı ile büküm adedi, palanga motorunun konum kayması ayarı ve servo motorların hızları ayarlanabilir. Ayarlar sayfası sayesinde motorların maksimum hızları, hızlanma ve yavaşlama süreleri ayarlanmaktadır. Rapor sayfasında çalışılan ipliklerin uzunlukları, çalışma süreleri görülmektedir. Sürücüler kısmında kullanıcı SYPT Workbench programında tanımlanan tüm parametreleri görebilmekte ve bu parametrelerden bazılarını değiştirebilmektedir. Bu sayfada sürücülerin yapmış olduğu arızalar rapor halinde kullanıcıya bildirilmektedir. Servis sayfasında kullanılan sürücülerin değiştirilmesi, dilin değiştirilmesi ve makinenin çalışma sürelerinin sıfırlanması gibi işlemler bulunmaktadır.

Bu ara yüz programı Visual Basic 6.0 da yazılmıştır. PC deki işletim sistemi Windows XP Prof olarak seçilmiştir. Sürücülerle bilgisayar arasındaki haberleşme de RS485/RS323 dönüştürücü sayesinde olmaktadır. Böylece operatör 15'' monitör, klavye ve fare yardımıyla her türlü işlemini kolayca yapabilmektedir. Hazırlanan arayüz programının bir sayfası Şekil 3.22’de gösterilmiştir.

Şekil 3.22 Arayüz Programı

Hazırlanan otomasyon sistemindeki haberleşme gösterimi ve sürücülerin basit görüntüsü Şekil 3.23’te gösterilmiştir.



Şekil 3.23 Sistemin Görünümü

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Büküm makinelerinde çok çeşitli otomasyon teknolojileri kullanılmaktadır. Bu sistemlerde aranılan ortak özellik, sistem ürünlerinin güvenli, hızlı ve ekonomik olmasıdır. Bu özellikler optimum seviyede tutulursa üretilen makinenin pazar payının büyümesi kaçınılmazdır.

4.1. Makinenin Ekonomik Olarak incelenmesi

Büküm makinelerinde daha önce de belirtildiği gibi, birbirinden ayrı olarak tahrik edilen yedi adet bölüm vardır. Bu bölümlerin dört tanesinde servo motor, bir tanesinde arkasına kodlayıcı akupile edilmiş standart asenkron motor, diğer ikisi ise standart asenkron motor seçilmiştir. Eski teknoloji makinelerde servo motor yerine kapalı çevrim asenkron motorlar kullanılmıştır. Ancak bu durumda ani duruş ve kalkışlı çalışma yapılamamaktadır. Motorlarda ısınma gözlenmekte, konum kontrolünde hatalar büyümekte ve makinenin ana hızı oldukça düşmektedir. İlk yapılan makineler ise tamamen mekanik senkronizasyon esasına göre tasarlanmıştır. Bu sistemlerde bir ana motor bulunmaktadır. Bu motorun çıkışında çeşitli kayış-kasnak sistemleri sayesinde diğer miller tahrik edilmektedir. Bu sistemde değişik yapıda ipliklerin yapılabilmesi için kayış-kasnak düzeneklerinin çevirme oranlarının değişmesi gerekmektedir. Bu iş oldukça zahmetlidir. Ayrıca bu çeşit makinelerde nope (boncuklu) iplik gibi özel ipliklerin üretilmesi imkansızdır. Önceki bölümlerde anlatıldığı gibi, bu tarz iplikte bir mil dururken diğer milin geri yönde dönmesi ve bu arada üçüncü milin de hareketini sürdürmesi beklenir. Bu hareket tanımının tek motorlu makinelerde yapılması bu yüzden imkansızdır.

Diğer yandan kullanılan kontrol sistemlerinde de farklı makinelerde farklı özellikler gözlenmektedir. Açık çevrim sürücüler hız kontrollü olarak çalıştırılması halen kullanılmakta olan bir sistemdir. Kodlayıcı geri beslemeli asenkron motorların konum bilgisi bir PLC tarafından işlenmekte ve daha sonra bu PLC den gönderilen hız referansına göre motor tahrik edilmektedir. Ancak PLC de beş adet kodlayıcı girişinin bulunması çok ekonomik değildir. Ayrıca hız referansı dahilinde konum kontrolü yapılmaya çalışılması sistemde konumda sapma gibi olumsuzluklara sebep olmaktadır. PLC den gönderilen çeşitli işaretlerin analog veya sayısal çıkışlarla yapılması kablo karmaşasına neden olmakta, sahayolu uygulamasına gidilmesi durumunda ise sürücülerde ve PLC de maliyetler çok artmaktadır. Diğer bir kontrol sistemi olan eksen kontrolörleri, yeni üretilen yabancı makinelerde sıkça kullanılmaya başlanmıştır. Ancak eksen kontrolörleri de PLC de olduğu gibi beş eksen girişli olmalıdır. Bu durumda eksen kontrolörlerinin fiyatları oldukça yüksek değerlere ulaşmaktadır. Bu durumda ise üretilen makinenin rekabetçi olması zor bir hale gelmektedir. Bu çalışmada kullanılmış olan sistemde ise harici bir kontrolöre gerek kalmadan sürücüler üzerinden konum kontrolü yapılmaktadır. En önemli özellik ise referans ve senkronizasyon bilgilerinin 5 Mbit/s gibi oldukça yüksek hızlarda ekstra maliyet olmadan iletimi sağlanmaktadır. Bu yöntem oldukça ekonomik ve bir o kadar da hızlıdır.

Kullanıcılar için hazırlanan opsiyonlardan en sık kullanılan gereçlerden birisi de operatör panelleridir. Operatör panelleri, ağır endüstriyel koşullarda uzun süreler boyunca çalışabilmektedirler. Ancak sınırlı hafızaları, küçük boyutları ve yüksek maliyetleri sebebiyle büküm makinelerinde kullanımı yaygın değildir. Piyasadaki operatör panellerinin çoğu her sürücü ile haberleşememekte ve bu durum kullanım sıklığını olumsuz etkilemektedir. Diğer bir opsiyon olarak endüstriyel PC ler gösterilebilir. Avrupa'daki büyük makine imalatçıları bu cihazları kullanmaya başlamışlardır. Ancak bu cihazların da maliyetleri normal PC lerin fiyatlarının çok üzerindedir. Büküm makinelerinin çalıştığı ortamlar normal bir PC için ideal ortamlara yakındır. PC de 40 gigabyte hardisk, CD rom, 256 Mbyte RAM bulunmaktadır. Böylelikle çok az bir fiyata hafızası oldukça fazla ve hızlı çalışabilen bir cihaz oluşturulabilmektedir. Bilgisayara bağlı olan 15 inç büyüklüğünde LCD monitörde kullanıcı birçok parametreyi tek bir satırda görebilmektedir. Yazılan arayüz programının da kullanıcı dost olması makineyi kullanan kişiler için birçok

kolaylığı beraberinde getirmektedir. Kullanılan PC ile sürücüler arasındaki haberleşme RS 485/RS 232 çevirici sayesinde sağlanmıştır. Buradaki tek sakınca, bu çevirici sebebiyle parametreleri okumakta ve yazmakta bazı gecikmeler olmasıdır.

Bu bilgiler dahilinde büküm makinesinin kısımlarının fiyat araştırmasını yapmakta fayda vardır. Tablo 4.1’de kontrolör kısmının PLC olması durumunda fiyat opsiyonları gösterilmiştir.

Tablo 4.1. PLC Kullanılan Sistem Maliyeti

Donanım	EUR
CPU	280
Analog Giriş Modülü	317
Analog Çıkış Modülü	317
Profibus DP Modülü	298
Pozisyon Modülü (5 adet)	2.020
Toplam	3.232

Kontrolör kısmının bir eksen kontrolörü seçilmesi halinde fiyatlandırmayı tablo 4.2’de görebiliriz.

Tablo 4.2. Eksen Kontrolör Tercih Edilmesi Durumunda Maliyet Analizi

Donanım	EUR
Eksen Kontrolörleri	1.350
5 Eksen Girişi	2.350
Analog Çıkış Modülü	345
Toplam	4.045

Kontrolör kısmının sürücü üzerine takılabilen uygulama modülü olması durumunda sadece tek bir modülle PLC cihazının yapabileceği hemen her şeyi yapmak mümkündür. Bu durumda maliyet analizi tablo 4.3’te incelenmiştir.

Tablo 4.3. Uygulama Modülü Seçilmesi Durumunda Maliyet Analizi

Donanım	EUR
SM APP (5 adet)	1.250
Tüm Giriş ve Çıkışlar	(Sürücü ve modül üzerinde)
CT Net Sahayolu	(Modül üzerinde)
Enkoder Girişi	(Sürücü üzerinde)
Toplam	1.250

Sistemde kullanıcı için belirlenen araçlar arasında operatör panelleri, PC ve endüstriyel PC lerin fiyat karşılaştırması yapılmalıdır. Bu karşılaştırma Tablo 4.4'te gösterilmektedir.

Tablo 4.4. Kullanıcı Arayüzlerinin Maliyet Tablosu

Operatör Paneli	Endüstriyel PC	Standart PC
800 EUR	2.900 EUR	500 EUR

Sürücüler arasında yapılabilecek fiyat karşılaştırmalarında açık çevrim, kapalı çevrim ve servo sürücüleri karşılaştırmak gerekir. Bu durumda Control Techniques firmasının sürücüleri arasındaki kıyaslama Tablo 4.5'te gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Sürücü Maliyet Tablosu

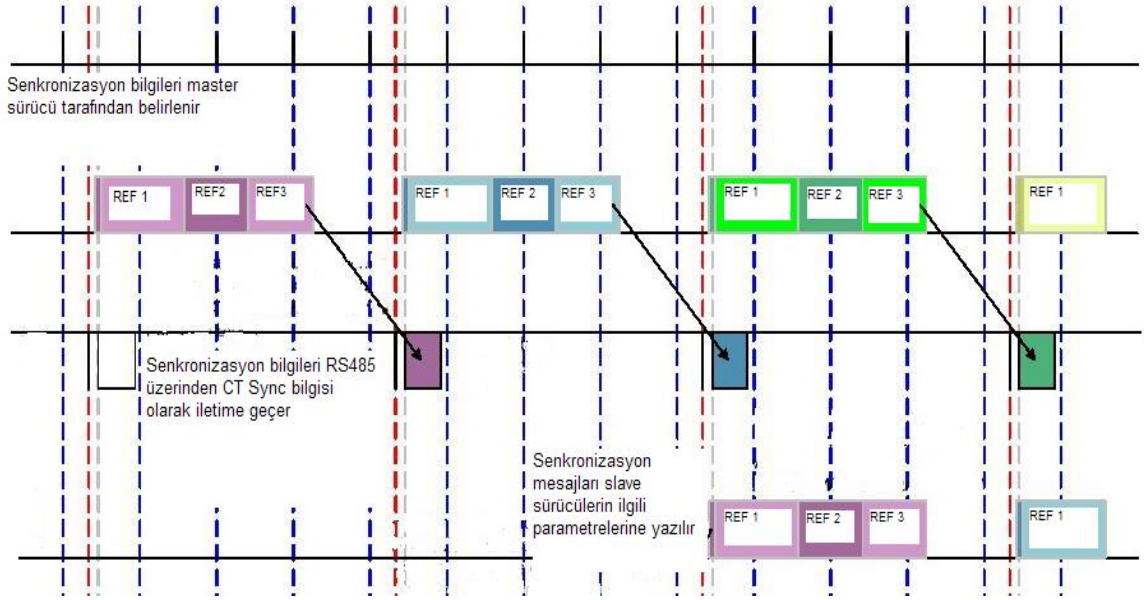
Güç (kW)	Açık Çevrim (EUR)	Kapalı Çevrim ve Servo (EUR)
0,75	285	895
3	450	995
7,5	850	1425

4.2. Büküm Makinesinde Gelecekte Yapılması Planlanan Yenilikler

Büküm makinelerinde kullanılan otomasyon sistemleri yeniliklere en çabuk adapte olan ve bu yeniliklerin en çok kullanıldığı sistemlerdir. Bu tezde anlatılan büküm makinesinde kullanılan sahayolu uygulaması bir iltir. Bundan sonra uygulanacak olan yenilikler, sistemin daha çok kullanıcı dostu olması ve enerji tasarrufu sağlanması doğrultusunda yapılacaktır.

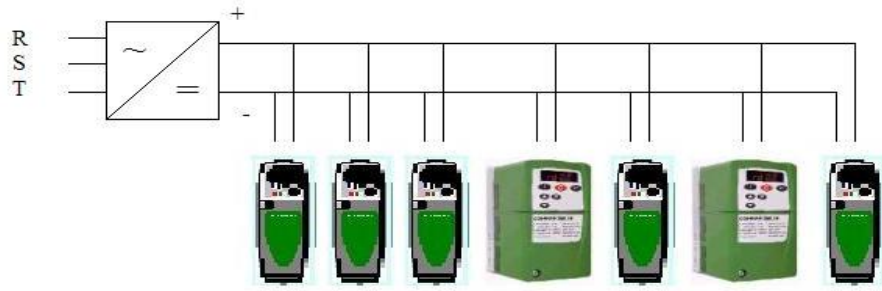
Sistemde kullanılan senkronizasyon işlemi için Control Techniques tarafından geliştirilen CT Sync tarafından yapılması planlanmaktadır. CT Sync sayesinde önceden yazılmış olan sayıcı programına gerek kalmamaktadır. Bu sebeple programın koşma süresi kısılacak ve sistemin dinamik cevap hızı artacaktır. CT Sync, uygulama modülü içinde yer alan bir parametre yardımı ile aktif olmakta ve en fazla 16 adet sürücünün senkronizasyon içinde çalışmasını sağlayabilen bir programdır. Bağlantısı ise uygulama modülü üzerindeki RS 485 portu üzerinden yapılmaktadır. Bu programda yine bir sürücü master seçilir ve diğer sürücülere senkronizasyon mesajları gönderir. Üç farklı adet senkronizasyon mesajı aynı anda

transfer edilen bu programda 32 bitlik veriler gönderilebilmektedir. CT Sync sayesinde içinde farklı programlar koşan sürücülerde belirlenen görev sürelerinin hepsi eşitlenir ve bu sayede her programın koşma süresi birbirine eşitlenmiş olur. CT Sync programının çalışma ilkesi şekil 4.1 de görülmektedir.



Şekil 4.1. CT Sync Çalışma İlkesi

Yapılabilecek diğeri bir yenilik ise enerji tasarrufunun bu makede gerçekenmesidir. Belirtildiğı gibi bazı motorlarda sıkça durma ve kalkma gözlenmekte ve kullanılan sistemde ani duruşlar için sürücülerde harici frenleme dirençleri bulunmaktadır. Frenleme anlarında motorun kinetik enerjisi, bu dirençlerde harcanır. Frenleme anında harcanan enerjiyi kullanabilmek için pano içersine tüm sürücülerini besleyen bir DC bara yerleştirilmesi düşünölmektedir. Bu sayede motorlardan biri frenleme yaparken aynı zamanda ortak beslenen DC bara üzerindeki diğeri sürücülerini besleyecektir. şekil 4.2.'de gösterilen bu sistemi kurabilmek için pano girişine doğrultucu devre yapılması gerekmektedir. Sonuç olarak uygulanan bu sistemde enerji tasarrufu sağlanacaktır.



Şekil 4.2. Ortak DC Baralı Sistem

Büküm makinelerinde yakın zamanda yapılması planlanan diğer bir çalışma da kullanıcı kolaylığı ve servis açısından gerekli olan uzaktan erişimdir. Bu yöntem son zamanlarda sıkça kullanılmakta ve başarılı sonuçlar vermektedir. Makinede yenilenen yazılımlar veya oluşabilen yazılım hatalar uzaktan izlenebilme ve makineye müdahale edebilmedir. Bu sistemin büküm makinesine uygulanması oldukça basittir. Makinenin uzaktan izleme sistemine bağlanabilmesi için bilgisayarında modem olması gerekmektedir. Bilgisayarda CT Net PCMCIA kartının bulunması ve SYPT Workbench programı yüklenmesi durumunda Türkiye'deki imalatçı firma, diğer ülkelerde bulunan makinelere bağlanıp işlemlerini yapabileceklerdir.

KAYNAKLAR

- [1] **Demir, M.**, 2002. 2005 Sonrası Dünya Tekstil Sektörü, *İhracat Genel Müdürlüğü Tekstil ve Konfeksiyon Dairesi Başkanlığı* Ankara, Turkey.
- [2] **Hoşsoy, İ.**, 2001. Kompakt ve Konvansiyonel Ring İplik Sistemlerinin Karşılaştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [3] **Klein, W.**, 1993. New Spinning Systems, *Textile Institute*, Manchester, U.K.
- [4] **Özcan, B.**, 1997. Örgü Esaslı Bir Fantezi İplik Makinesinin Esneklikleri, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [5] **Madran, T.**, 1997, Open End Teknolojisi, *TUTMATEKS*, Adana
- [6] **Doğan, A.**, 1998. İplik Eğirme Teknikleri ve Son Gelişmeler, *Sümerbank Holding A.Ş. Araştırma Geliştirme ve Eğitim İşletmesi*, Bursa
- [7] **Drury, B.**, 2001. The Control Techniques Drives and Control Handbook, Cambridge University Press, Cambridge
- [8] **Kuo, B.**, 2003. Automatic control systems, John Wiley & Sons New York
- [9] **Younkin, G.**, 2003. Industrial servo control systems: fundamentals and applications, Marcell Decker, New York
- [10] **Gibson, J** 1958. Control system components, Mc Graw Hill, New York
- [11] **Drury, W.**, 2003. Unidrive SP User Guide, *Control Techniques Drives Limited*, Newtown
- [12] **Drury, W.**, 2003. Commander Se User Guide, *Control Techniques Drives Limited*, Newtown

EK A MAKİNE RESİMLERİ

Bu bölümde büküm makinesinden bazı görüntüler bulunmaktadır. Şekil A.1’de makine bir bütün olarak görülmektedir. Şekil A.2’de kullanıcı arayüz programını ve kumanda ekranı görünmektedir. Milleri tahrik eden servo motorlar ve kayış kasnak sistemi Şekil A.3’te, sistemde kullanılan motorları kontrol eden sürücülerin panodaki görüntüleri ise Şekil A.4’te görülmektedir.



Şekil A.1 Makineden Genel Görünümü



Şekil A.2 Arayüz Programı ve Bilgisayarlı Sistem

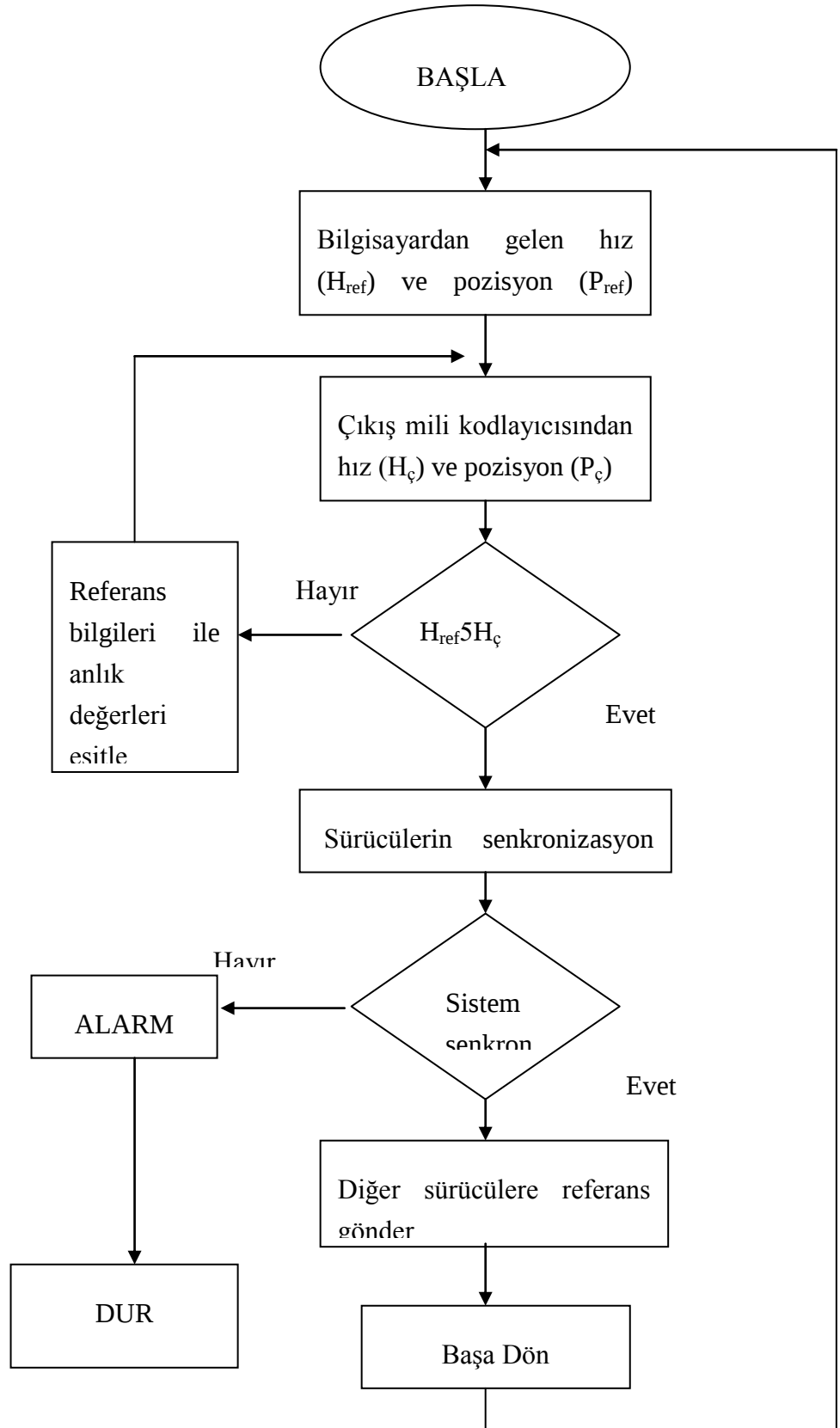


Şekil A.3 Kayış Kasnak Sistemi

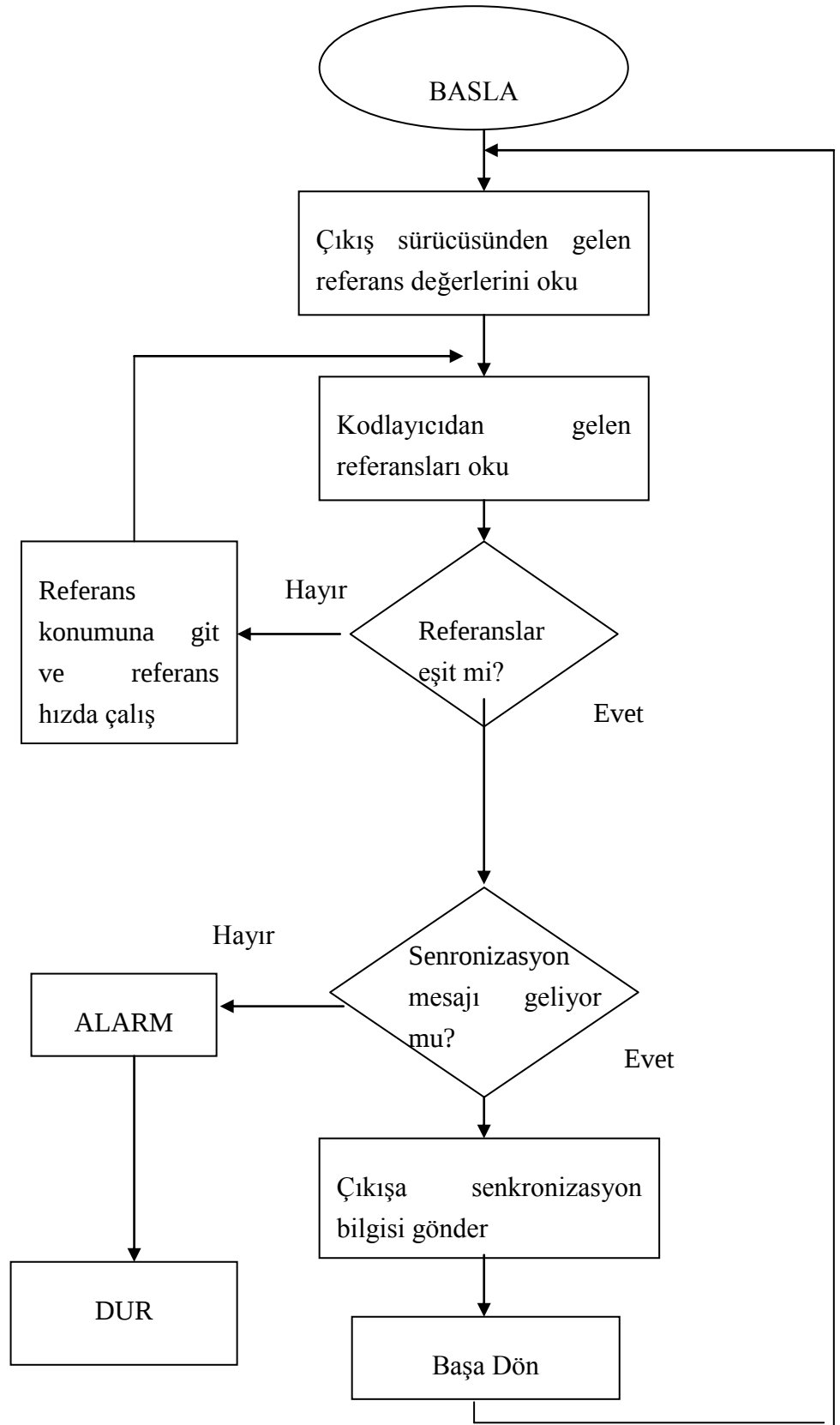


Şekil A.4 Panodan Görünüm

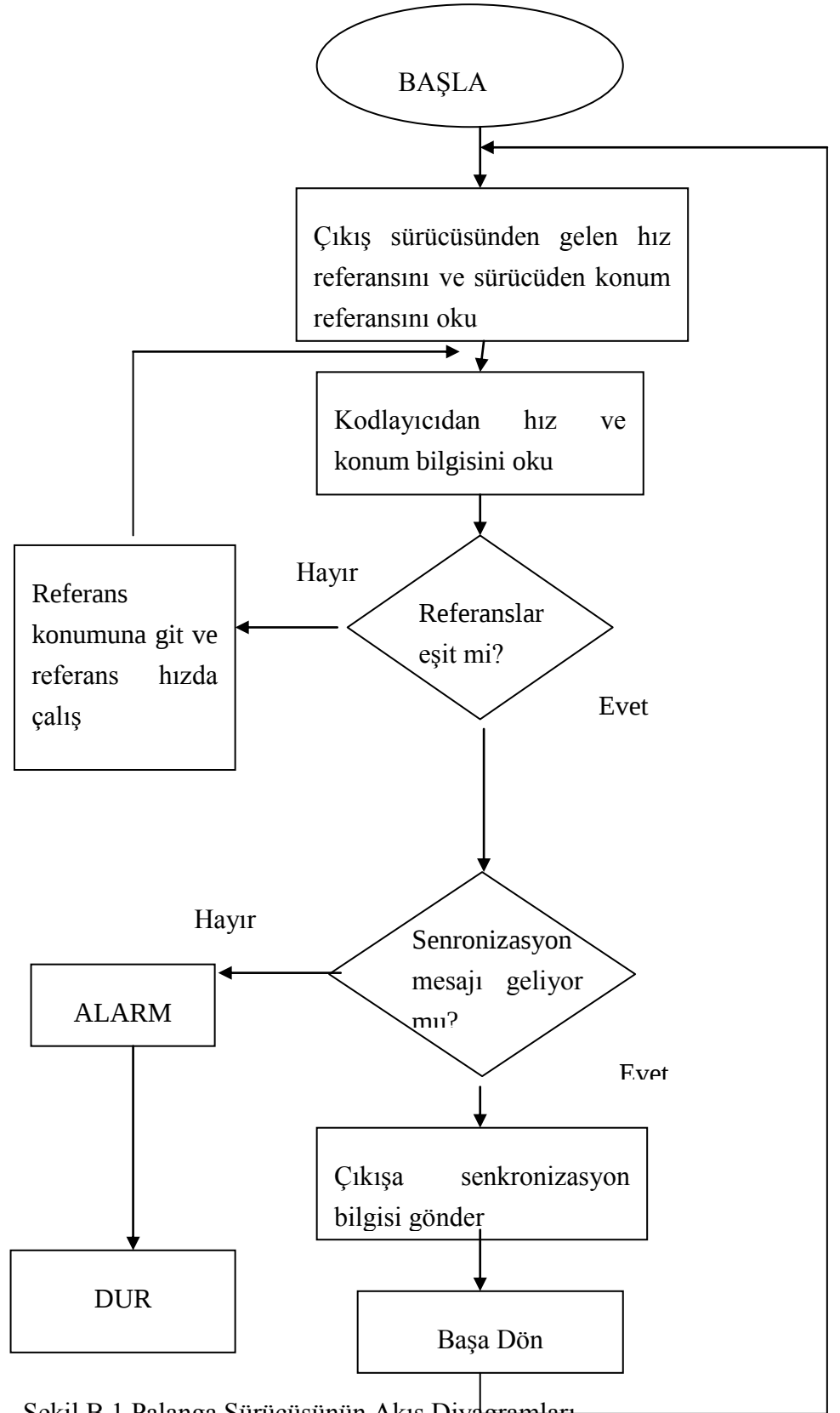
EK B AKIŞ DİYAGRAMLARI



Şekil B.1 Çıkış Sürücüsünün Akış Diyagramı



Şekil B.2 Giriş, Çekim ve Besleme Sürücülerinin Akış Diyagramı



Şekil B.1 Palanga Sürücüsünün Akış Diyagramları

ÖZGEÇMİŞ

M. Eren AYDIN 19 Temmuz 1979 yılında Şişli' de doğdu. İlk öğrenimini Konya İnkılap İlkokulu ve orta okulu Meram Anadolu Lisesinde tamamladı. Liseyi Meram Gazi Lisesinde tamamlayan M. Eren AYDIN 1997 yılında girdiği İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümü'nden 2001 yılında mezun oldu. Yine İstanbul Teknik Üniversitesi Kontrol ve Otomasyon Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans çalışmasını 2001 yılından itibaren devam etmektedir.