

ÖZET

Bu çalışmada, yarı pozitif mekanik çözgü salma sistemine sahip konvansiyonel dokuma makinesinin çözgü salma sistemi Konvansiyonel, PID, Evrimsel Programlama ve Bulanık Mantık kontrol yöntemlerinin kullanılması ile kontrol edilmiştir. Yapılan kontrol işlemleri sırasında çözgü ipliğinde oluşan gerginlik değerleri tespit edilerek karşılaştırılmıştır.

Dokuma makinesi üzerinden çözgü gerilimi değerleri alındıktan sonra konvansiyonel çözgü salma sistemi sökülerek, yerine servo motor monte edilmiştir. Daha sonra çözgü salma sistemi PID ve yapay zeka yöntemleri (Evrimsel Programlama ve Bulanık Mantık) ile kontrol işlemi gerçekleştirilmiştir. PID kontrolde 20, 30, 40 cN referans gerginlik değerleri ile deneyler yapılmıştır. Yapay zeka kontrolde ise ilk olarak Evrimsel Programlama ile elde edilen çözgü gerilimi fonksiyonu kullanılarak çözgü salma sistemi kontrol edilmiştir. Son olarak çözgü salma sistemi Bulanık Mantık kontrol yöntemi ile kontrol edilerek çözgü ipliklerinde oluşan gerginlik değerleri kaydedilmiştir.

Çalışmanın sonunda, kontrol yöntemlerinin performansları, çözgü ipliği gerilimleri ve elde edilen kumaş özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır. Elde edilen deney sonuçları istatistiksel yöntemler kullanarak analiz edilmiştir. Çalışmada kontrol edilen çözgü salma sisteminde en düşük gerginlik değişim aralığına sahip çözgü ipliği gerginlik değerleri yapay zeka yöntemlerinden bulanık mantık yönteminde elde edilmiştir.

ABSTRACT

In this study, a conventional weaving loom having semi-positive mechanical let-off system has been controlled with conventional PID, EP and Fuzzy logic controllers. Warp tension values during control operation are determined and compared with each other.

After the warp tension values on weaving loom were recorded, conventional let-off system was dismantled and a servomotor was mounted instead. Then, let-off system was controlled by PID and artificial intelligence (Evolution Programming and Fuzzy Logic) methods. In PID control, 20, 30 and 40 cN reference tension values were used for the experiments. First, artificial intelligence controlled let-off system was implemented using warp tension function data obtained from Evolution Programming. Finally, it is controlled with fuzzy logic to record warp tension values.

At the end of the study, performances of control methods were compared with each other in terms of warp tension and obtained fabric properties. Experimental results were analyzed using statistical methods. In a controlled let off system the least tension variation range in warp tension values was determined using by fuzzy logic method, which is an example of artificial intelligence technique.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Dünya tekstil endüstrisinde giderek yükselen bir çizgi gösteren Türk tekstil sanayisinin globalleşme çerçevesinde müşterilerini kaybetmemesi ve rakipleri ile rekabet gücünü artırabilmesi için dinamik ve hızlı gelişen pazara ayak uydurması gerekir. Bunun gerçekleşmesi üretim hızını artırıcı kararları alması ve fabrikada yeni teknolojilerin çıkardıkları maliyetleri de göz önünde bulundurmasına bağlıdır. Aksi takdirde Türk tekstil sanayisinin en önemli rekabet faktörü olan ürün maliyetlerinin artmasıyla sonuçlanacaktır. Bu durumda yüksek teknolojideki elektronik ve bilgisayar ile donatılmış makinelerde üretim hızlarının çok yüksek olması nedeniyle çok küçük orandaki verim artışı çok yüksek maddi değerlerde karşılık gelecektir. Bu çalışmada dokuma makinelerinde yapay zeka yöntemi kullanılarak çözgü salma sistemi kontrol edilmiştir. Çözgü salma sisteminin kontrolü ile çözgü geriliminde oluşan çözgü gerilimi değişiminin düşürülmesi sağlanarak, çözgü ipliklerinin yorulmadan kaynaklanan kopuşların azaltılması ve daha düzgün ve kaliteli bir dokuma işleminin sağlanması amaçlanmıştır. Bu çalışma ile yapılan yapay zeka ile kontrol pratikte şu an çalışmakta olan dokuma tezgahlarında uygulama imkanı mevcut olduğundan maliyetlerin düşürülmesi ve kalitenin artırılmasına katkıda bulunabilecektir.

Bu çalışmanın başından sonuna kadar konuları tartışmamda, çalışmayı yönlendirici kritiklerinden ve sürekli tez çalışma sürecindeki sıcak ilgilerinden dolayı sayın danışman hocalarım Prof. Dr. Mustafa ACAR ve Y. Doç. Dr. M. Cengiz KAYACAN' a, tez izleme jüri üyeliği sürecindeki yönlendirici değerlendirmelerinden dolayı değerli hocalarım Prof. Dr. Mustafa BAYHAN ve Doç. Dr. Fatma GÖKTEPE' ye, motor kontrolü konusunda yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Recep EREN' ve değerli arkadaşlarım Arş. Gör. Ufuk BEKÇİ, Arş. Gör. Murat KODALOĞLU, Uzman Oğuz ÇOLAK, Öğr. Gör. Fatih ÇAĞLAR, Okutman Halil KARAKOÇ' a, bugüne kadar maddi ve manevi imkanlarıyla destekleyen aileme ve çalışmam sırasında sürekli moral motivasyon sağlayan tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Dokuma İşleminin Temel Hareketleri	5
1.1.1 Ağızlık Açma	6
1.1.1.1 Ağızlık Oluşum Şekilleri	6
1.1.1.2 Ağızlık Geometrisi	8
1.1.1.3 Ağızlığın Optimum Ayarı	9
1.1.1.4 Ağızlık Açmanın Çözümleri Gerilimine Etkisi	10
1.1.2 Tefeleme Hareketi	15
1.1.3 Çözümler Salma Ve Kumaş Çekme Hareketleri	21
1.1.3.1 Negatif Çözümler Salma Mekanizması	22
1.1.3.2 Pozitif Çözümler Salma Mekanizmaları	23
1.1.3.3 Yarı Pozitif Çözümler Salma Mekanizmaları	24
1.1.3.3.1 Mekanik Yarı Pozitif Çözümler Salma Mekanizmaları	24
1.1.3.3.2 Elektronik Yarı Pozitif Çözümler Salma Mekanizmaları	26
1.1.3.4 Çözümler Salma Parametreleri	27
1.2 Yapay Zeka ve Yapay Zeka Uygulamaları	29
1.2.1 Bulanık Mantık	32
1.2.1.1 Bulanık Küme Teorisi	34
1.2.1.1.1 Bulanık Küme Kavramı	34
1.2.1.1.2 Bulanık Teoride Temel İşlemler	35
1.2.1.1.2.1 Bulanık Kümenin Matematiksel Gösterimi	35
1.2.1.1.2.2 Birleşme ve Kesişme Özelliği	36
1.2.1.1.2.3 Değilleme Özelliği	37
1.2.1.1.2.4 Üs Alma Özelliği	38
1.2.1.1.2.5 Bulanık Kümeler Arasındaki Mesafe	38
1.2.1.2 Klasik Bağlıntılar	39
1.2.1.2.1 Kartezyen Çarpım	39
1.2.1.2.2 Klasik Kümelerde Kompozisyon	40
1.2.1.3 Bulanık Bağlıntılar	41
1.2.1.3.1 Kartezyen Çarpım	41
1.2.1.3.2 Bulanık Bağlıntılarda Kompozisyon	42
1.2.1.3.3 Bulanık Çıkarım Kompozisyonu	42
1.2.1.4 Üyelik Fonksiyonlar ve Kısımları	42
1.2.1.5 Bulanıklaştırma	48
1.2.1.6 Üyelik Derecesi Belirlenmesi	49
1.2.1.7 Durulaştırma	50
1.2.1.7.1 Bulanık Kümelerin Lamda Kesimleri	50
1.2.1.7.2 Bulanık İlişkilerde Lamda Kesimleri	51
1.2.1.7.3 Durulaştırma İşlemleri	52
1.2.2 Evrimsel Programlama (EP)	59
1.2.2.1 EP Kromozomları	62
1.2.2.1.1 EP Kromozomlarının bölümleri	63
1.2.2.1.2 EP Kromozomlarının Esnekliği	64
1.2.2.1.3 Çok Genli Kromozomlar	65
1.2.2.2 Uygunluk Fonksiyonu ve Seçim	66
1.2.2.2.1 Uygunluk Fonksiyonu	66
1.2.2.2.2 Seçim	67
1.2.2.3 Yer Değiştirme ile Tekrar Üretim	68

1.2.2.3.1 Kopyalama	68
1.2.2.3.2 Mutasyon	68
1.2.2.3.3 Yer Değiştirme ve Gen İlave Etme.....	69
1.2.2.3.3.1 Sıralı Genlerin Yer Değiştirilmesi (IS Transferi)	69
1.2.2.3.3.2 Kök Transferi (RIS Transferi)	70
1.2.2.3.3.3 Gen Transferi.....	70
1.2.2.3.4 Tekrar Düzenleme	71
1.2.2.3.4.1 Tek Noktadan Yer Değiştirme.....	71
1.2.2.3.4.2 İki Noktadan Yer Değiştirme	71
1.2.2.3.4.3 Gen Değiştirme.....	72
1.2.2.4 Örnek Uygulama	72
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	81
2.1 Ağzlık Açma Sırasında Çözümlenilen Geriliminin Değişimi İle İlgili Literatür İncelemesi	81
2.2 Tefeleme Sırasında Çözümlenilen Geriliminin Değişimi Hakkında Literatür İncelemesi	87
2.3 Çözgü Salma Sistemleri ve Çözgü Gerilimi Tespiti İle İlgili Literatür İncelemesi	96
2.4 Tekstil Proseslerinde Yapay Zeka Yöntemleri Yapılan Kontrol İşlemleri İle İlgili Literatür İncelemesi	101
3. MATERYAL VE YÖNTEM	107
3.1 Kullanılan Materyaller ve Deney Düzenliği	107
3.1.1 Deneyde Kullanılan Materyaller	107
3.1.1.1 Dokuma Makinesi ve Çözgü İpliği.....	107
3.1.1.2 Servo Motor ve Sürücüsü	109
3.1.1.3 Enkoder	112
3.1.1.4 Veri Toplama Kartı	116
3.1.1.5 Gerilim Ölçer (Electronic Yarn Tension Meter)	116
3.1.1.6 Hareket Sensörü	117
3.1.1.7 Mukavemet Test Cihazı.....	120
3.1.2 Deney Düzenliği	120
3.1.3 Kontrol Programı.....	124
3.2 Metot	130
3.2.1 Çözgü Geriliminin Belirlenmesi	130
3.2.2 Çözgü Salma Sisteminin Kontrolü	133
3.2.2.1 Çözgü Salma Sisteminin Konvansiyonel Yöntemle Kontrolü	133
3.2.2.2 Çözgü Salma Sisteminin PID Kontrolü.....	134
3.2.2.3 Çözgü Salma Sisteminin Evrimsel Programlama ile Kontrolü	137
3.2.2.3.1 Evrimsel Programlama ile Çözgü Gerilimi Fonksiyonunun Tespiti.....	137
3.2.2.3.2 Evrimsel Programlama ile Çözgü Gerilimi Kontrolü.....	141
3.2.2.4 Çözgü Salma Sisteminin Bulanık Mantık ile Kontrolü	142
3.2.3 Çözgü İpliği Kopma Deneyi ve Kumaş Testleri	148
3.2.3.1 Çözgü İpliği Kopma Deneyi.....	148
3.2.3.2 Kumaş Testleri	149
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	150
4.1 Konvansiyonel Kontrol Yöntemi İle Elde Edilen Çözgü Gerilimi	150
4.2 PID Kontrol Yöntemi İle Elde Edilen Çözgü Gerilimi	152
4.2.1 PID Kontrol Yönteminde (Referans Gerginlik 40 cN) Elde Edilen Çözgü Gerilimi	152
4.2.2 PID Kontrol Yönteminde (Referans Gerginlik 30 cN) Elde Edilen Çözgü Gerilimi	153
4.2.3 PID Kontrol Yönteminde (Referans Gerginlik 20 cN) Elde Edilen Çözgü Gerilimi	155
4.3 Yapay Zeka Yöntemi İle Elde Edilen Çözgü Gerilimi	158
4.3.1 Çözgü Salma Sisteminin Evrimsel Programlama Yöntemi ile Kontrolü.....	158
4.3.2 Çözgü Salma Sisteminin Bulanık Mantık Yöntemi ile Kontrolü	162
4.4 Çözgü İpliği Kopma Deneyleri ve Kumaş Testleri	166
4.4.1 Kopma Deneyleri	167
4.4.2 Kumaş Testleri	167
4.4.2.1 Kumaşların Atkı Yönü Testleri	167
4.4.2.2 Kumaşların Çözgü Yönü Testleri.....	169
5. SONUÇLAR	171
6. KAYNAKLAR	175
EK 1. Çözgü Salma Sistemi Kontrol Programı	186
ÖZGEÇMİŞ	209

SİMGELER DİZİNİ

A	Klasik küme
\underline{A}	Bulanık küme
\bar{A}	A kümesinin Değili
\underline{a}	Tefeleme hareketinin başladığı zaman
\underline{b}	Tefeleme hareketinin bittiği zaman
b	Baş
ce(t)	Hata değişimi
D	Teorik minimum atkı sıklığı
D _H	Arka köprü durumu ve kumaş oluşum çizgisi arasındaki dikey mesafe
e(t)	Hata
E	Elastisite modülü(CN/mm ²)
E _Ç	Çözümlü ipliği elastik modülü
E _k	Kumaş elastik modülü
E _K	Çözgünün hareketi (-)
F ₀	Güçlerin kesişmesi sırasında statik çözgü gerilimi
F(t)	Çalışır durumda çözgü gerilimi eğrisi
F(+)	Tefenin ön ölü konuma hareketi sırasında oluşan kuvvet artışı
F(-)	Tefenin arka ölü konuma hareketi sırasında oluşan kuvvet azalışı
G(t)	Başlama ve durdurma durumlarındaki çözgü gerilimi eğrisi
h	Tefenin hareket stroku
h	Ağızlık yüksekliği
h _p	İlk iki gücü teli için ağızlık yüksekliği
H ₀	Sondan önceki altıncı atkı ile bir önceki arasındaki mesafe
H ₁	Sondan önceki beşinci atkı ile bir önceki arasındaki mesafe
H ₂	Sondan önceki dördüncü atkı ile bir önceki arasındaki mesafe
H ₃	Sondan önceki üçüncü atkı ile bir önceki arasındaki mesafe
H ₄	Sondan önceki ikinci atkı ile bir önceki arasındaki mesafe
H ₅	Son atılan atkı ile bir önceki arasındaki mesafe
H ₆	Tefe tarafından yeni kaydedilen atkı ile bir önceki arasındaki mesafe
J _i	İndirgenmiş atalet momenti
J _t	Toplam motor atalet momenti
K	Dokuma direnci sabiti (katsayısı)
k	Kuyruk
K _p	Orantı kontrol katsayısı
K _i	İntegral kontrol katsayısı
K _d	Türev kontrol katsayısı
I _{VF}	Ön ağızlık uzunluğu
ΔI_{VF}	Ön ağızlık uzaması
I _{HF}	Arka ağızlık uzunluğu
ΔI_{HF}	Arka ağızlık uzaması
L _k	Kumaş uzunluğu
I _{GF}	Toplam ağızlık uzunluğu(mm)
L _Ç	Çözgü iplinin uzunluğu
L _t	Arka ağızlık uzunluğu
ms	Mili saniye
m(t)	Kontrol çıkış sinyali
n	Kuyruktaki değişken sayısı
N _m	Motor hızı
M _m	Motor momenti
P	Ağızlık açma hareketi sırasında çözgü ipliklerine gelen kuvvet
P ₁	Ağızlık açma hareketi sırasında çözgü ipliklerine gelen kuvvetin bileşeni
P ₂	Ağızlık açma hareketi sırasında çözgü ipliklerine gelen kuvvetin bileşeni

S_m	Kumaş çizgisi pozisyonu (Birim yer değiştirme)
S_D	Atkı sıklığı (mm^{-1})
S_φ	Tefenin aldığı yol
$S\varphi$	Tefenin hareketinin izlediği yol
T	Sıcaklık
T_k	Kumaş Gerilimi
T_ζ	Çözgü Gerilimi
R	Dokuma Direnci
R	Tefeleme kuvveti
W	İzafi rutubet
σ	Gerilme kuvveti (CN/mm^2)
$\varepsilon =$	Birim Şekil değiştirme
φ	Ana milin dönüş açısı (radyan)
β	Tefenin arka ölü konumda beklemeye başladığı andaki ana milin dönüş açısı.
θ_1	Ön ağızlık açısı
θ_2	Arka ağızlık açısı
Z^*	Toplam Alanın Merkezi
Z_p	Ağızlık kapanma anında krank mili açısı

KISALTMALAR

AA	Açıklama Ağacı
A/D	Analog dijital dönüştürücü
BM	Bulanık Mantık
EP	Evrimsel Programlama
GA	Genetik Algoritma
GP	Genetik Programlama
IS	Sıralı genlerin yer değiştirmesi
PID	Orantı, İntegral, Türev kontrol
RIS	Kök transferi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Dokuma İşlemi Sırasında Oluşan Temiz, Yarı Temiz ve Temiz olmayan Ağızlıklar	7
Şekil 1.2 Ağızlık Geometrisi Değişimi	8
Şekil 1.3 Ağızlık Açma Esnasında Ana Mil Açısına Göre Meydana Gelen Gerilimler	10
Şekil 1.4 Ön Ağızlık ve Arka Ağızlıkta Çözümlü İpliği Uzaması	11
Şekil 1.5 Ağızlık Açma İşlemi Sırasında Çözümlü İplikleri Üzerine Gelen Kuvvetler	14
Şekil 1.6 Tefe vuruşu ve kumaş çizgisi	15
Şekil 1.7 Tefeleme Sırasında Kumaş ve Çözümlü Meydana Gelen Kuvvetler	19
Şekil 1.8 Negatif Çözümlü Salma Mekanizması	21
Şekil 1.9 Mekanik Yarı Pozitif Kesiksiz Çözümlü Salma Mekanizması	25
Şekil 1.10 Gerginlik kontrol sistemine göre çalışan bir çözümlü salma mekanizmasından elde edilen çözümlü gerginliği – çözümlü besleme hızı (fazla besleme yüzdesi olarak) ilişkisi	27
Şekil 1.11 Çözümlü Salma Sisteminin 20 atk/cm de Çözümlü Salma Geçiş Periyodu	28
Şekil 1.12 Çözümlü Salma Sisteminin 10 atk/cm de Çözümlü Salma Geçiş Periyodu	28
Şekil 1.13 a) Klasik ve b) Bulanık Mantıkta Hız Grafiği	34
Şekil 1.14 a) Kesişme b) Birleşme	37
Şekil 1.15 Değilleme özelliği	38
Şekil 1.16 X ve Y kümeleri İçin Bağlantı Ağı	40
Şekil 1.17 Bulanık küme	43
Şekil 1.18 Üyelik fonksiyonu kısımları	44
Şekil 1.19 Bulanık kümeler; (a) normal, (b) normal olmayan	45
Şekil 1.20 Bulanık kümeler; (a) dış bükey, (b) dış bükey olmayan	47
Şekil 1.21 Dış bükey bulanık kümelerin kesişimi	47
Şekil 1.22 Gauss bulanık kümesi	48
Şekil 1.23 Hassalık (Prezisyon)	48
Şekil 1.24 Sıcaklık bulanık alt kümeleri	49
Şekil 1.25 A bulanık kümesi	51
Şekil 1.26 İki bulanık kümenin; (a) Birleşimi (b) Kesişimi	52
Şekil 1.27 Bulanık küme çıktısı	53
Şekil 1.28 En büyük üyelik derecesinin durulaştırması	54
Şekil 1.29 Sentroid yöntemiyle durulaştırma	54
Şekil 1.30 Ağırlıklı ortalama yöntemi durulaştırması	55
Şekil 1.31 Ortalama en büyük üyelik durulaştırması	56
Şekil 1.32 Toplamların merkezi durulaştırması	56
Şekil 1.33 En büyük alan merkezi ile durulaştırma	57
Şekil 1.34 İlk ve son en büyük üyelik dereceleri ile durulaştırma	58
Şekil 1.35 EP Akış Diyagramı	61
Şekil 1.36 Matematiksel Açıklama Ağacına (AA) bir örnek	62
Şekil 1.37 EP Geni ve Açıklama Ağacı	63
Şekil 1.38 Yeni EP kromozomu ve Açıklama Ağaçları	64
Şekil 1.39 Uzun Bir Kromozomdan Elde Edilen Alt kromozomlar	65
Şekil 1.40 Alt ifade ağaçlarının elde edildiği Uzun kromozom	66
Şekil 1.41 Mutasyon İşlemi İle Yeni Gen Eldesi	69
Şekil 1.42 IS Transfer İşlemi İle Yeni Gen Eldesi	69
Şekil 1.43 RIS Transfer İşlemi İle Yeni Gen Eldesi	70
Şekil 1.44 Gen Transfer İşlemi İle Yeni Gen Eldesi	70
Şekil 1.45 İki Kromozom Arasında Tek Noktadan Gen Transfer İşlemi İle Yeni Gen Eldesi	71
Şekil 1.46 İki Kromozom Arasında İki Noktadan Gen Transfer İşlemi İle Yeni Gen Eldesi	72
Şekil 1.47 İki Kromozom Arasında Rasgele Gen Değiştirme İşlemi İle Yeni Gen Eldesi	72
Şekil 1.48 İlk iterasyon Sonucu Elde Edilen En İyi Genetik İfadenin Fonksiyonu	75
Şekil 1.49 İkinci iterasyon Sonucu Elde Edilen En İyi Genetik İfadenin Fonksiyonu	77
Şekil 1.50 Dördüncü iterasyon Sonucu Elde Edilen En İyi Genetik İfadenin Fonksiyonu	80
Şekil 2.1 Yeni Bir Atkının Tefeelenmesi Sırasında Oluşan Kuvvetler	89
Şekil 3.1 Deneyde kullanılan Dokuma Makinesi ve Çözümlü Salma Sistemi	108
Şekil 3.2 Deneyde kullanılan Dokuma Makinesinin Çözümlü Salma Sistemi	108
Şekil 3.3 Çözümlü İpliği Kuvvet-Uzama Grafiği	109
Şekil 3.4 Servo Motor ve Sürücüsü	110

Şekil 3.5 Motor Hız ve İvme Zaman Gafigi.....	111
Şekil 3.6 Motor Voltaj ve Frekans Gafigi.....	111
Şekil 3.7 Servo Motor Montajı.....	112
Şekil 3.8 Artımlı Enkoder.....	113
Şekil 3.9 Artımlı Enkoderin Montajı.....	114
Şekil 3.10 Artımlı (Incremental) enkoderin kesiti.....	115
Şekil 3.11 Veri Toplama Kartı (DAS 6071).....	116
Şekil 3.12 Gerilim Ölçer.....	117
Şekil 3.13 Hareket sensörü (Selet B18/50T-0/3).....	118
Şekil 3.14 Hareket Sensörünün Montajı.....	119
Şekil 3.15 Lloyd Mukavemet Test Cihazı.....	120
Şekil 3.16 Çözümlü gerilimi kontrol şeması.....	121
Şekil 3.17 PID Kontrol Blok Diyagramı.....	124
Şekil 3.18 Bulanık Mantık Kontrolü Blok Diyagramı.....	124
Şekil 3.19 Çözümlü Salma Sistemi Kontrol Programı Ana Penceresi.....	125
Şekil 3.20 Bilgisayar Programı Akış Diyagramı.....	129
Şekil 3.21 Hareket Sensöründen ve SDL Gerilim Ölçerden Elde Edilen Grafikler.....	132
Şekil 3.22 Hareket Sensöründen Elde Edilen Voltaj Gerilimi.....	132
Şekil 3.23 Şekil 3.22 SDL Gerilim Ölçerden Elde Edilen Çözümlü Gerilimi.....	133
Şekil 3.24 Deneyde kullanılan Dokuma Makinesi Çözümlü Salma Sistemi.....	134
Şekil 3.25 Dokuma Makinesinin PID Kontrolü.....	136
Şekil 3.26 Dokuma Makinesinde Çözümlü Gerilimi Ölçüm Düzeneği.....	138
Şekil 3.27 Deney Sonucunda Elde Edilen Gerginlik Grafiği.....	139
Şekil 3.28 EP Programlama Sonucunda Elde Edilen Gerginlik Grafiği.....	139
Şekil 3.29 Dokuma Makinesinin EP İle Kontrolü.....	142
Şekil 3.30 Kullanılan bulanık mantık modelinin şematik gösterimi.....	143
Şekil 3.31 Giriş “hata(e)” üyelik fonksiyonu.....	143
Şekil 3.32 Giriş “hatadeğişimi(ce)” üyelik fonksiyonu.....	144
Şekil 3.33 Çıkış “kontROLSINYALI” üyelik fonksiyonu.....	144
Şekil 3.34 Hata ve Hata Değişimi Üyelik Fonksiyonunun Çözümlü Salma Sistemi Üzerine Etkisi.....	145
Şekil 3.35 Anfis Modelinin “e(hata)” Giriş Üyelik Fonksiyonu.....	146
Şekil 3.36 Anfis Modelinin “ce(hatadeğişimi)” Giriş Üyelik Fonksiyonu.....	146
Şekil 3.37 Anfis Modelinden Elde Edilen Hata ve Hata Değişimi Üyelik Fonksiyonunun.....	147
Şekil 3.38 Dokuma Makinesinin Bulanık Mantıkla Kontrolü.....	148
Şekil 4.1 Hareket sensöründen elde edilen Voltaj Gerilimi.....	150
Şekil 4.2 PID Voltaj Geriliminin Dönüşümü Sonucu Elde Edilen Çözümlü Gerilimi.....	151
Şekil 4.3 Ana Milin Bir Devrinde Gerçekleşen Çözümlü Gerilimi.....	151
Şekil 4.4 PID Kontrol Yönteminde Referans Gerginlik 40 cN (2 Volt) ile Elde Edilen Sensör Gerilimi.....	152
Şekil 4.5 PID Kontrol Yönteminde Referans Gerginlik 40 cN (2 Volt) ile Elde Edilen Çözümlü.....	153
Şekil 4.6 PID Kontrol Yönteminde Referans Gerginlik 30 cN (3 Volt) ile Elde Edilen Sensör (b) Gerilimi.....	154
Şekil 4.7 PID Kontrol Yönteminde Referans Gerginlik 30 cN (3 Volt) ile Elde Edilen Çözümlü Gerilimi.....	154
Şekil 4.8 PID Kontrol Yönteminde Hareket Sensöründen Elde Edilen Sensör Gerilimi.....	155
Şekil 4.9 PID Kontrol Yönteminde Hareket Sensöründen Elde Edilen Çözümlü Gerilimi.....	155
Şekil 4.10 PID Kontrol Yönteminde Hareket Sensöründen Ana Milin Bir Devrinde Elde Edilen Çözümlü Gerilimi.....	156
Şekil 4.11 Konvansiyonel ile PID Kontrol Yöntemlerinden Elde Edilen Ortalama Çözümlü.....	157
Şekil 4.12 Evrimsel Programlama İle Elde Edilen Referans Gerginlik Fonksiyonu.....	158
Şekil 4.13 Evrimsel Programlama Kontrol Yönteminde Hareket Sensöründen Elde Edilen Sensör Gerilimi.....	159
Şekil 4.14 Evrimsel Programlama Kontrol Yönteminde Hareket Sensöründen Elde Edilen Çözümlü Gerilimi.....	159
Şekil 4.15 Evrimsel Programlama Kontrol Yönteminde Ana Milin Bir Devrinde Hareket Sensöründen Elde Edilen Çözümlü Gerilimi.....	160
Şekil 4.16 Konvansiyonel, PID ve EP kontrol yöntemlerinden elde edilen ortalama çözümlü gerilimi değerleri.....	161
Şekil 4.17 Evrimsel Programlama İle Elde Edilen Referans Gerginlik Fonksiyonu.....	162
Şekil 4.18 Bulanık Mantık Kontrol Yönteminde Hareket Sensöründen Elde Edilen Sensör Gerilimi.....	163

Şekil 4.19 Bulanık Mantık Kontrol Yönteminde Hareket Sensöründen Elde Edilen Çözümlü Gerilimi.....	163
Şekil 4.20 Bulanık Mantık Kontrol Yönteminde Hareket Sensöründen Ana Milin Bir Devrinde Elde Edilen Çözümlü Gerilimi.....	164
Şekil 4.21 Konvansiyonel, PID, EP ve Bulanık Mantık Kontrol Yöntemlerinden Elde Edilen Ortalama Çözümlü Gerilimi Değerleri.....	165
Şekil 4.22 Çözümlü Kontrol Yöntemlerine Göre Elde Edilen Gerginlik Grafikleri.....	165

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1 Hedef fonksiyonu için elimizde var olan değerler	73
Çizelge 2 Çözümlü gerilimi Fonksiyonu için EP Algoritmasında Kullanılan Operatörler	73
Çizelge 3 İlk iterasyon Sonucu Elde Edilen Popülasyon Değerleri	74
Çizelge 4 İkinci iterasyon Sonucu Elde Edilen Popülasyon Değerleri	76
Çizelge 5 Üçüncü iterasyon Sonucu Elde Edilen Popülasyon Değerleri	78
Çizelge 6 Dördüncü iterasyon Sonucu Elde Edilen Popülasyon Değerleri	79
Çizelge 7 Matematiksel ilişkiden ve SDL gerilim ölçerden elde edilen çözümlü gerginliği Değerleri EP ile Bulanık Mantık Kontrol Yönteminden Elde Edilen	131
Çizelge 8 Çözümlü gerilimi Fonksiyonu için EP Algoritmasında Kullanılan Operatörler	138
Çizelge 9 Konvansiyonel ile PID kontrol Yönteminden Elde Edilen Çözümlü Gerilimi Değerleri Arasında Yapılan T Testi Sonuçları	157
Çizelge 10 Konvansiyonel ile EP Kontrol Yönteminden Elde Edilen Çözümlü , Gerilimi Değerleri Arasında Yapılan T Testi Sonuçları	161
Çizelge 11 PID ile EP Kontrol Yönteminden Elde Edilen Çözümlü Gerilimi Değerleri Arasında Yapılan T Testi Sonuçları	162
Çizelge 12 Konvansiyonel ile Bulanık Mantık Kontrol Yönteminden Elde Edilen Çözümlü Gerilimi Değerleri Arasında Yapılan T Testi Sonuçları	166
Çizelge 13 PID ile Bulanık Mantık Kontrol Yönteminden Elde Edilen Çözümlü Gerilimi Değerleri Arasında Yapılan T Testi Sonuçları	166
Çizelge 14 Çözümlü Gerilimi Değerleri Arasında Yapılan T Testi Sonuçları	166
Çizelge 15 Konvansiyonel, PID ve Yapay Zeka Kontrol Yöntemlerinde Kopuş Sayıları	167
Çizelge 16 Kumaşların Atkı Yönü Test Sonuçları	168
Çizelge 17 Kumaşların Atkı Yönü Kopma Kuvvetine ait Test Sonuçları (LSD)	168
Çizelge 18 Kumaşların Atkı Yönü Kopma Uzamasına ait Test Sonuçları (LSD)	169
Çizelge 19 Kumaşların Çözümlü Yönü Test Sonuçları	169
Çizelge 20 Kumaşların Çözümlü Yönü Kopma Kuvvetine ait Test Sonuçları (LSD)	170
Çizelge 21 Kumaşların Çözümlü Yönü Kopma Uzamasına Ait Test Sonuçları (LSD)	170

1. GİRİŞ

Tekstil endüstrisinde bilinen en eski yüzey oluşturma tekniği olan ve günümüzde de hala en çok tercih edilen dokuma sektörü, teknolojik gelişmelere en fazla ayak uyduran sektörlerden birisi olarak görülmektedir. Serbest piyasa şartlarının oluşturduğu rekabetçi ortamın sonucu dokuma sektöründe birim zamanda daha yüksek üretim hızıyla daha kaliteli kumaşın en düşük maliyetle üretilme gereği ortaya çıkmıştır.

Dokuma makinelerinde verimliliği ve kaliteyi etkileyen en önemli faktörlerden birisi iplik kopuşlarıdır. Dokuma işlemi sırasında ortaya çıkan kopuşların mamul kalitesi üzerindeki olumsuz etkisi yanında, iplik kopuş sayısı dokumahanenin verimliliğini ve dolayısıyla işletme masraflarını önemli ölçüde etkilemektedir. Bir dokuma makinesinin bir saatlik çalışma zamanı boyunca 1,5 kopuştan daha az iplik kopuş sayısı ile çalıştığı durumda yüksek verimlilikte ve en iyi kalite kumaşların üretilebileceği uzmanlar tarafından kabul edilmektedir. Burada öncelikle dokumada kullanılacak malzemenin seçimi önemli rol oynamaktadır. Yapılan araştırmalarda kesikli elyaf ile yapılan dokumalarda kaliteli elyaf karışımları kullanıldığında hammadde ve eğirme maliyetleri yüksek olsa da, dokuma maliyetlerinde iplik kopuşlarının azaldığı ve bundan dolayı ikinci kalite mamul miktarının yarı yarıya düştüğü görülmüştür.

Bunun yanında, hazırlanan çözümler kalitesinin de dokuma verimliliği ve özellikle çözümler iplik kopuşları üzerinde büyük etkisi vardır. Özellikle dokuma hazırlık işlemleri iyi yapılmamış çözümler iplikleri daha fazla iplik kopuşlarına yol açarak dokuma maliyetlerini arttırdığı gibi, kalitenin de düşmesine neden olmaktadır. Bu nedenle dokuma hazırlık işlemleri büyük önem taşımaktadır. Dokuma hazırlık işlemlerinde çözümler kalitesini etkileyen en önemli faktör iplik gerginlikleridir. Özellikle konik çözümler makinelerinde bantlar arasındaki gerginlik farkları dokumada iplik akışına olumsuz etki ederek kopuşlara neden olmaktadır.

Günümüzde yüksek hızlı dokuma makinelerinde ana milden tahrikli mekanik sistemler sahip oldukları yüksek ataletleri dolayısıyla dokuma makinelerinin

hızlarını sınırlandırmışlardır. Bu yüzden mekanik sistemler yerine lokal bölgelerin bilgisayar kontrollü elektronik sistemler tarafından kontrolü ön plana çıkmıştır. Yapılan çalışmalarda bilgisayar kontrollü servo motor kullanılarak dokuma makinelerinin kontrolünün daha çevik olması amaçlanmıştır. Böylece dokuma tezgahlarında verimliliğin yükseltilmesi ve ürün kalitesinin artırılması hedeflenmektedir.

Bu amaçla modern dokuma makinelerinde kumaş çekme ve çözgü salma gibi dokuma işleminin temel parametreleri bağımsız servo motorlar ile kontrol edilmektedir. Servo motorların dokuma temel hareketlerinin kontrolünde kullanılması ile bilgisayar kontrolüne dolayısıyla elektronik kontrole imkan tanınmıştır. Özellikle lineer olmayan kontrollerin yapılmasında çok iyi sonuçlar alınmıştır. Bunlardan bir tanesi de çözgü salma sisteminin kontrolüdür. Dokuma işlemi süresince çözgü geriliminin sabit tutulması, çözgü kopuşlarının azaltılması ve atkı sıklığının aynı olması için çözgü salma sisteminin en iyi şekilde denetlenmesi gerekir. Modern dokuma makinelerinde çözgü salma sistemleri servo motor kontrollü yarı pozitif olarak kontrol edilmektedir.

Bununla birlikte bilgisayar teknolojisinin son derece hızlı geliştiği 21. yüzyılda bilim adamları daha etkin ve çevik kontrol yöntemleri üzerinde çalışmaktadırlar. Dinamik sistemlerde, lineer olmayan parametrelerin yük etkilerinin sistemin hızlı cevabı üzerinde engelleyici bir etkisi vardır. Bundan dolayı yük değiştirildikçe, genellikle klasik kontroller tasarım performansını koruyamaz ve böylece yeni sistem durumları için kontrollerin tasarımının yeniden yapılması gerekir. Motorda oluşan bozucu etkiler hem motor performansını hem de motorun kontrol ettiği dinamik sistemlerin performansını olumsuz yönde etkilemektedir. Kontroldeki olumsuz etkileri minimize etmek için PID (**P**roportion=**O**rantı, **I**ntegral=**İ**ntegral, **D**erivative=**T**ürev), Çok yönlü (**A**daptive) ve Sliding Mode gibi birçok kontrol yöntemi geliştirilmiştir. Fakat son on yılda özellikle lineer olmayan kontrollerde çok iyi sonuçlar veren yapay zeka yöntemlerinin kullanımı hızla artmaktadır. Otomasyon sistemlerinin yapay zeka yöntemleri ile kontrol edilmesiyle bilgisayarın karar verme gücünden yararlanılmaktadır. Özellikle yapay zeka yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilen kontrollerden birisi olan Bulanık Mantık (Fuzzy Logic) lineer olmayan sistemlerin

kontrolünde çamaşır makinesinden asansörlere, otomobillerden tekstil makinelerine kadar hemen hemen her alanda kullanılmaktadır.

Bu çalışma ile dokuma işlemi sırasında çözü ipliğinde meydana gelen gerginlik değişiminin azaltılması amaçlanmıştır. Bunun için ilk önce tek bir motordan hareket alan konvansiyonel dokuma tezgahı üzerinden çözü gerginlik değerleri kaydedildikten sonra çözü salma sistemi bilgisayar denetimli hale getirilmiştir. Bu sayede çözü salma sistemi değişik kontrol metotları ile (PID, Evrimsel Programlama ve Bulanık Mantık) kontrol edilmiştir.

- a) Çözü salma sisteminin konvansiyonel yöntemle kontrolü: Konvansiyonel dokuma makinesinde çözü levendi mekanik yarı pozitif çözü salma sistemi ile kontrol edilmektedir. Bu kontrol sırasında gerçekleşen çözü gerilimi hareket sensörü (B18/50T-0/3) ve SDL Gerginlik Ölçer (Y226A Electronic Yarn Tension Meter) ile ölçülmüştür.
- b) Çözü salma sisteminin PID yöntemle kontrolü: Mekanik yarı pozitif çözü salma sistemi yerine çözü salma sisteminin servo motor ile kontrolü sağlanmış ve bilgisayarlı kontrolde günümüzde en yaygın olarak kullanılan PID kontrol yöntemi kullanılarak çözü ipliği üzerinde oluşan gerginlik değerleri ölçülmüştür.
- c) Çözü salma sisteminin Evrimsel Programlama yöntemiyle kontrolü: Evrimsel Programlama metodu ile konvansiyonel yöntemde elde edilen deney sonuçları kullanılarak çözü gerginlik değişimini ifade eden matematiksel fonksiyon elde edilmiştir. Elde edilen matematiksel fonksiyon kullanılarak hazırlanan bilgisayar programı ile çözü salma sistemi kontrol edilmiştir. Aynı zamanda kontrol sırasında çözü ipliği üzerinde oluşan gerginlik değerleri de ölçülmüştür.
- d) Çözü salma sisteminin Bulanık Mantık yöntemi ile kontrolü: Bilgisayar kontrollü hale getirilen çözü salma sistemi Bulanık Mantık yöntemi

kullanılarak kontrol edilerek çözümlenmiş ipliği üzerinde oluşan gerginlik değerleri ölçülmüştür.

Çözgü salma sisteminin PID kontrolünde, ilk aşamada ana milin açısı değeri enkoder aracılığı ile okunur. Daha sonra çözgü geriliminin tespiti için yer değiştirme sensöründen arka köprünün konumuna bağlı olarak 0,4 ile 4,5 volt arasında bir gerginlik değeri ölçülür. Sensörden elde edilen voltaj değerleri, gerçekte meydana gelen çözgü gerilimi değerlerine dönüştürmek için önceden tespit edilmiş katsayılarla çarpılır. Elde edilen gerginlik daha önce tespit edilmiş referans gerginlik değeri (bu çalışmada 20 cN, 30 cN ve 40 cN olarak belirlenmiştir) ile karşılaştırılır. Bulunan fark değeri PID etki otomatik kontrol yöntemine göre elde edilen belirli katsayılar ile çarpılarak PID kontrol sinyali elde edilir. Elde edilen kontrol sinyali servo motor sürücüsüne voltaj değeri olarak gönderilir. Üretilen sinyal hatanın miktarına göre küçük veya büyük elde edilebilir. PID kontrol sinyali büyüklüğü maksimum 10 volt minimum -10 volt arasında üretilir. Kontrol sinyali 0 ise motor hareket etmez. 10 volta doğru motor hızı artar ve 10 voltta motor hızı 3000 d/dk.' ya çıkar. Kontrol sinyali -10 voltta motor hızı ters yönde 3000 d/dk.' ya ulaşır.

Çözgü salma sisteminin Evrimsel Programlama yöntemi ile kontrolünde: PID kontrolden farklı olarak referans çözgü gerilimi değeri sabit bir gerginlik değeri değildir. Evrimsel Programlama yöntemine göre elde edilen çözgü geriliminin matematiksel fonksiyonundan elde edilen referans gerginlik değeri hareket sensöründen elde edilen gerçek gerginlik değerleri ile karşılaştırılır. Bu karşılaştırmadan sonra elde edilen fark değeri aynen PID kontrolde olduğu gibi kontrol sinyali elde edilerek servo sürücü vasıtası ile servo motor kontrol edilmektedir.

Çözgü salma sisteminin Bulanık Mantık yöntemi ile kontrolünde: Enkoderden okunan açı değerine karşılık gelen referans gerginlik değeri hareket sensöründen elde edilen gerçek gerginlik değerleri ile karşılaştırılır. Karşılaştırma sonucunda elde edilen hata değeri (e) ve elde edilen son değer ile bir önceki hata değerinin farkı (ce) Bulanık Mantık kontrol yönteminin giriş üyelik değerleri olarak alınır. Elde edilen hata ve hata değişimi değerleri kullanılarak bulanık mantık yöntemi ile kontrol

sinyali elde edilir. Elde edilen kontrol sinyali önceki kontrol yöntemleri gibi servo sürücü vasıtası ile servo motora gönderilerek çözgü salma sisteminin kontrolü gerçekleştirilir.

Çalışmanın sonunda, Konvansiyonel, PID, Evrimsel Programlama ve Bulanık Mantık kontrol yöntemlerine göre yapılan deneylerden elde edilen çözgü gerginlik değerleri karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmada Bulanık Mantık yöntemi kullanarak yapılan kontrol sonucunda elde edilen çözgü gerilimi değişiminin diğer kontrol yöntemlerine göre daha küçük ve ortalama çözgü geriliminin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre de en düşük çözgü gerilimi ortalama değerlerinin Bulanık Mantık kontrol yöntemi ile elde edildiği görülmüştür.

Ayrıca, uygulanan kontrol metotlarından elde edilen kumaşların atkı ve çözgü yönünde kopma mukavemeti ve kopma uzaması özellikleri test edilmiştir. Bununla birlikte atkı sıklığı, çözgü sıklığı, atkı çözgü kıvrım oranları ve kumaş gramajları gibi özellikleri de test edilerek kontrol yöntemlerine göre elde edilen kumaş özellikleri karşılaştırılmıştır.

1.1 Dokuma İşleminin Temel Hareketleri

İki iplik sisteminin birbiri içerisinde örgü oluşturacak biçimde 90 derecelik açı ile birleşerek oluşturulan yapıya kumaş bu olaya da dokuma işlemi denir. Dokuma işleminde kullanılan iki iplikten diğerine göre daha uzun olan ipliğe “Çözgü”, kısa olan da “Atkı” ipliği olarak isimlendirilmektedir. Dokuma işleminin gerçekleşmesi için beş temel hareket bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla; ağızlık açma, atkı atma, tefe vurma, çözgü salma ve kumaş çekme hareketleridir. Dokuma işleminde çözgü ipliklerinin mutlaka bir başlangıç gerilimine sahip olması gerekir. Başlangıç geriliminin seviyesi bu konunun uzmanları tarafından kumaş tipine ve iplik numarası başta olmak üzere bir çok etkin faktöre göre tecrübe edilerek belirlenmiştir. Dokuma işlemi sırasında çözgü gerilimi özellikle tefeleme ve ağızlık açma işlemi sırasında başlangıç geriliminden çok daha yüksek değerlere ulaşmaktadır. Dokuma sırasında çözgü ipliğinde meydana gelen gerginlik değişiminin büyüklüğü çözgü ipliğini

yormaktadır. Bunun sonucu olarak dokuma işlemi sırasında duruşların çoğunluğu çözümlü ipliği kopuşlarından kaynaklanmaktadır. Bu bölümde çözümlü gerilimine etki eden dolayısı ile dokuma işleminin verimine direk etkisi olan temel hareketlerden ağızlık açma, tefe vurma, çözümlü salma ve kumaş çekme hareketleri incelenmiştir.

1.1.1 Ağızlık Açma

Dokuma makinelerinde atkının atılmasından önce çözümlü ipliklerinin iki tabakaya ayrılarak oluşturduğu, üçgen kesitli tünele “ağızlık” denir. Açılan her ağızlık içinden kaydedilen atkı ipliğinin alt ve üstünde bulunması gereken çözümlü ipliklerinin belirlenmesinde çeşitli sistemler geliştirilmiştir. Geliştirilen bu sistemleri çalıştırmak için kullanılan mekanizmalara “ağızlık açma mekanizmaları” denilmektedir.

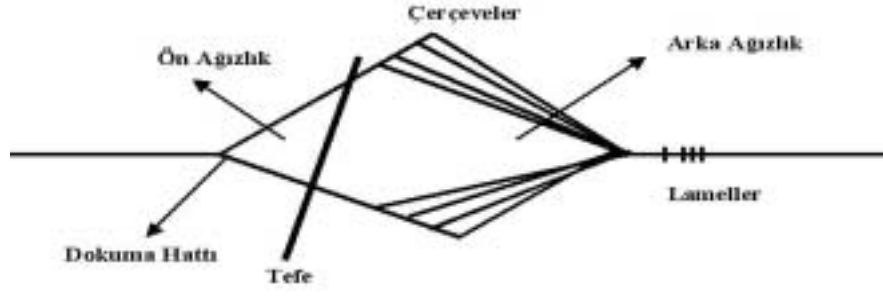
1.1.1.1 Ağızlık Oluşum Şekilleri

Ağızlıklar oluşum şekillerine göre temiz ağızlık, yarı temiz ağızlık ve temiz olmayan ağızlık olmak üzere üçe ayrılır (şekil 1.1).

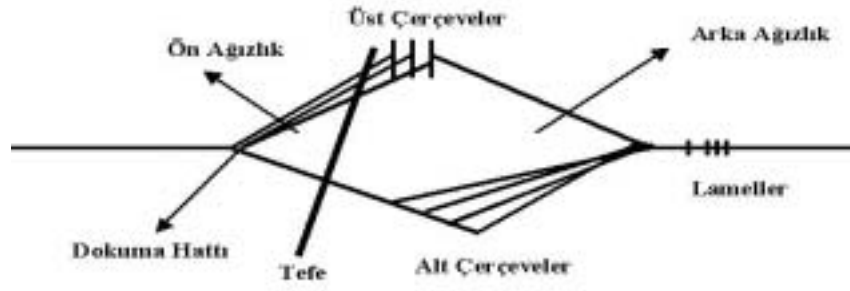
Temiz ağızlık: Ön ağızlıkta alt ve üst çözümlü tabakasındaki tüm çözümlü iplikleri aynı hizada bulunuyorsa temiz ağızlık elde edilir. Böyle bir ağızlık için kumaş çizgisinden uzaklaştıkça çerçeveler fazla hareket etmeleri gerekir. Bu durumda aynı çözümlü tabakası arasındaki iplikler arasında gerginlik farkı olur. Temiz ağızlıkta ön ağızlık açısı sabittir.

Yarı temiz ağızlık: Alt ve üst çözümlü tabakasından yalnız biri düzgündür ve bu genellikle alt çözümlü tabakasıdır. Mekikli ve bazı kancalı dokuma tezgahlarında kullanılmaktadır ($h=sabit$). Eliptik ağızlıkta çözümlü ipliklerinin uzaması sabittir.

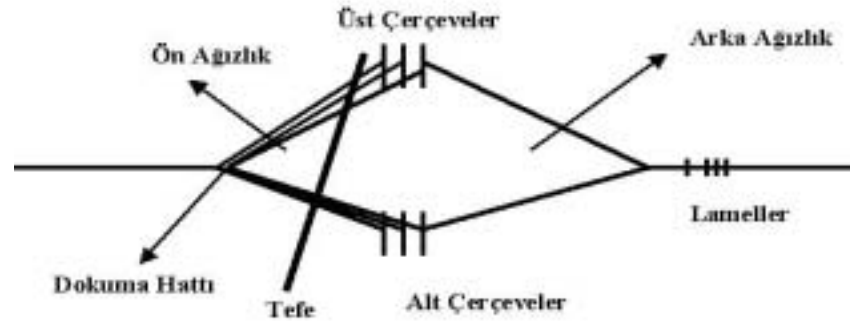
Temiz olmayan ağızlık: Alt ve üst çözümlü tabakasındaki çözümlü iplikleri düzgün değildir. Çözümlü ipliklerinin en az zorlandığı ağızlık tipi budur. Bu tip ağızlıkta çözümlü iplikleri üzerindeki gerginlik minimuma indirilmiş olur. İki tip uygulama şekli vardır. Paralel ve eliptik ağızlık. Paralel ağızlıkta çözümlü ipliklerinin uzaması sabittir.



a) Temiz Ağzlık



b) Yarı Temiz Ağzlık



c) Temiz Olmayan Ağzlık

Şekil 1.1 Dokuma İşlemi Sırasında Oluşan Temiz, Yarı Temiz ve Temiz Olmayan Ağzlıklar

1.1.1.2 Ağzlık Geometrisi

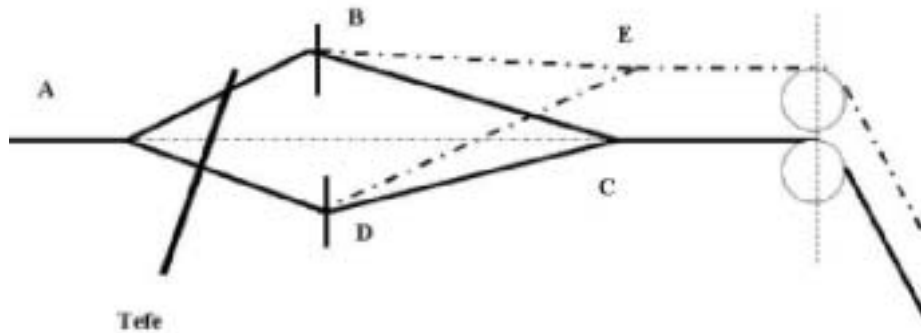
Ağzlık geometrisini aşağıdaki elemanların birbirine göre konumu belirler.

- Kumaş çizgisi konumu
- Çerçvelerin üst ve alt ağzlıktaki konumu
- Arka ağzlık için arka köprünün konumu

Ağzlık boyutları belli limitler arasında istenildiği gibi değiştirilebilir. Ağzlık geometrisinin değişmesinin en basit yolu arka köprü konumunun değiştirilmesidir. Böylece doğal olarak çözümlenmiş ipliklerinin gerilimi değişir.

Arka köprünün yatay yer değiştirmesi: Arka köprü yatay olarak hareket ettirildiğinde, arka ağzlık geometrisi değişir. Toplam ağzlık uzunluğu ve arka ağzlık uzunluğu bu değişikliğe göre artar veya azalır.

Arka köprünün dikey yer değiştirmesi: Arka köprünün normal konumunda AC doğrusu ağzlık açısının açı ortayını teşkil eder (şekil 1.2). Üst ağzlıktaki çözümlenmiş ipliği uzunluğu ABC ile alt ağzlıktaki çözümlenmiş iplik uzunluğu ADC birbirine eşittir. Bu durumda alt ve üst ağzlıktaki iplik gerilimleri de aynı olur.



Şekil 1.2 Ağzlık Geometrisi Değişimi

1.1.1.3 Ağızlığın Optimum Ayarı

Tefe tarak aracılığı ile üst ve alt çözgü tabakaları ile birlikte ağızlık geometrisi oluşturulur. Oluşan geometrinin atkı kaydı sırasında atkı atma elemanına müsaade edecek büyüklükte olması gerekmektedir. Bu kesite uygun olan ağızlığın açılabilmesi için çerçevelerin strok değerlerinin yeterince büyük olması ve tefe süpürme açısının gerekli ağızlık kesitinin boyutlarına uygun olması gerekmektedir. Geometrik açıdan baktığımızda bekleme veya tefenin arka ölü noktasındaki hareketinin yavaşlatılması, ağızlığın daha uzun zaman açık kalmasına neden olduğundan atkı atımına daha uzun zaman tanır ve tefenin strokunun daha küçük olmasına yardım eder. Tefenin strokunun küçültülmesi gerek tefe sisteminin gerekse çerçevelerin yaklaşması sebebiyle azaltılmış çerçeve stroku sayesinde ağızlık açma sisteminin dinamik yüklerini azaltır. Az açılan çerçeveler ayrıca çözgü ipliklerine gelen gerginliğin azaltılmasına ve çözgü kopuşlarında azalmaya neden olur.

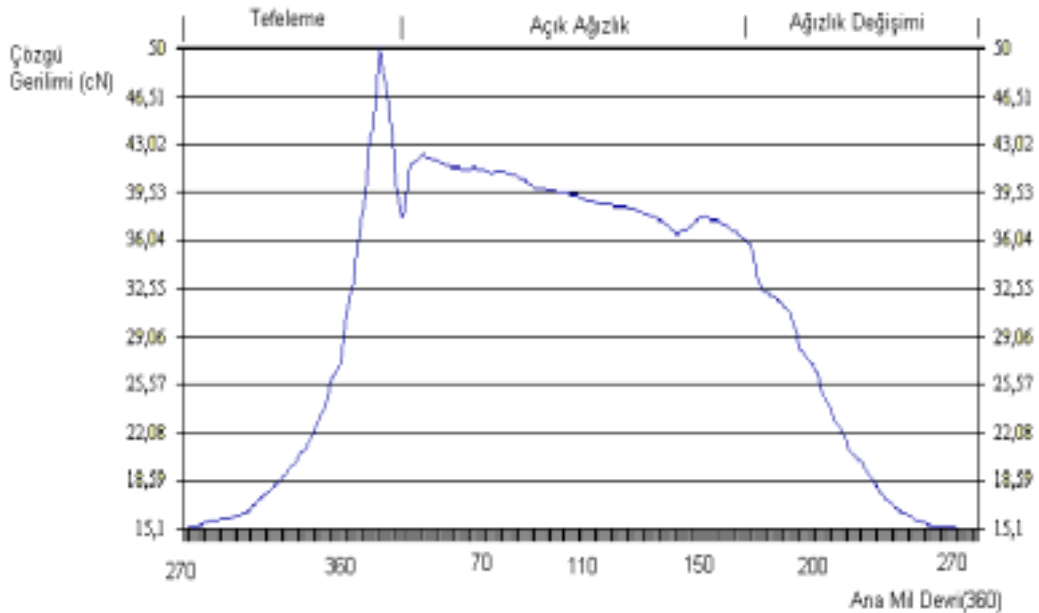
Ağızlığın küçültülmesi ise bir başka sorunu beraberinde getirir. Bu problem atkı kayıt elemanının kesitidir. Ağızlık yüksekliği en az bu elemanın kesiti kadar olmalı ve atkı atımı süresince devam ettirilmelidir. Bu sebepten ağızlık boyutları atkı kayıt elemanı kesiti ile limitlidir. Hava ve su jetli tezgahları da bu sebepten dolayı ağızlık boyutları en küçük tezgahlardır.

Çözgü ipliği kopuşlarının sebeplerinden birisi de atkı atma elemanlarının çözgüye çarpmasıdır. Bu bilhassa ağızlık temiz olmadığı zaman yani ağızlığın açılması sırasında çözgü iplikleri ayrılmayıp alt ve üst iplikler beraber bir yatay “Y” oluşturdukları zaman meydana gelir. Yatay “Y” oluşumu çözgü ipliğinin tüylülüğüne bağlıdır. Haşılama ile tüylülük tamamen ortadan kaldırılamasa bile en azından azaltılabilir fakat hiçbir zaman yok edilemez. Bu birkaç çözgü ipliği bir dış içinden geçirildiği zaman sık karşılaşılan bir durumdur. Alt ve üst çözgü tabakaları yer değiştirirken çözgü iplikleri birbirleriyle sürtünür ve bir “Y” oluşturacak şekilde birbirlerine tutunabilirler. İplik kopuşuna sebep olan bu durumu ortadan kaldırmak için ağızlık açma sırasında bilhassa ağızlığa mekik veya şiş girdiği zaman ağızlık temiz olmalıdır, yani ağızlıkta “Y” olmamalıdır.

Bu problem dokuma makinesi ayarını doğru oranlanmış bir ağızlık için yaparak çözülebilir. Bunun için; çözgü ipliği uzaması mümkün mertebe düşük tutulmalıdır. Arka ağızlık mümkün olduğu kadar uzun olmalıdır, ön ağızlık mümkün olduğu kadar kısa olmalıdır.

1.1.1.4 Ağızlık Açmanın Çözgü Gerilimine Etkisi

Çözgü ipliğindeki gerginlik çözgü levendinden dokuma hattına kadar sürekli olarak artar. Kritik zorlanmaların ve dolayısıyla kopuşların büyük kısmının gerçekleştiği ağızlık açma işlemi, çözgü ipliklerini tefe kadar ani gerginlik değişimine maruz bırakmaz. Ağızlık açma işlemi sırasında tefeleme işlemi esnasında meydana gelen gerginlikten daha düşük bir gerginlikte fakat daha uzun süreli bir kuvvet etkisinde kalan çözgü iplikleri bu gerilimlerden fazlaca etkilenir (şekil 1.3). Ağızlık açmada da en kritik gerilmeler ön ağızlık bölgesinde meydana gelir. Bu sebeple gerginlik ölçümleri, arka köprü ile çözgü lamelleri arasında değil ön ağızlık bölgesinde yapılmalıdır.



Şekil 1.3 Ağızlık Açma Esnasında Ana Mil Açısına Göre Meydana Gelen Gerilimler (Huang, G., 1984)

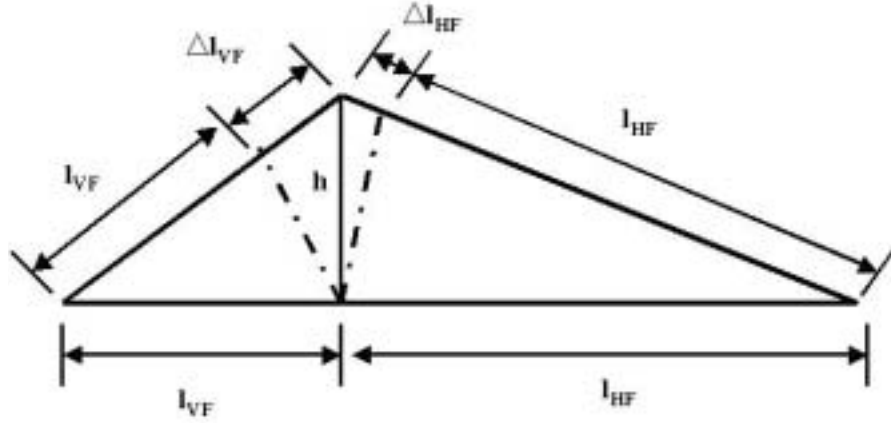
Dokuma sırasında çözüde meydana gelen gerginlik değişimlerinin başlıca üç temel sebebi;

- 1-Tefe vuruşu hareketi
- 2-Çerçeve hareketi (Ağızlık Açma)
- 3-Kumaş çekme hareketi

Tefe vuruşu tarafından meydana getirilen kuvvetler belirli bir noktaya kadar ağızlık geometrisinden bağımsızdır. Bu kuvvetler ağızlık açısı arttırıldığında artar. Kabul edilebilir maksimum gerginlik doğal olarak ipliğin tipine bağlıdır. İplikte en az uzama ve dolayısıyla en az gerilmeyi temin etmek için şu yaklaşımlar geçerlidir (Özdemir, Ö., 1991).

- 1-Ağızlık yüksekliği küçük tutulmalıdır. Alt sınır atkı atma elamanının yüksekliğidir.
- 2-Ön ağızlık uzunluğu minimum tutulmalıdır, bu durumda sınırlar tarak stoku ve harniş yüksekliği ile ayarlanır.
- 3-Arka ağızlık uzunluğu mümkün olduğu kadar büyük olmalıdır. Burada sınırlayıcı faktörler, yer ihtiyacı ve arka ağızlık açısını çok küçük olması halinde çözü ipliklerinin birbirine takılıp yapışmasıdır.

I uzunluğundaki çözü ipliği ağızlık açma mekanizması ile h yüksekliğine kaldırıldığında, ağızlık geometrisine bağlı olarak çözü ipliği uzayacaktır. Şekil 1.4' de ön ağızlık ve arka ağızlıkta çözü ipliği uzaması gösterilmiştir (Özdemir, Ö., 1991).



Şekil 1.4 Ön Ağızlık ve Arka Ağızlıkta Çözgü İpliği Uzaması

Ön ağızlık uzunluğu = I_{VF}

Ön ağızlık uzaması = ΔI_{VF}

Arka ağızlık uzunluğu = I_{HF}

Arka ağızlık uzaması = ΔI_{HF}

Ağızlık yüksekliği = h

Meydana gelen ilave gerekli çözgü uzunluğu ağızlık yüksekliğine bağlıdır. Ağızlık açma esnasında gereken fazladan çözgü ipliği uzunluğu I_f yaklaşık olarak şu şekilde hesaplanır.

$$I_f = \frac{h^2 \times I_{GF}}{2 \times I_{VF} \times I_{HF}} (mm)$$

$$I_f = \frac{h^2}{2I_{VF}} + \frac{h^2}{2I_{HF}} (mm)$$

Burada h : ağızlık yüksekliği (mm)

I_{GF} : Toplam ağızlık uzunluğu (mm)

I_{VF} : Ön ağızlık uzunluğu (mm)

I_{HF} : Arka ağızlık uzunluğu (mm)

Ortalama ağızlık büyüklükleri için bu uzamalar %0,003 ile 0,006 civarındadır (Özdemir, 1991). Özel bir ağızlık yüksekliği için minimum uzama, arka ve ön ağızlık uzamaları aynı olduğu zaman ($I_{VF} = I_{HF}$) geçerlidir. Çerçeve tefe vuruş noktasına ne kadar yakınsa yani ön ağızlık ne kadar küçükse sabit bir ağızlık yüksekliğinde çözgü uzama miktarı da o kadar büyük olur. Dokuma makinesinin pürüzsüz çalışmasını sağlamak için sabit bir ağızlık açma açısı \emptyset 'ye sahip temiz bir ağızlık amaçlanmalıdır.

Çerçeveler mümkün olduğu kadar kesiksiz hareket etmelidir. Böylece ani ivmelenmeler ve dolayısıyla bu yüzden çözgüye binen aşırı yükler önlenmiş olur.

$$I_F = \Delta I_{VF} + \Delta I_{HF}$$

Eşitliğinin yeniden düzenlenmesinden sonra, kısmi ağızlık uzunluğu ve ekstra çözgü sarfiyatı arasındaki ters orantı şu hale gelir:

$$\frac{\Delta I_{VF}}{\Delta I_{HF}} = \frac{I_{HF}}{I_{VF}}$$

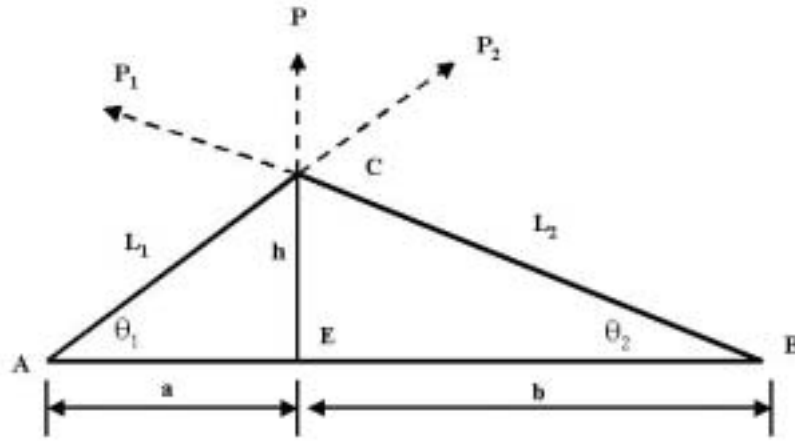
ΔI_{VF} :Ön ağızlık yüksekliğinden kaynaklanan ekstra çözgü uzaması

ΔI_{HF} :Arka ağızlık yüksekliğinden kaynaklanan ekstra çözgü uzaması

Ön ağızlık ve arka ağızlık uzunluklarındaki değişim ön ve arka ağızlıktaki çözgü ipliklerinin gerilimlerinin farklı olmasına neden olur. Uzunluğun dengelenmesi (böylece kuvvetteki değişimin dengelenmesi) ancak daha uzun olan ağızlık bölümüne ait bir çözgü ipliği gücü teli gözünden daha kısa ağızlık bölümüne çekilirse ve/veya çerçeve bu yönde eğilirse mümkündür. Artık çözgü iplikleri bölümünde bir uzunluk dengeleme hareketine ihtiyaç duyulmaması için eşit ağızlık bölümü uzunlukları ($I_{VF} = I_{HF}$) ile optimum çözgü gerilimi dağılımı sağlanır. Bu tertip, çerçeveleri

dokuma hattına yakınlaştırmak suretiyle en küçük uzunluk artışını sağlama isteğine zıttır.

Çözgü ipliklerinin kopuşlarına neden olan periyodik kuvvetler, diğer bir ifadeyle çözgü ipliğini geren kuvvetler, büyük oranda çerçevelerin hareketinden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla çerçeve hareket mekanizmalarının teknik dizaynı çözgü gerilimleri açısından büyük önem arz etmektedir. Ağızlık geometrisinden kaynaklanan çözgü ipliğindeki uzamaların iplikte meydana getirdiği gerginlik hesaplanabilir. Ağızlığın açılması sırasında çözgü ipliğine gelen kuvvetler şekil 1.5’de görülmektedir.

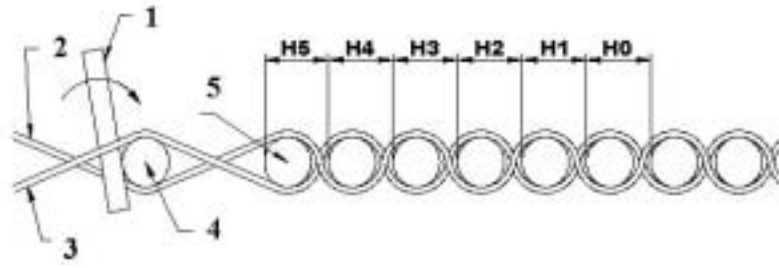


Şekil 1.5 Ağızlık Açma İşlemi Sırasında Çözgü İplikleri Üzerine Gelen Kuvvetler

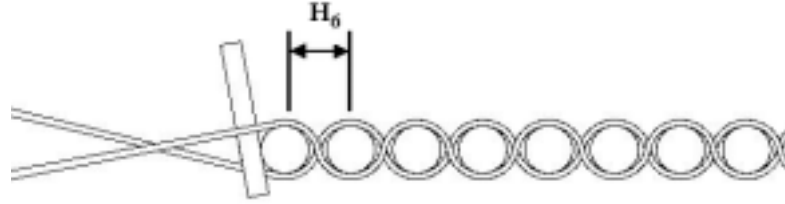
Dokuma işlemi sırasında ağızlık yüksekliğinin çözgü ipliğinin gerginliğinin değişiminde çok büyük etkisi vardır. Ön ağızlık uzunluğunun değişiminin de gerginlikte değişimlere neden olduğu anlaşılmaktadır. Şekil 1.3 de ana milin dönüş açısına göre çözgü gerginliği değişimi görülmektedir. Şekilden de anlaşılacağı gibi tefe vuruşu ve ağızlık açma işlemleri çözgü gerginliğine etkileyen iki önemli harekettir.

1.1.2 Tefeleme Hareketi

Dokuma esnasında çözgü iplikleri arasına yerleştirilen atkı ipliği, ağırlığın değişmesiyle örgüye girerek çözgü iplikleri arasında kalır. Ancak son atılan atkının bir önceki atkının yanına kadar taşınması ve kumaşta belirli bir sıklık sağlayacak ölçüde yaklaştırılması gerekmektedir. Bu işlem, dokuma tarağını taşıyan tefenin, kumaşın oluştuğu tarafa doğru atkıyı paralel taşınması sonucu atkı dokuma bölgesine sıkıştırılarak kumaşa dahil edilmesi gerçekleşmiş olur. Tefeleme işlemi ayrıntılı olarak Şekil 1.6' da gösterilmiştir.



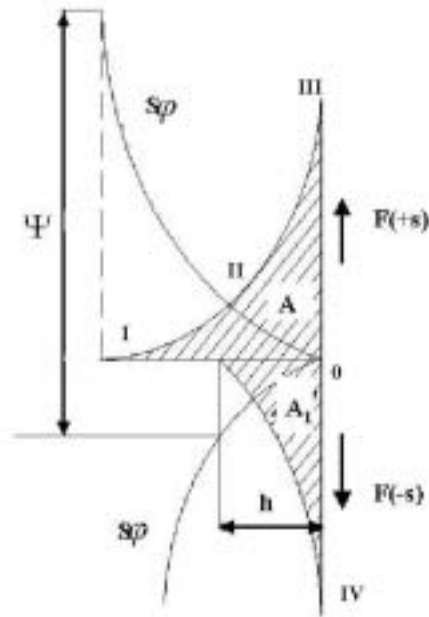
a) Tefeleme Hareketinin Başlangıç Aşaması (I)



b) Tefenin Arka Ölü Konumdan Ön Ölü Konuma Hareketi (II)



c) Tefenin Ön Ölü Konuma Geldiği Zaman (III)



d) Tefeleme Hareketi Sırasında Çözüğü İpliğinde Oluşan Gerginlik Grafiği

Şekil 1.6 Tefe Hareketi ve Gerginlik Grafiği (Alpay, 1983)

Şekil 1.6' da görüldüğü gibi tefe arka ölü konumdan başlayıp son atılan 4 numaralı atkı ipliğine kadar gelir. Son atılan atkı ipliği ile karşılaşan tefe atkı ipliğini ön ölü konuma kadar beraberinde sürükleyerek atkıyı kumaşa dahil eder. Bu sırada; şekil 1.6a' da görüldüğü gibi son atılmış atkı (4) ile ondan bir önce atılmış olan (5) atkı ipliği arasındaki boşluğu çapraz çözümlerin (2, 3) doldurmaya başladığı sırada tefenin hareketine karşı belirgin bir direnç hissedilmeye başlar. Şekil 1.6b' de sonuncu atkı (4) bir önceki atkıya (5), H_6 mesafesine kadar itilince tefe vurma kuvveti hızla büyür. Çünkü bu sırada son iki atkı (4) ve (5) arasındaki boşluk çözümler tarafından hemen hemen doldurulmuştur. Tefe hareketine devam ederken kumaş tefe hareket yönünde hareket eder ve çözgü ipliğinin gerilimi artar. Şekil 1.6c' de tefe ön ölü konumdayken tefe kuvveti ve çözgü gerilimi maksimuma ulaşır. Şekil 1.6d' de tefe geri dönme hareketini yaparken, kendisine etkileyen basınç hızla azalır. Tefe bölgesi olarak adlandırılan h mesafesinden çıktıktan sonra tamamıyla ortadan kalkar.

Atkının tefeleme ile kumaşa dahil edilmesi kumaş çizgisinin tefeye yaklaşmasına neden olur. Kumaş çizgisinin tefeye yaklaşması tefeleme etkinliğini artırır. Kumaş çekme ve çözgü salmanın hareketlerinin yeniden denge pozisyonu sağlamasıyla tefeleme etkinliği normal değerine geri döner. Özellikle sık kumaşlarda tefeleme sırasında çözgü ipliği üzerine gelen kuvvet ipliğin uzamasına neden olurken, kumaşta hem kısalma hem de kumaş geriliminin düşmesine sebep olur. Kumaş ve çözgü ipliğinde meydana gelen gerginlik, kumaşın ve çözgünün elastik modüllerine ve boyut değişim oranına bağlıdır. Tefeleme esnasında çözgüde ve atkıda meydana gelen gerginlik farkı tefeleme kuvvetini verir.

Atkının kumaşa dahil edilmesi sırasında atkı-çözgü arasındaki sürtünme katsayısına bağlı olarak ters yönde bir kuvvet oluşmaktadır. Oluşan kuvvet çözgü geriliminin artmasına da neden olmaktadır. Tefeleme anında ağızlığın kapalı olması çözgü geriliminin daha düşük gerçekleşmesinin yanında tefenin geri dönerken kumaşa dahil edilen atkı ipliğinin geriye kaçmaması da temin edilmektedir. Bu durum özellikle sık kumaşların dokunmasında karşılaşılır. Zhang ve Mohamed (1989), tefelemenin dinamiği üzerine yaptıkları bir çalışmada atkı ipliğinin tefelenmesi sırasındaki davranışını belirleyen faktörleri atkı ve çözgü ipliği arasındaki sürtünme kuvveti,

temel çözü gerilimi, ağızlık açılma ve kapanma zamanlaması ve tezgah devri olarak belirtmişlerdir.

İstenen atkı sıklığının elde edilmesinde, kumaş çekme hareketinin olduğu kadar tefeleme hareketinin de etkisi vardır. Kumaş çizgisinin tefenin arka ölü konumuna doğru hareketi ile tefenin vuruş etkinliği artmaktadır.

Kumaş çizgi pozisyonu ile tefe arasındaki mesafenin tefeleme etkinliğini nasıl etkilediği konusunda üç yaklaşım vardır (Greenwood, K., Covhig, W., T., 1956).

1. Temas teorisi,
2. Hız teorisi,
3. Aşırı gerginlik teorisi' dir.

Temas teorisi: Kumaş çizgisi tefenin arka konumuna ne kadar yakın olursa tefe ile kumaş arasındaki temas o kadar fazla olacaktır. Bu teoriye temas teorisi denir ve süreye bağlıdır.

Hız teorisi: Diğer bir görüşe göre ise tefe arka ölü konuma yaklaştıkça yavaşlar. Kumaş çizgisi ön ölü konumdan ne kadar geride ise tefeyle o kadar yüksek hızda karşılaşır. Bu yaklaşıma hız etkisi denmektedir.

Aşırı gerginlik teorisi: Dokuma işlemi esnasındaki çözü ve kumaş gerilimlerinin periyodik değişimlerini temel alır. Tefeleme işlemi anında kumaş çizgisi tefenin uyguladığı kuvvet ve kumaş geriliminin etkisi ile tezgahın önüne doğru itilirken, çözü ipliklerinin gerilimi ile tezgahın arkasına doğru çekilir. Bu anda, çözü gerilimi ilk andaki gerginliğinden daha yüksek bir değerdedir, kumaş gerginliği ise ilk andaki gerginliğinden daha düşük bir değerdedir. Tefe kuvveti ise tefeleme hareketi başlamadan önce birbirine eşit olan kumaş ve çözü gerginlikleri arasındaki fark kadardır ve kumaş çizgisi pozisyonuna bağlıdır. İşte bu teoriye aşırı gerginlik teorisi denir.

Aşırı gerginlik teorisi 1950'ler de Greenwood ve Cowhing (1956) tarafından ortaya atılmıştır. Bu üç teori içerisinde pratikle en fazla uyuşan ve matematiksel olarak formüle edilmiş tek teoridir. Çalışmalardan elde edilen teorik veriler ile pratik sonuçların birbirine çok yakın olduğu tespit edilmiştir. Aşırı gerginlik teorisinin gerek teorik gerekse pratik sonuçlarına göre bir kumaş için bütün yapısal parametreleri sabit kalmak koşulu ile, belirli tefe kuvveti ve kumaş çizgisi pozisyonu ile sabit atkı sıklığı elde edilebilir. Duran bir tezgahta kumaş ve çözgü ipliklerindeki gevşeme (relaksasyon, uzama) kumaş çizgisi konumunda değişime neden olduğundan, tezgah tekrar çalışmaya başladığında farklı tefe kuvvetine ve dolayısı ile farklı atkı yerleşimine neden olmaktadır. Farklı atkı yerleşimi dokumada sıkça karşılaşılan duruş izi probleminin en önemli sebeplerinden biridir.

Atkı atma sisteminin şasiye bağlı olduğu dokuma makineleri için arka ölü konumda bekleyen kam tahrikli tefe mekanizmaları kullanılırken, atkı atma sisteminin şasiye bağlı olmadığı ve tefeyle hareket eden dokuma makineleri için arka ölü konumda beklemeyen kollu tefe mekanizmaları tercih edilmektedir. Kam tahrikli tefe mekanizmalarında ana milin dönüşüne bağlı hareketini iniş ve çıkış periyotlarında yüksek sinüzoidal olduğu kabul edilerek tefenin aldığı yol aşağıdaki formülle tespit edilebilir;

$$S_{\varphi} = \frac{h\varphi}{\beta} - \frac{h \sin\left(\frac{2\pi\varphi}{\beta}\right)}{2\pi}$$

S_{φ} : Tefenin aldığı yol

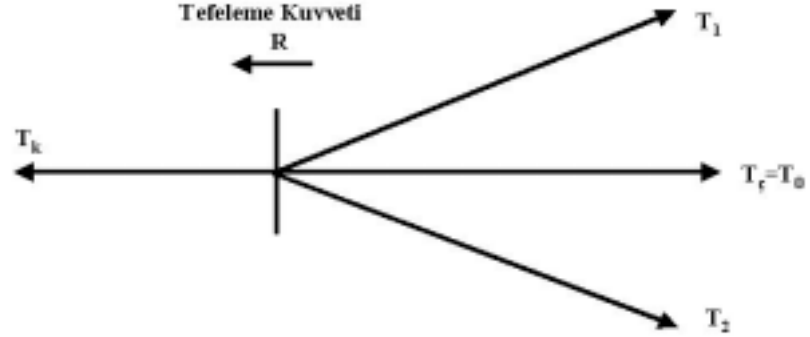
φ : Ana milin dönüş açısı (radyan)

h : Tefenin hareket stroku

β : Tefenin arka ölü konumda beklemeye başladığı andaki ana milin dönüş açısı.

Kumaş ve çözgüdeki gerginlik kumaşın ve çözgünün elastik modüllerine ve boyut değişim oranına bağlıdır. Tefeleme esnasında çözgüdeki ve atkıdaki bu gerginlik farkı tefeleme kuvvetini verir. Tefeleden önce çözgü (T_C) ve kumaş gerilimi (T_K)

birbirine eşittir ve T_0 gerginliğindedir. Tefeleme sırasında oluşan gerilimler şekil 1.7’ de gösterilmiştir (Gahide, 2001).



Şekil 1.7 Tefeleme Sırasında Kumaş ve Çözüde Meydana Gelen Kuvvetler

Tefeleden önce:

$$T_0 = T_ç = T_k$$

Tefeleden sonra ise:

$$T_ç = R + T_k \text{ olur.}$$

Hooke kanununa göre $T_k = E_ç \frac{S_m}{L_ç} = S_m \frac{E_ç}{L_ç}$ olduğundan,

$$T_ç = T_0 + S_m \frac{E_ç}{L_ç}$$

$$T_k = T_0 - S_m \frac{E_k}{L_k}$$

Bu durumda tefe kuvveti:

$$R = T_ç - T_k$$

$$R = \left(T_0 + S_m \frac{E_ç}{L_ç} \right) - \left(T_0 - S_m \frac{E_k}{L_k} \right)$$

$$R = S_m \left(\frac{E_\zeta}{L_\zeta} + \frac{E_k}{L_k} \right) \text{ elde edilir.}$$

Burada;

R : Tefeleme kuvveti

S_m : Kumaş çizgisi pozisyonu (Birim yer değiştirme)

E_ζ : Çözgü ipliği elastik modülü

L_ζ : Çözgü ipliğinin uzunluğu

E_k : Kumaş elastik modülü

L_k : Kumaş uzunluğu

Pratikte elde edilen grafikte görülen maksimum gerginlik darbe çizgisinde (tefeleme anında) gerçekleşir. Ağzlık kapanırken tefe atkı ipliğini sıkıştırmaya başlar. Kapanan ağzlıkla çözgü ipliklerine sürtünen atkı ipliği çözgüdeki gerilimi arttırmaya başlar. Kumaş çizgisine kadar sürüklenen atkı ipliği kumaş direnci ile karşılaşır ve gerginlik daha da artar. Tefe ön ölü konumuna geldiğinde ise maksimum gerginliğe ulaşılır. Bu arada çözgüdeki düzgünsüzlük nedeniyle, atkı ipliği kayarken, çözgünün farklı yerlerinde, farklı dirençlerle karşılaştığından gerilimde dalgalanmalar görülebilecektir.

1.1.3 Çözgü Salma Ve Kumaş Çekme Hareketleri

Dokuma makinelerinin fonksiyonel ünitelerinden birini oluşturan çözgü salma mekanizmaları, dokuma işleminin sürekliliği ve sabit atkı sıklığının eldesi bakımından büyük öneme sahiptir. Dokuma esnasında, çözgü gerginliği değişimini en aza indirmek ve levent çapındaki değişmeye rağmen gerginlik değerini istenen seviyede sabit tutarak çözgü ipliklerinin dokuma bölgesine beslenmesi tamamen çözgü salma mekanizmasının performansına bağlıdır.

Yeni teknolojilerin dokuma makinelerinde de uygulamaya girmesiyle birlikte çözgü salma mekanizmaları da kumaş kalitesine ve üretim hızına doğrudan etkileri nedeniyle tasarım ve performansları bu gelişmeleri takip etmiştir. Dokuma

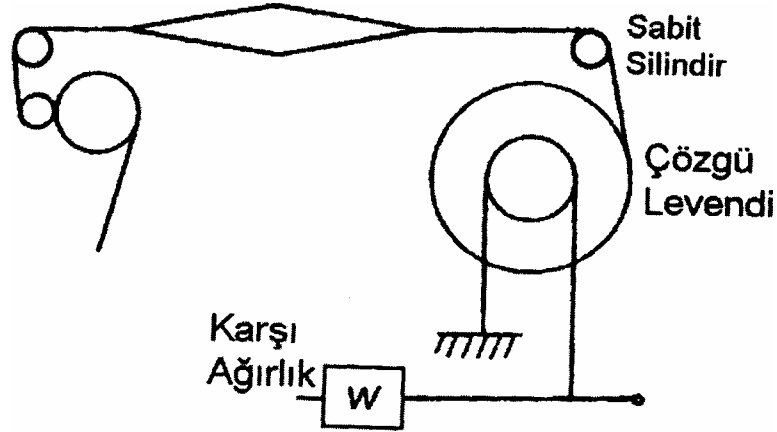
makinelerinde bu güne kadar kullanılan çözü salma mekanizmalarını başlıca üç kısımda incelemek mümkündür.

- Negatif Çözgü Salma Mekanizmaları
- Pozitif Çözgü Salma Mekanizmaları
- Yarı-Pozitif Çözgü Salma Mekanizmaları

Negatif ve pozitif çözgü salma mekanizmaları çok özel durumlar haricinde günümüzde artık kullanılmamaktadır. Yarı-pozitif çözgü salma mekanizmaları ise, çözgü gerginliğinde oluşabilecek sapsmaları çözgü besleme hızını sürekli olarak düzenleyerek düzeltme potansiyeline sahiptir.

1.1.3.1 Negatif Çözgü Salma Mekanizması

Eski dokuma makinelerinde kullanılan ve günümüzde artık kullanılmayan bu tür çözgü salma mekanizmalarının şematik görünüşü şekil 1.8’ de gösterilmiştir.



Şekil 1.8 Negatif Çözgü Salma Mekanizması

Bu tür mekanizmalarda, çözgü gerginliği bir karşı ağırlıkla sağlanır. Kumaş çekme miktarıyla artan çözgü gerginliğinin momenti, band veya zincir yardımıyla meydana getirilen sürtünme momentini yendiğinde çözgü levendi dönmekte ve çözgü

gerginliğinin momenti sürtünme momentinin altına düştüğünde ise çözü levendinin dönmesi durmaktadır (Eren, 1996).

Negatif çözü salma sistemleri günümüzde çözü gerginliğinde kısa, orta ve uzun periyotlu değişimlere neden olmasından dolayı kullanılmamaktadır. Kısa periyotlu çözü gerilimi değişimleri band veya zincir frenindeki statik ve kinetik sürtünme katsayıları arasındaki farktan oluşmaktadır. Orta periyotlu çözü gerilimi değişimleri sürtünme katsayılarının fren yüzeylerindeki pas, yağ vb. sebeplerden dolayı değişiminden meydana gelmektedir. Uzun periyotlu çözü gerilimindeki değişimler ise levent çapındaki azalmaya bağlı olarak çözü geriliminin artmasıyla ortaya çıkmaktadır.

1.1.3.2. Pozitif Çözü Salma Mekanizmaları

Pozitif çözü salma mekanizmaları, her dokuma devri için başlangıçta ayarlanan çözü ipliği miktarını pozitif bir tahrikle dokuma bölgesine sevk eder. Çözü besleme hızı istenen çözü gerginliğine bağlı olarak dokuma işleminin başlangıcında belirlenir.

Çözü gerginliği, çözü besleme hızının istenen gerginliği verecek şekilde başlangıçta belirlenip bunun dokuma işlemi boyunca sabit tutulması ile elde edilir. Bu durumda bir dokuma devrindeki çözü besleme miktarı, sıfır çözü gerginliğindeki atkı yerleşimi ile çözü kıvrımının toplam uzunluğuna karşılık gelen iplik miktarından biraz daha azdır.

Yapılan deneylerde pozitif sistem için çözü gerilimi değişiminde geçiş periyodunun uzun zaman aldığı görülmüştür. Ayrıca pozitif sistemin bir gereği olarak dokuma makinesinin çalışması sırasında ölçme ve düzeltme olmadığı için kalıcı gerginlik değişimleri ortaya çıktığından bu dokuma boyunca devam etmektedir. Bu nedenlerden dolayı pozitif çözü salma sistemi dokumada çok özel alanların dışında uygulama alanı bulamamıştır (Eren, 1996).

1.1.3.3 Yarı Pozitif Çözü Salma Mekanizmaları

Yarı pozitif çözü salma mekanizmalarında, çözü levendi çözü iplikleri tarafından değil dokuma makinesinin ana motoru veya bağımsız bir çözü salma motoru tarafından tahrik edilirken, çözü besleme hızı pozitif sistemde olduğu gibi sabit olmayıp çözü gerginliği tarafından belirlenmektedir. Sistem bir yandan çözü gerginliğinde oluşacak sapmaları çözü besleme hızının sürekli düzenlenmesiyle düzeltirken diğer yandan da levent çapındaki sürekli değişime rağmen çözü gerginliğini sabit tutacak şekilde tasarlanır. Sistem geri beslemeli bir otomatik kontrol sistemi olup kontrol edilen parametre çözü gerginliği, ayar parametresi ise çözü besleme hızıdır. Yarı pozitif çözü salma mekanizmaları esas olarak üç kısımda incelenebilir.

- Hareketli arka köprü (Çözü gerginliği ölçümü)
- Kontrol ünitesi (Çözü levendinin hareket miktarını belirleyen kısım)
- Çözü levendi tahrik ünitesi (Dokuma makinesi ana motoru veya bağımsız motor tahriki ile sağlanır)

Yarı pozitif çözü salma mekanizmalarını iki grupta incelenebilir. Bunlar mekanik yarı pozitif çözü salma mekanizmaları ve elektronik yarı pozitif çözü salma mekanizmalarıdır.

1.1.3.3.1 Mekanik Yarı Pozitif Çözü Salma Mekanizmaları

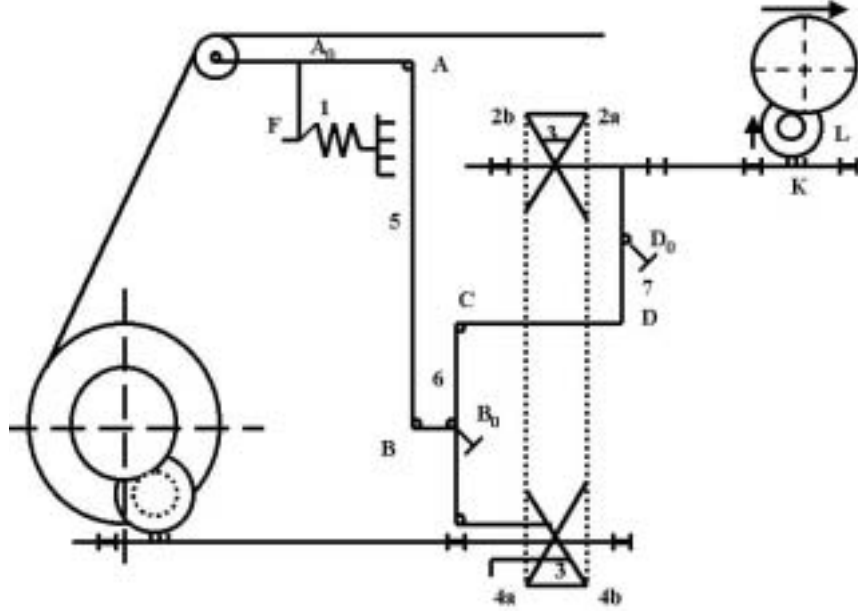
Mekanik yarı pozitif çözü salma mekanizmaları, levent tahrik sistemlerine göre kesikli ve sürekli olmak üzere iki grupta incelenebilir. Kesikli hareket üreten çözü salma mekanizmaları levendi tek yönlü olarak döndürürken sürekli çözü salma mekanizmaları ise çözü levendini her iki tarafa döndürebilir (Alpay, H., R., 1983). Kesikli hareket durumunda levendinin döndürülmesi dokuma makinesi devrinin yarı periyodu içerisinde genellikle tefeden alınan hareketle gerçekleştirildiği için hız arttıkça yüksek dinamik etkiler ortaya çıkmaktadır.

Mekanik yarı pozitif çözü salma mekanizmalarına en yaygın olarak kullanılan Hunt tipi sürekli çözü salma mekanizması örnek verilebilir (şekil 1.9). Dokuma makinesi ana milinden belirli oranda düşürülerek alınan hareket birer tarafı hareketli alt ve üst kasnaklara sahip bir varyatörden sonra sonsuz vida-düz dişli mekanizması ve düz dişli ile aynı mil üzerinde bulunan bir dişli yardımıyla levende iletilir. Sonsuz vida-düz dişli mekanizması levent hareketi için gerekli olan büyük oranda hız düşüşünü gerçekleştirirken varyatör ise kademesiz hız ayarına imkan verdiği için levent çapındaki azalmaya karşılık levent açısız hızının sabit çözü gerginliği üretecek şekilde değiştirilmesini sağlar.

Çözü ipliklerinin istenilen gerginlikte bırakılması varyatör kasnaklarının uygun çevrim oranını verecek şekilde ayarlanması ile sağlanabilir. Bu işlem varyatör çevrim oranının arka köprünün hareketi ile ilişkilendirilmesi sayesinde mümkün olur. Başlangıçta levent dolu olduğunda açısız hızın düşük olması gerekir. Bunun sağlanması için varyatörün kayış ile temas halindeki kasnak çapları, alt kasnak çapı büyük üst kasnak çapı küçük olacak şekilde ayarlanır. Kayış uzunluğu sabit olduğundan kasnakların birindeki çap artımı diğerindeki azalma kadar olur. Arka köprünün denge konumu yay kuvvetinin meydana getirdiği momentin çözü gerginliğinin sebep olduğu ters yöndeki moment ile dengelenmesi ile elde edilir. Dokuma işlemi süresince levent çapı azalması sabit kumaş çekme miktarı için daha az çözü ipliği beslenmesi anlamına geleceği için çözü gerginliğini artırır. Çözü gerginliğindeki bu artış arka köprüdeki moment dengesini bozarak arka köprüyü saat ibrelerinin tersi yönünde döndürür. Arka köprünün bu hareketi A_0ABB_0 ve B_0CDD_0 üç çubuk mekanizmalarının oklarla gösterilen yönlerdeki hareketleriyle kasnakların hareketli taraflarına iletilir. Bunun sonucu olarak eş zamanlı üst kasnak çapı arttırılırken alt kasnak çapı küçültülür. Böylece sistem levent çapındaki azalmaya bağlı olarak leventin açısız hızını arttırarak çözü besleme hızını istenilen gerginlik elde edilene kadar arttırmış olur.

Çözü gerginliğinde meydana gelen değişim arka köprünün hareketi ve bu harekete bağlı olarak leventin dönüş hızının değişimi olarak iki düzeltici şeklinde ortaya çıkar. Bunların ilki, çözü geriliminin artması ile levent dönüş hızı arttırılırken çözü geriliminin azalması ile de leventin hızının azaltılmasıdır. Gerginliğin istenen değere

ulaşması durumunda ise arka köprü denge pozisyonunda kalır. İkinci düzeltici etki arka köprünün hareketinden dolayı kumaş çizgisi ile çözü levendi arasındaki serbest çözü iplik uzunluğunun değişmesi şekilde kendini gösterir (Özkan, G., 1999).



Şekil 1.9 Mekanik Yarı Pozitif Kesiksiz Çözgü Salma Mekanizması (Hunt tipi)

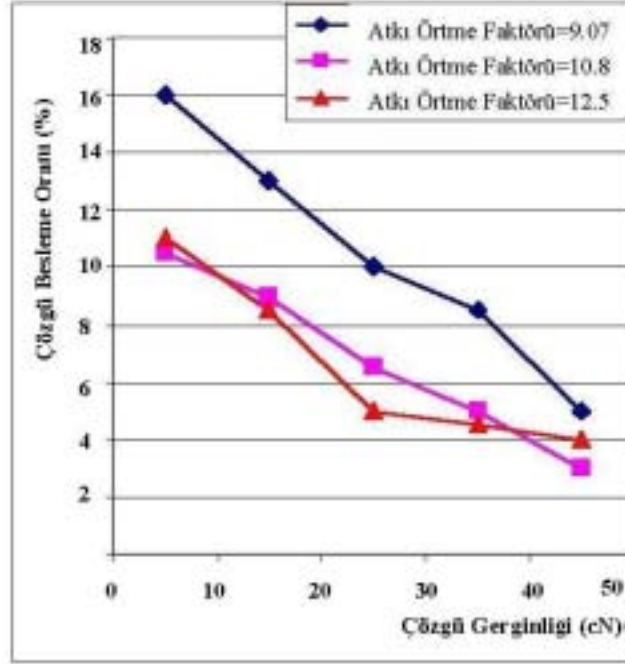
1.1.3.3.2 Elektronik Yarı Pozitif Çözgü Salma Mekanizmaları

Elektronik yarı pozitif çözgü salma mekanizmaları yüksek performans ve esnekliklerinin yanında bakıma mekanik sistemlere göre çok daha az ihtiyaç göstermeleri sebebiyle bu gün üretilen dokuma makinelerinin standart bir ünitesi konumundadır. Çözgü gerilimi ölçümü genellikle arka köprüden yapılırken (Dornier firması hariç), çözgü gerginliğinin elektriksel sinyale dönüştürülmesinde yer değiştirme sensörü veya yük hücresi (load cell) sensörü kullanılmaktadır. Arka köprü çözgü gerilimindeki değişimden dolayı yer değiştirmesi ile gerginlikteki değişim azaltılırken aynı zamanda levendi tahrik eden motorun da hızı ayarlanmaktadır. Elektronik yarı pozitif çözgü salma mekanizmaları esas olarak üç kısımdan oluşur. Hareketli arka köprü (çözgü gerginliği ölçümü), kontrol ünitesi (çözgü levendinin hareket miktarını belirleyen kısım), çözgü levendi tahrik ünitesi (dokuma makinesi ana motoru veya bağımsız motor tahriki) ile sağlanır.

1.1.3.4 Çözgü Salma Parametreleri

Çözgü salmaya etki eden en önemli parametre çözgü gerginliğidir. Diğer önemli parametreler çözgü levent çapındaki değişim ve atkı sıklığıdır. Bu üç parametre dışındaki diğer parametreler çözgü gerginliği vasıtasıyla çözgü salmaya etki etmektedirler. Bu parametreler; arka köprü hareketi, ağızlık açma hareketi, tefe vuruşu, kumaş sarma hareketi, tezgah hızı, haşılama, dokuma örgüsü ve başlangıç ayarlarıdır.

Dokuma esnasında çözgü ipliklerinin gerginlik değişimi kumaş kalitesi ve tezgah randımanı açısından son derece önemlidir. Gerginlik her zaman, çözgü ipliklerinin sarkmalarına ve ağızlık değiştirme esnasında birbirine karışmalarına engel olacak seviyede olmalıdır. Gevşek kumaşları dokumak için çözgüye düşük bir gerginlik uygulamak gerekir. Fakat çok düşük gerginlik düşük kumaş mukavemeti yanında düzensiz bir atkı sıklığı ile sonuçlanır. Çok yüksek bir gerginlik ise daha yüksek iplik kopuş oranı ile sonuçlanır. Bu yüzden dokuma devri esnasında optimum bir gerginlik devam ettirilmek zorundadır. Her atkı atışında ağızlık açma ve tefe vuruşu gibi tezgah hareketleri çözgü gerginliğinde dalgalanmalara sebep olur. Bu dalgalanmaların en aza indirilmesi, çözgü gerginliğinin istenen aralıkta tutulması, çözgü salma mekanizmasının doğru çalışmasına bağlıdır (şekil 1.10)



Şekil 1.10 Gerginlik kontrol sistemine göre çalışan bir çözgü salma mekanizmasından elde edilen çözgü gerginliği – çözgü besleme hızı (fazla besleme yüzdesi olarak) ilişkisi (Eren, 1996)

Kumaştaki atkı sıklığı (atkı/cm) azaldıkça (iki atkı arasındaki mesafe artacağından) çözgü salma miktarı artar. Aşağıdaki formülde, bir atkı atımında kumaş sarma hareketiyle çekilen kumaş bölümü için çözgü levendi tarafından sevk edilen çözgü miktarı verilmiştir. Formülde de görüleceği üzere atkı sıklığı ile çözgü salma miktarı ters orantılıdır.

$$l_{KB} = \frac{1}{S_D(1 + E_K)} \text{ (mm)}$$

S_D : atkı sıklığı (mm^{-1})

E_K : çözgünün hareketi (-)

T_{ist} : İstenen gerilim değeri (cN)

1.2 Yapay Zeka ve Yapay Zeka Uygulamaları

Yapay zeka, insanın düşünme yapısını anlamak ve bunun benzerini ortaya çıkaracak bilgisayar işlemlerini geliştirmeye çalışmak olarak tanımlanır. Yani programlanmış bir bilgisayarın düşünme girişimidir. Daha geniş bir tanıma göre ise, yapay zeka, bilgi edinme, algılama, görme, düşünme ve karar verme gibi insan zekasına özgü kapasitelerle donatılmış bilgisayarlardır (Kumara, K., ve Soyster, N., 1988).

Yapay zeka konusundaki ilk çalışma Mc Culloch ve Pitts tarafından yapılmıştır. Bu araştırmacıların önerisi; yapay sinir hücrelerini kullanan hesaplama modeli, önermeler mantığı, fizyoloji ve turing'in hesaplama kuramına dayanmaktadır. Her hangi bir hesaplanabilir fonksiyonun sinir hücrelerinden oluşan ağlarla hesaplanabileceğini ve mantıksal 've' ve 'veya' işlemlerinin gerçekleştirilebileceğini göstermişlerdir. Bu ağ yapılarının uygun şekilde tanımlanmaları halinde öğrenme becerisi kazanabileceğini de ileri sürmüşlerdir. Hebb, sinir hücreleri arasındaki bağlantıların şiddetlerini değiştirmek için basit bir kural önermiştir. Bu sayede öğrenebilen yapay sinir ağlarını gerçekleştirmek de olası hale gelmiştir (Barr, N., and Feigenbaum, M., 1981).

1950'lerde Shannon ve Turing bilgisayarlar için satranç programları yazan yazılımcılardır. SNARC isimli ilk yapay sinir ağı temelli bilgisayar MIT'de Minsky ve Edmonds tarafından 1951'de yapılmıştır. Çalışmalarını Princeton Üniversitesi'nde sürdüren Mc Carthy, Minsky, Shannon ve Rochester'le birlikte 1956 yılında Dartmouth'da iki aylık bir toplantı düzenlemiştir. Bu toplantıda bir çok çalışmanın temelleri atılmakla birlikte, toplantının en önemli özelliği Mc Carthy tarafından önerilen Yapay Zeka adının konmasıdır. İlk kuram ispatlayan programlardan mantık kuramcısı Newell ve Simon tarafından tanıtılmıştır. Daha sonra Newell ve Simon, 'insan gibi düşünme' yaklaşımına göre üretilmiş ilk program olan Genel sorun çözücü (General Problem Solver)'ü geliştirmişlerdir. Simon, daha sonra fiziksel simge varsayımını ortaya atmış ve bu kuram, insandan bağımsız zeki sistemler yapma çalışmalarlarıyla uğraşanların hareket noktasını oluşturmuştur. Bundan sonraki yıllarda mantık temelli çalışmalar egemen olmuş ve programların başarılarını göstermek için bir takım yapay sorunlar kullanılmıştır. Daha sonraları bu sorunlar gerçek yaşamı

hiçbir şekilde temsil etmeyen oyuncak dünyalar olmakla suçlanmış ve yapay zekanın yalnızca bu alanlarda başarılı olabileceği ve gerçek yaşamdaki sorunların çözümüne ölçeklenemeyeceği ileri sürülmüştür.

Geliştirilen programların gerçek sorunlarla karşılaştığında çok kötü bir başarı göstermesinin ardındaki temel neden, bu programların yalnızca programlanmış bir şekilde çalışıp konu ile ilgili daha önceden edinilen bilgileri kullanmasıdır. Bu dönemin en ünlü programlarından Weizenbaum tarafından geliştirilen Eliza, karşısındaki ile sohbet edebiliyor gibi görünmesine karşın, yalnızca karşısındaki insanın cümleleri üzerinde bazı işlemler yapıyordu. İlk makine çevirisi çalışmaları sırasında benzeri yaklaşımlar kullanılıp çok gülünç çevirilerle karşılaşıncı bu çalışmaların desteklenmesi durdurulmuştur.

Zeki davranışı üretmek için bu çalışmalarda kullanılan temel yapılarıdaki bazı önemli yetersizliklerin de ortaya konmasıyla bir çok araştırmacılar çalışmalarını durdurmuşlardır. Buna en temel örnek, sinir ağları konusundaki çalışmaların Minsky ve Papert'in 1969'da yayınlanan Perceptrons adlı kitaplarında tek katmanlı YSA'ların bazı basit problemleri çözemeyeceğini gösterip problemin çok katmanlı YSA'larda da beklenilmesi gerektiğini söylemeleri ile bıçakla kesilmiş gibi durmasıdır (Kumara, K., ve Soyster, N., 1988).

Her sorunu çözecek genel amaçlı program yerine belirli bir uzmanlık alanındaki bilgiyle donatılmış programlar kullanma fikri yapay zeka alanında yeniden bir canlanmaya yol açmıştır. Kısa sürede uzman sistemler adı verilen bir metodoloji geliştirilmiştir. Fakat burada çok sık rastlanan tipik bir durum, bir otomobilin tamiri için önerilerde bulunan uzman sistem programının otomobilin ne işe yaradığından haberi olmamasıydı. İnsanların iletişimde kullandıkları Türkçe, İngilizce gibi doğal dilleri anlayan bilgisayarlar konusundaki çalışmalar bu sıralarda hızlanmaya başlamıştır. Doğal dil anlayan programların dünya hakkında genel bilgiye sahip olması ve bu bilgiyi kullanabilmek için genel bir metodolojisi olması gerektiği belirtilmektedir.

Uzman dizgelerin başarıları beraberinde ilk ticari uygulamaları da getirmiş ve yapay zeka 80' li yıllarda yavaş yavaş bir endüstri haline gelmeye başlamıştır. Özel bir şirket tarafından kullanılan ve müşteri siparişlerine göre donanım seçimi yapan R1 adlı uzman sistem şirkete bir yılda 40 milyon dolarlık tasarruf sağlamıştır. Bu kararlığı gören diğer ülkeler de yapay zekayı yeniden keşfetmiş ve araştırmalara büyük kaynaklar ayrılmaya başlamışlardır. 1988'de yapay zeka endüstrisinin cirosu 2 milyar dolara ulaşmıştır (<http://library.thinkquest.org /2705/history.html>).

Bu kapsamda yapılan çalışmaların sonunda yapay zeka araştırmacıları iki guruba ayrılmıştır. Bir gurup insan gibi düşünen sistemler yapmak için çalışırken, diğer gurup ise rasyonel karar verebilen sistemler üretmeyi amaçlamışlardır.

İnsan gibi düşünen bir program üretmek için insanların nasıl düşündüğünü saptamak gerekmektedir. Bu da psikolojik deneylerle yapılabilir. Yeterli sayıda deney yapıldıktan sonra elde edilen bilgilerle bir kuram oluşturulabilir. Daha sonra bu kurama dayanarak bilgisayar programı üretilebilir. Eğer programın giriş/çıkış ve zamanlama davranışı insanlarınkine benzer veya aynı ise programın düzeneklerinden bazılarının insan beyninde de mevcut olabileceği sonucuna varılmıştır.

İnsan gibi düşünen sistemler üretmek bilişsel bilimin (cognitive science) araştırma alanına girmektedir. Bu çalışmalarda asıl amaç genellikle insanın düşünme süreçlerini çözümlenmede bilgisayar modellerini bir araç olarak kullanmaktır. İnsan gibi davranan sistemler yapay zeka araştırmacılarının baştan beri ulaşmak istediği ideal, insan gibi davranan sistemler üretmektir (<http://www.cs.uwa.edu.au/robvis/theses.html>).

Bu sistemlerin temelinde mantık yer alır. Burada amaç çözülmesi istenen sorunu mantıksal bir gösterimle ifade ettikten sonra çıkarım kurallarını kullanarak çözümünü bulmaktır. Yapay zeka' da çok önemli bir yer tutan mantıkçı gelenek zeki sistemler üretmek için bu çeşit programlar üretmeyi amaçlamaktadır. Bu yaklaşımı kullanarak gerçek sorunların çözümünde iki önemli engel karşımıza çıkmaktadır. Mantık, formel bir dil kullanır. Gündelik yaşamdan kaynaklanan, çoğu kez de belirsizlik içeren bilgileri mantığın işleyebileceği bu dille göstermek hiç de kolay değildir. Bir

başka güçlük de en ufak sorunların dışındaki sorunları çözerken kullanılması gerekecek bilgisayar kaynaklarının üstel olarak artmasıdır.

Amaçlara ulaşmak için prensiplere (bilgi, kural, inanç) uygun davranan sistemlere gerçekçi denir. Bir bilgi algılayan ve bu algılamaların çözümlenmesinden elde ettiği sonuçlara göre harekette bulunan bir sistemdir. Bu yaklaşımda yapay zeka, rasyonel bilgilerin incelenmesi ve oluşturulması olarak tanımlanmaktadır. Rasyonel bir bilgi için gerekli koşullardan biri de doğru çıkarımlar yapabilmek ve bu çıkarımların sonuçlarına göre harekete geçmektir. Ancak, yalnızca doğru çıkarım yapabilmek yeterli değildir. Çünkü bazı durumlarda doğruluğu ispatlanmış bir çözüm olmadığı halde gene de bir şey yapmak gerekebilir. Bunun yanında çıkarımdan kaynaklanmayan bazı rasyonel davranışlar da vardır. Örneğin, sıcak bir şeye değince insanın elini çekmesi bir refleks harekettir ve uzun düşünce süreçlerine girmeden yapılır. Bu yüzden yapay zekayı rasyonel bilgi tasarımı olarak gören araştırmacılar, iki avantaj öne sürerler. Birincisi 'düşünce yasaları' yaklaşımından daha genel olması, ikincisi ise bilimsel geliştirme yöntemlerinin uygulanmasına daha uygun olmasıdır. Yapay Zeka uygulamalarına Uzman Sistemler, Bulanık Mantık, Yapay Sinir Ağları, Genetik Algoritmalar örnek olarak verilebilir.

1.2.1 Bulanık Mantık

Bulanık mantık (Fuzzy Logic) kavramı ilk kez 1965 yılında California Berkeley Üniversitesinden Prof. Lütü A. Zadeh'in bu konu üzerinde ilk makalelerini yayınlamasıyla duyuldu. O tarihten sonra önemi gittikçe artarak günümüze kadar gelen bulanık mantık, belirsizliklerin anlatımı ve belirsizliklerle çalışılabilmesi için kurulmuş katı bir matematik düzen olarak tanımlanabilir. Bilindiği gibi istatistikte ve olasılık kuramında, belirsizliklerle değil kesinliklerle çalışılır ama insanın yaşadığı ortam daha çok belirsizliklerle doludur. Bu yüzden insanoğlunun sonuç çıkarabilme yeteneğini anlayabilmek için belirsizliklerle çalışmak gereklidir.

Bulanık mantık ile klasik mantık arasındaki temel fark bilinen anlamda matematiğin sadece aşırı uç değerlerine izin vermesidir. Klasik matematiksel yöntemlerle karmaşık sistemleri modellemek ve kontrol etmek işte bu yüzden zordur, çünkü

veriler tam olmalıdır. Bulanık mantık kişiyi bu zorunluluktan kurtarır ve daha niteliksel bir tanımlama olanağı sağlar. Örneğin; “hava sıcak” denildiğinde, “sıcak” kelimesinin ifade ettiği anlam olarak birbirinden farklı olabilir. Kutuplarda bulunan bir kişinin sıcak için 1 dereceyi algılamasına karşın; ekvator civarındaki bir kişi için 35 dereceyi bulabilir. Böylece anımsanamayacak ölçüde bir bilgi indirgenmesi söz konusu olacak ve matematiksel bir tanımlama yerine daha kolay anlaşılabilen niteliksel bir tanımlama yapılabilecektir.

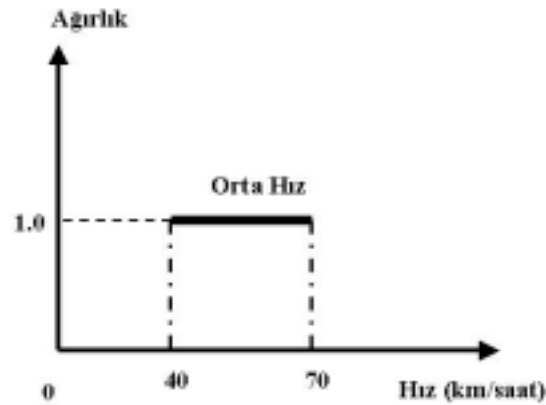
Bulanık mantıkta bulanık kümeleri kadar önemli bir diğer kavramda sözel değişken kavramıdır. Sözel değişken “sıcak” veya “soğuk” gibi kelimeler ve ifadelerle tanımlanabilen değişkenlerdir. Bir sözel değişkenin değerleri bulanık kümeleri ile ifade edilir. Örneğin oda sıcaklığı sözel değişken için “sıcak”, “soğuk” ve “çok sıcak” ifadelerini alabilir. Bu üç ifadenin her biri ayrı ayrı bulanık kümeleri ile modellenir. Bulanık mantığın uygulama alanları çok geniştir. Sağladığı en büyük fayda ise “insana özgü tecrübe ile öğrenme” olayının kolayca modellenebilmesi ve belirsiz kavramların bile matematiksel olarak ifade edilebilmesine olanak tanınmasıdır. Bu nedenle lineer olmayan sistemlere yaklaşım yapabilmek için özellikle uygundur.

Bulanık mantığın en fazla uygulama bulduğu alan, kontrol sistemleri olarak görülmektedir. Bunun nedeni de 1970’li yılların başında Mamdani ve arkadaşlarının bulanık mantık tabanlı bir denetleyici tasarlayarak uygulamaya koymaları olmuştur (Zadeh, 1965; Zadeh 1978; Şen, 1999; Alay ve Cengiz, 2000; Hoyle, 1996; Mamdani ve Assilian, 1999). Kontrol işlemi için uygulama yapılırken her şeyden önce sistemin matematiksel modeline ihtiyaç duyulur. Ancak pratikte bu modelleme her zaman mümkün olmayabilir. Bazı durumlarda doğru model kurulsa bile bunun uygulamada kullanılması karmaşık problemlere yol açabilir. Bu gibi sorunlarla karşılaşıldığı zaman genellikle kontrol olayını gerçekleştiren uzman kişinin bilgi ve deneyimlerinden yararlanma yoluna gidilir. Uzman kişi özel değişkenler olarak tanımlanan; uygun, çok uygun değil, yüksek, biraz yüksek, fazla, çok fazla gibi günlük yaşantımızda sıkça kullandığımız kelimeler doğrultusunda esnek bir kontrol mekanizması geliştirir. İşte bulanık küme teorisinin ve bulanık mantığın uygulaması olan bulanık mantık kontrol bu tür mantıksal ilişkiler üzerine kurulmuştur.

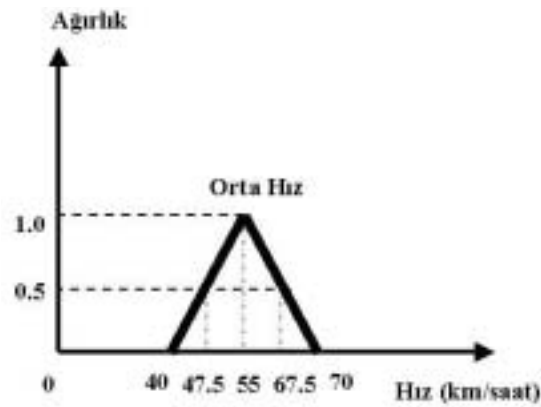
1.2.1.1 Bulanık Küme Teorisi

1.2.1.1.1 Bulanık Küme Kavramı

Bilindiği gibi klasik mantıkta bir olayın olabilirlik derecesi doğru (1) ve yanlış (0) olmak üzere iki çeşittir. Dolayısıyla klasik mantıkta olayın olabilirlik derecesi 1 ile 0 arasında herhangi bir değer olamaz. Problem olarak hız düşünülecek olursa; 40 km/saat ve 70 km/saat arası orta hız olarak kabul edilirse bu durumda şekil 1.13.a'da gösterildiği gibi klasik mantıkta 40 km/saat ve 70 km/saat dahil olmak üzere bu iki değer arasında her hız değeri orta hız olarak kabul edilir. 40 km/saat ve 70 km/saat değerleri arasında olabilirliği her zaman 1 olur. 40 km/saat hızla giden bir araçta orta hızla gitmektedir 70 km/saat hızla giden araçta. Sınır hız değeri arasında yorum yapmak mümkün değildir. Bu durumu daha olumlu hale getirmek için Bulanık Mantık kullanılır (Zadeh, 1965).



a



b

Şekil 1.13 a) Klasik ve b) Bulanık Mantıkta Hız Grafiği

Bulanık mantıkta sınır ve ara değer için yalnız bir durum yoktur. Olabilirlik derecesi (0, 1) arasında değişik değerler alabilir. Çok seviyeli mantığın bir çeşidi olarak görülebilir. Şekil 1.13.b 'de gösterildiği gibi 40-70 km/saat arası yine orta hız olarak kabul edilirse bu iki değer arasındaki hızların olabilirlik dereceleri değişik değerlere sahiptir. Bu durumda 40 km/saat ve 70 km/saat hızlarının olabilirlik derecesi 0 olur. Yani orta hız sayılmazlar. 55 km/saat hızının olabilirlik derecesi 1 olur. Bu değer tam orta hız sayılır. Dolayısıyla bir değerden diğer bir değere keskin olmayan daha yumuşak bir geçiş yapmış olur. Ayrıca 47.5 km/saat ve 67.5 km/saat hızlarının olabilirlik derecesi 0.5'dir. Bu hız değerleri noktalarına geçiş noktası adı verilir. Bulanık mantıkta şekil 1.13b'de gösterilen eğriye üyelik fonksiyonu (orta hız) adı verilir. Hız ekseninde başka hız grupları için üyelik fonksiyonları gösterilebilir. (çok yavaş, yavaş, orta, hızlı, çok hızlı gibi). Hız eksenindeki tüm hız değerlerinin bulunduğu küme, hız için evrensel küme olarak adlandırılır. Her hızın üyelik fonksiyonunda aldığı olabilirlik derecesi, üyelik ağırlığı olarak isimlendirilir. Ayrıca orta hız üyelik fonksiyonu evrensel kümenin her elemanını ve bu elemana karşılık gelen üyelik ağırlığı ile matematiksel olarak gösterilebilir. Yine orta hız üyelik fonksiyonu hız evrensel kümesinin bir bulanık alt kümesidir (Zadeh, 1965; Şen, 1999).

1.2.1.1.2 Bulanık Teoride Temel İşlemler

Bulanık kümelerin teorik işlemleri çok fazladır. Fakat bu çalışmada işlemlerin temellerini teşkil eden teorik işlemler anlatılacaktır.

1.2.1.1.2.1 Bulanık Kümenin Matematiksel Gösterimi

Bir X evrensel kümesindeki A bulanık kümesi $[0,1]$ aralığında değer alan μ_A üyelik fonksiyonu tarafından ifade edilir. X evrensel kümesinin A bulanık kümesindeki bir x değeri ve x ' değerinin üyelik fonksiyonu tarafından belirlenen ağırlığı ile tarif edilir. Yani;

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\} \quad \text{Olur.}$$

1.2.1.1.2.2 Birleşme ve Kesişme Özelliği

İki veya daha fazla alt kümenin bir temel küme içinde ortak noktalarının bulunması durumunda kümelerin birbiri ile “veya” mantığı ile bağlanması sonucunda temel kümenin en az biri tarafından işgal edilen yerleri anlaşılır. Bulanık mantıkta Birleşme özelliği Bulanık Karar Verme sürecinde girilen değişkenin bulanık kümeyi kestiğinde elde edilen iki değerden büyük olanın alınması anlamına gelmektedir. Birleşimin sözel işlem *veya* kelimesinin klasik kümeler için gösterimi U işareti, bulanık kümeler için ise V işareti ile gösterilir.

$A \cup B$ birleşiminin üyelik fonksiyonu $\mu_{A \cup B}(X)$ üyelik fonksiyonu, X'in her değeri için;

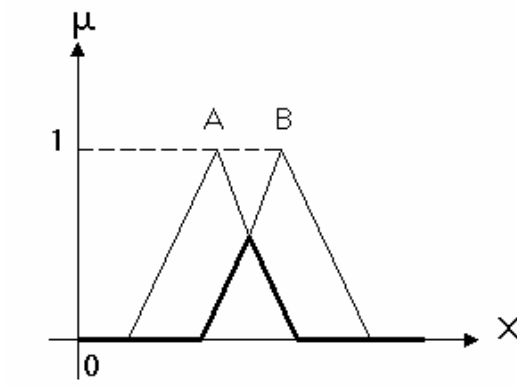
$$\mu_{A \cup B}(X) = \mu_A(X) \vee \mu_B(X)$$

A ve B gibi iki bulanık kümenin birleşimde iki kümeye ait olan üyelik dereceleri birleşim kümesindeki üyelik derecelerini oluşturur. İki bulanık alt kümenin birleşme özelliği şekil 1.14a'daki gibi grafiksel olarak gösterilebilir.

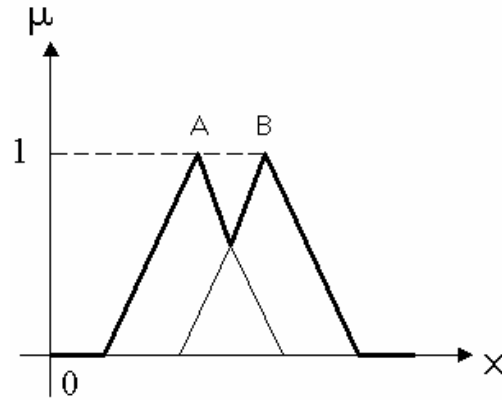
$A \cap B$ kesişiminin üyelik fonksiyonu $\mu_{A \cap B}(X)$ üyelik fonksiyonu, X'in her değeri için;

$$\mu_{A \cap B}(X) = \mu_A(X) \wedge \mu_B(X) \text{ veya } ; \mu_{A \cap B}(X) = \min\{\mu_A(X), \mu_B(X)\}$$

şeklinde gösterilebilir. A ve B gibi iki bulanık kümenin kesişiminde iki kümeye ait olan öğelerin en küçüklenmesi (minimizasyonu) işlemi ile o öğenin kesişim kümesindeki üyelik derecesi bulunur. Bulanık mantıkta Kesişme özelliği Bulanık Karar Verme sürecinde girilen değişkenin bulanık kümeyi kestiğinde elde edilen iki değerden küçük olanın alınması anlamına gelmektedir. Buna göre iki bulanık alt kümenin kesişme özelliği şekil 1.14b'deki gibi grafiksel olarak gösterilebilir.



a



b

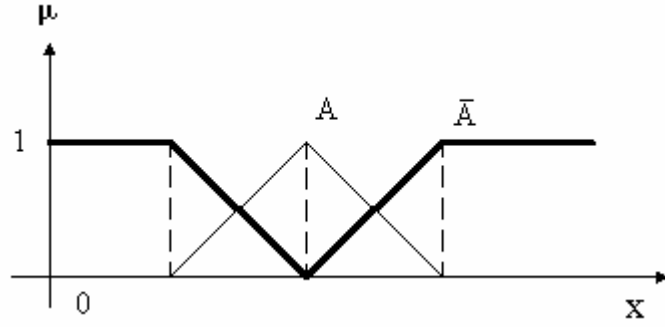
Şekil 1.14 a) Kesişme Özelliği b) Birleşme Özelliği

1.2.1.1.2.3 Değilleme Özelliği

Bir evrensel kümenin A alt kümesinin tamamlayıcı (değilleme) kümesi A' nın öğeleri dışında bulunan temel kümenin tüm öğelerini içerir (\bar{A}). Genel olarak bulanık bir A kümesinin değilini bulmak için A kümesi öğelerinin üyelik dereceleri 1' den çıkarılır. Böylece $x \in X$ 'in her değeri için $\mu_{A'}(x)$ üyelik fonksiyonu türünden aşağıdaki gibi gösterilir. Bulanık mantıkta Değilleme özelliği Bulanık Karar Verme sürecinde girilen değişkenin bulanık kümeyi kestiğinde elde edilen iki değerden her ikisinin alınması anlamına gelmektedir.

$$\mu_{A'}(X) = 1 - \mu_A(X) \quad (\text{Şen, 1999})$$

Değilleme özelliği şekil 1.15' daki gibi grafiksel olarak gösterilebilir.



Şekil 1.15 Değilleme Özelliği

1.2.1.1.2.4 Üs Alma Özelliği

Bulanık A kümesinin $x \in X$ 'in her değeri için α . Dereceden üssü pozitif α sayısı ile çarpımıdır;

$$\alpha \cdot A = \sum \frac{[\mu_A(x_i)]^\alpha}{x_i} \quad (\text{Şen,1999})$$

şeklinde gösterilir.

1.2.1.1.2.5 Bulanık Kümeler Arasındaki Mesafe

İki bulanık küme arasındaki mesafe iki bulanık kümenin eşit veya farklı olup olmadığını belirten bir işlemdir.

A ve B kümeleri arasında normalize edilmiş lineer mesafe;

$$d^*(A, B) = \left(\frac{1}{n} \right) \sum_{i=1}^n |\mu_A(x_i) - \mu_B(x_i)| \quad (\text{Şen,1999})$$

şeklinde tanımlanır.

A ve B kümeleri arasında normalize edilmiş ikinci dereceden mesafe;

$$d^*(A, B) = \left(\frac{1}{n} \right) \left[\sum_{i=1}^n |\mu_A(x_i) - \mu_B(x_i)| \right]^{0.5} \text{ (Şen, 1999)}$$

şeklinde gösterilir.

1.2.1.2 Klasik Bağlımlar

1.2.1.2.1 Kartezyen Çarpım

X ve Y belirli elemana sahip iki evrensel küme ise bunların kartezyen çarpımı;

$$X \times Y = \{(x, y) | x \in X, y \in Y\}$$

şeklindedir. Kartezyen çarpım X kümesindeki her elemana karşılık Y kümesindeki her eleman ile oluşturulan ikilileri kapsar. Göz önüne alınan her hangi bir eleman $X \times Y$ kartezyen çarpımındaki kümeye ait ise ağırlığı 1 aksi takdirde ağırlığı 0 olarak gösterilir (Şen, 1999).

Yani;

$$X_{x,y}(x, y) = \{(x, y) | x \in X, y \in Y\}$$

şeklinde ifade edilir. $X \times Y$ kartezyen çarpımı küme bağıntı matrisi olarak.

$$X = \{1, 2, 3\} \text{ ve } Y = \{a, b, c\}$$

gösterilebilir.

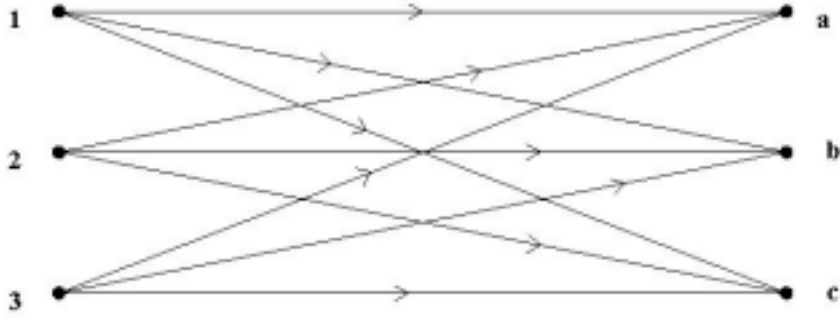
$$X = \{1, 2, 3\} \text{ ve } Y = \{a, b, c\}$$

şeklinde kümeler ise $X \times Y$ kartezyen çarpımında oluşan bağıntı kümesi ve bağıntı matrisi aşağıdaki gibi olur.

$$X \times Y = \{(1, a), (1, b), (1, c), (2, a), (2, b), (2, c), (3, a), (3, b), (3, c)\}$$

$$R = \begin{matrix} & \begin{matrix} a & b & c \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Bağıntı matrisi şekil 1.16'daki gibi ağ yapısı şeklinde gösterilebilir.



Şekil 1.16 X ve Y kümeleri İçin Bağıntı Ağı

1.2.1.2.2 Klasik Kümelerde Kompozisyon

$X \times Y$ kartezyen çarpımın bir alt kümesi R bağıntısı ve $Y \times Z$ kartezyen çarpımın bir alt kümesi S bağıntısı olsun. R bağıntısında S bağıntısından farklı olarak X evrensel kümesi ve S bağıntısında R bağıntısından farklı olarak Z evrensel kümesi vardır. Eğer bu bağıntılardan faydalanarak $X \times Z$ kartezyen çarpımındaki T bağıntısının yapılması istenirse kompozisyon işlemi kullanılır.

Burada o kompozisyon işlemi gösterir. Kompozisyon işlemi sonucunda oluşan T bağıntısının ağırlıkları aşağıdaki ifadeler ile hesaplanır.

Max-min kompozisyonu;

$$X_T(x, z) = \bigvee_{y \in Y} x_R(x, y) \wedge x_s(y, z)$$

veya

$$X_T(x, z) = \max_{y \in Y} x_R(x, y) \wedge x_s(y, z)$$

Max – çarpım kompozisyonu;

$$X_T(x, z) = \bigvee_{y \in Y} x_R(x, y) \bullet x_s(y, z)$$

veya

$$X_T(x, z) = \max_{y \in Y} x_R(x, y) \bullet x_s(y, z)$$

1.2.1.3 Bulanık Bağlıntılar

Bu bağlantılar ve işlemler klasik bağlantılara benzerdir. Bağlıntılarda ağırlıklar $[0,1]$ arasında değişir ve $\mu_R(x, y)$ üyelik fonksiyonu ile ifade edilir. (Şen,1999)

1.2.1.3.1 Kartezyen Çarpım

A bulanık kümesi ve X evrensel kümesinin, B bulanık kümesi Y evrensel kümesinin alt kümeleri ise AxB ile gösterilen A ile B' nin kartezyen çarpımı R bağlantısı olarak ifade edilir.

$$AxB = R \subset XxY$$

Bulanık bağlantısının üyelik fonksiyonu;

$$\mu_R(x, y) = \mu_{A \times B}(x, y) = \min \{ \mu_A(x), \mu_B(y) \}$$

şeklinde gösterilir. Bulanık bağıntılar arasındaki bağıntılar klasik bağıntılardakiler gibidir.

1.2.1.3.2 Bulanık Bağıntılarda Kompozisyon

$R, X \times Y$ kartezyen çarpımın bir bulanık bağıntısı ve $S, Y \times Z$ kartezyen çarpımın bir bulanık bağıntısı ise $X \times Z$ kartezyen çarpımın bulanık bağıntısı klasik bağıntılarda olduğu gibi gösterilebilir.

1.2.1.3.3 Bulanık Çıkarım Kompozisyonu

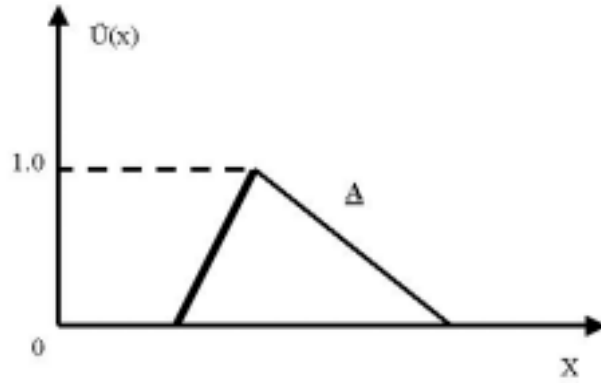
R, X den Y 'ye Bulanık bağıntı, x, X evrensel kümesinin bulanık alt kümesi ve y, Y evrensel kümesinin bulanık alt kümesi ise; $x \circ R$ kümesi çıkarım kompozisyonunu gösterir. Burada $x \circ R, x$ ve R 'nin çıkarım kompozisyonudur.

1.2.1.4 Üyelik Fonksiyonlar ve Kısımları

Göz önünde tutulan bir bulanık kelime veya ifadenin temsil ettiği bir sayısal aralık o ifade hakkında bilgi sahibi olan kişiler tarafından belirlenebilir. Mesela İstanbul'da sıcaklık derecesinin değişimi aralığının aşağı yukarı -5 'den 35 'e kadar olduğu söylenebilir. İşte bu aralık sıcaklık kümesinin İstanbul için bulunabileceği aralığı belirtir. Böylece tüm sıcaklık uzayı belirlenmiştir. Ancak günlük konuşmalarda bu sıcaklık uzayının da bir takım alt aralıklardan oluştuğu düşünülür. Mesela çok soğuk, soğuk, ılık, sıcak, çok sıcak gibi. Burada önce her bir terimin aralığının ne olduğuna karar veriniz diye bir soru ile karşılaşırsa belki mühendis olanlar bu alt kümelerin her birinin üst üste örtüşmeyen ancak birbirinin sınırdaki devamı imiş gibi olduklarını söyleyebilir. Mesela çok soğukun -5 ile 0 , soğukun 0 ile 8 , ılığın 8 ile 15 , sıcaklığın 15 ile 25 , çok sıcak 25 'ten başladığı söylenebilir. Burada dikkat edilirse aralık tahminlerinde bulunmuş ve her bir alt aralıktan biri bitince diğeri başlamıştır. Ancak biraz daha makul düşünen birisi, bu aralıkların arasındaki geçiş kısımlarının böyle birbirinin devamı olmayacağını ve bir örtüşmenin söz konusu

olabileceğini söylese daha mantıklı ve günlük hayatta daha geçerli ve uzlaştırıcı çözümlere gitmiş olur. Çünkü herkesin ılık sınırının 5 ile 15 derece olacağını kabul edeceğini savunmak mümkün değildir. Böylece birinci olarak sıcaklık kümesinin alt aralıklarının birbiri ile örtüşmeli geçişlere sahip olacağı anlaşılır (Zadeh, 1978; Şen, 1999; Hoyle, 1996).

İkinci bir soru ise her alt aralığa örneğin ılık aralığına düşen sıcaklık derecelerinin hepsinin aynı önemde olup olmayacağıdır. Tabii olarak ılık aralığının alt ve üst uçlarına yaklaştıkça onun komşusu olan altta sıcak üstte ise soğuk alt kümelerine doğru geçişler beklendiği için, o geçiş bölgelerine rastlayan kısımların tam anlamı ile ılık vasfına sahip olacağı söylenemez. Böylece, her bir alt aralığa düşen sıcaklık derecelerinin o alt aralığın uçlarına yakın kısımlarında önemlerini göreceli olarak ortaya kıyasla kaybedeceği sonucuna, buradan da eğer bir alt aralıkta önem derecesi diye bir değer düşünülecek olursa, bunun en büyük değerlerinin ortalarda en düşüklerinin ise uçlarda olacağını anlayabiliriz. Bu düşünceler bizi şekil 1.17.'de gösterilen bir geometrik gösterime sürükler ki bu da bir alt kümedeki küme öğelerinin her birinin o kümedeki önemini belirten bir değer bulunduğudur.

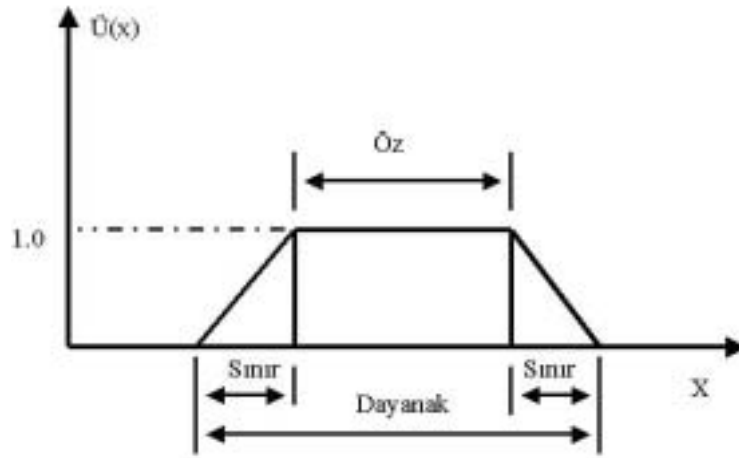


Şekil 1.17 Bulanık Küme

Genel olarak küme üyelerinin değerleri ile değişiklik gösteren böyle bir eğriye Üyelik Fonksiyonu (önem eğrisi) adı verilebilir. Bunun en önemli özellikleri alt küme sınırlarındaki değerlerinin orta öğelerinkine göre daha düşük olmasıdır. Ancak klasik kümelere bir benzerlik teşkil etmesi açısından en büyük önem derecesine sahip olan ortaya yakın öğelere 1 değeri atanırsa, diğerlerinin 0 ile 1 arasında ondalıklı ye

sürekli bir değişim gösterdiği sonucuna varılır. İşte bu şekilde 0 ile 1 arasındaki değişimin her bir öge için değerine üyelik derecesi, bunun bir alt küme içindeki değişimine ise üyelik fonksiyonu adı verilir. Böylece üyelik fonksiyonunun şemsiyesi altında toplanan öğeler önem derecelerine göre birer üyelik derecesine sahiptir.

Daha önceki bölümlerde klasik ve bulanık kümelerin kısımlarının açıklandığı gibi yamuk şeklindeki bir fonksiyonunda kısımları şekil 1.18’de gösterildiği gibidir.



Şekil 1.18 Üyelik Fonksiyonunun Kısımları

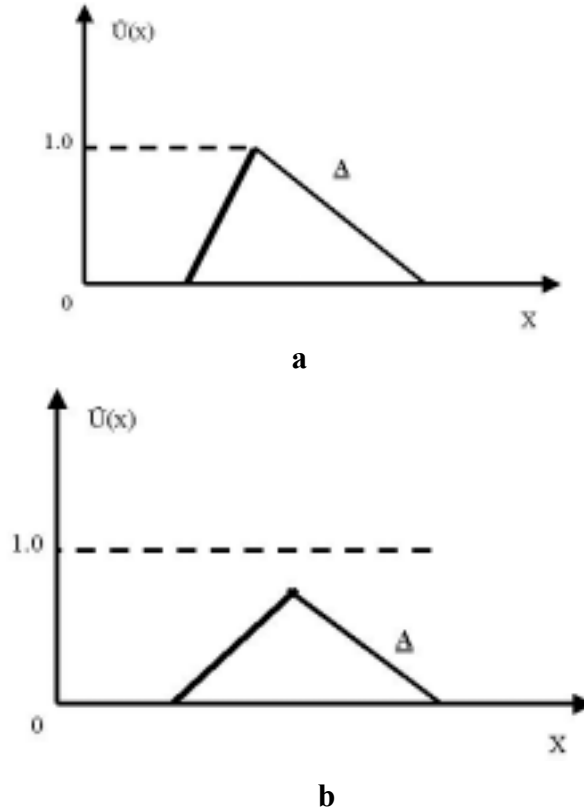
Verilen bir bulanık alt kümede bir değil, birden fazla ögenin üyelik derecesi 1’ e eşit alınabilir. Bu durumda üyelik dereceli öğelerin tam anlamı ile hiç bir şüphe getirmeden 0 alt kümeyle ait olduğu sonucuna varılır. Böyle üyelik derecesine sahip olan öğeler alt kümenin orta kısmında toplanmıştır. İşte üyelik dereceleri 1’ e eşit olan öğelerin toplandığı alt küme kısmına o alt kümenin özü (core) denir. Burada üyelik derecesi $\bar{U}_A(x) = 1$ ’ dir. Üçgen şeklindeki üyelik fonksiyonlarının bir tane ögenin üyelik derecesi 1’ e eşit olduğundan üçgen üyelik fonksiyonlarının özü bir nokta olarak karşımıza çıkar.

Bunun aksine bir alt kümenin tüm öğelerini içeren aralığa o alt kümenin, dayanağı (support) adı verilir. Burada bulunan her ögenin az veya çok değerinde (0 ile 1

arasında) üyelik dereceleri vardır. Bunun matematik gösterimi $\bar{U}_A(x) = 0$ 'dır. Aslında bu öğeler topluluğu önceki bölümde belirtilen aralığa karşı gelir.

Üyelik dereceleri 1' e veya 0' a eşit olmayan öğelerin oluşturduğu kısımlara üyelik fonksiyonunun sınırları veya geçiş bölgeleri adı verilir. Bunun matematik tanımı $0 < \bar{U}_A(x) < 1$ şeklindedir. Bu öğeler alt kümenin kısmi öğeleridir. Aslında bir alt kümeye bulanıklık özelliğinin takılması bu geçiş yerlerinin bulunması sonucundadır. Genel olarak tüm üyelik fonksiyonlarında biri sağda diğeri de solda olmak üzere iki tane geçiş değeri vardır.

Yukarıdaki şekil olarak bulunan üç özelliğe ilave olarak üyelik fonksiyonlarının sahip olması gerekli olan iki tane daha özellik bulunmaktadır. Bunlardan birincisi bulanık kümenin normal olduğunu tespit edilmesine yarayan bir kavramdır. Buna göre normal bulanık kümede en azından bir tane üyelik derecesi 1 e eşit olan üye bulunmalıdır. Şekil 1.19' da normal ve normal olmayan bulanık kümelere bazı alt örnekler verilmiştir.



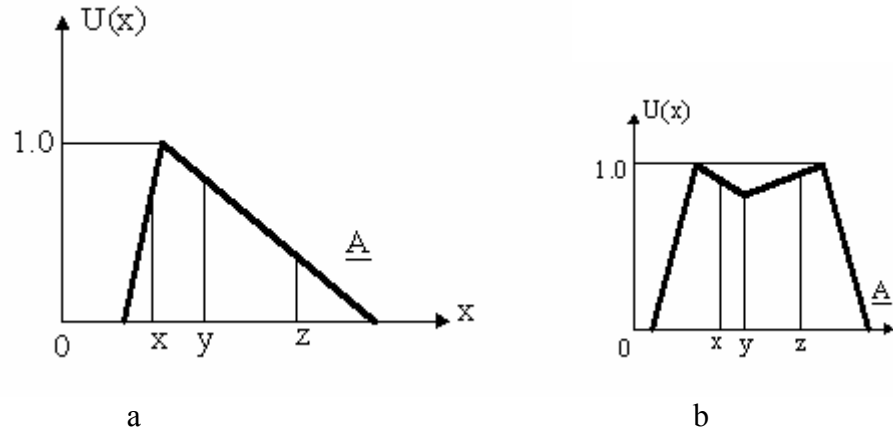
Şekil 1.19 Bulanık Kümeler; (a) Normal, (b) Normal Olmayan

İkinci özellik ise bulanık kümenin dış bükey (konveks) olmasıdır. Dış bükey olan bulanık kümelerde üyelik fonksiyonu kümenin dayanağı üzerinde ya sürekli artar veya sürekli azalır veya önce sürekli olarak üyelik derecesi bir öğede 1 'e eşit oluncaya kadar artar ondan sonraki dayanağa düşen öğeler 1cm sürekli azalır. Bunun aksi durumlarda söz konusudur. Ancak onlar bulanık kümelere üyelik fonksiyonu olamazlar. Şekil 1.20'de dış bükey olan ve olmayan bulanık alt kümelere bazı örnekler verilmektedir.

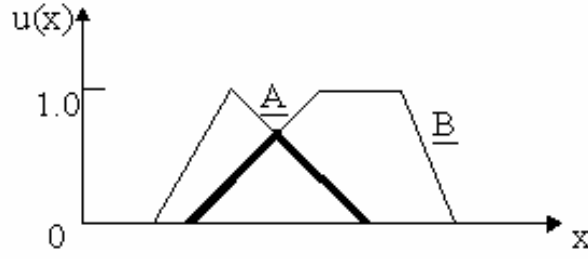
Dışbükeyliğin matematik olarak tanımlanmasında aynı bulanık alt kümeye düşen x y ve z gibi üç tane öğe düşünülürse ve bunlar arasında değerce büyüklük olarak $x < y < z$ gibi bir sıra bulunuyor ise bunlardan ortadakinin üyelik fonksiyonu önceki ve sonrakine göre;

$$\tilde{U}_A(x) \geq EK[\tilde{U}_A(x), \tilde{U}_A(z)]$$

bağıntısı daima geçerli olmalıdır. İşte bu durumda A kemesine dış bükey bulanık küme adı verilir. \underline{A} ye B gibi iki dış bükey bulanık kümenin kesişimi de şekil 4.21'den anlaşılacağı gibi dış bükey olur.



Şekil 1.20 Bulanık Kümeler; (a) Dış Bükey, (b) İç Bükey



Şekil 1.21 Dış Bükey Bulanık Kümelerin Kesişimi

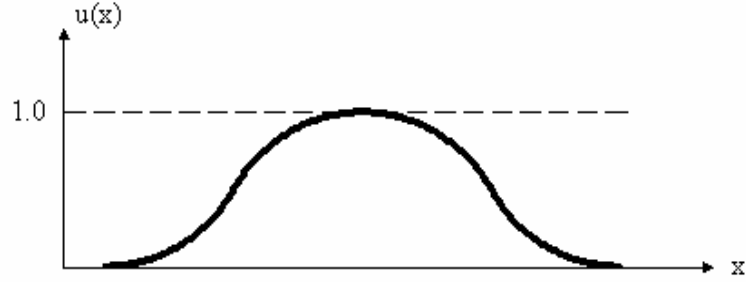
Ayrıca bulanık kümenin ‘yüksekliği’ denilen bir büyüklük ise Üyelik derecesinin en büyük olduğu öğelere karşı gelir. Yukarıda söylenenlerden sonra normal bulanık kümelerde yüksekliğin 1’ e eşit olması gerekliliği anlaşılır. Diğer bir ifade ile yüksekliği 1’ e eşit olmayan bulanık kümeler normal olmadıklarından burada veya herhangi bir bulanık küme, mantık ve sistem çalışmasında kullanılamaz. Normal olmayan bulanık kümeleri normal hale dönüştürmek için o kümenin her üyelik derecesinin en büyük üyelik derecesine bölünmesi gereklidir. Böylece normal olmayan bulanık kümelerin dış bükey olmaları şartı ile nasıl normal bulanık kümeler haline dönüştürüleceği anlaşılmış olur (Şen,1999; Hoyle, 1996).

Temel bulanık kümeler normal ve dış bükey olmasına karşılık birçok küme işleminin yapılması sonucunda elde edilen kümeler bulanık normal küme çıkmayabilir. Daha sonra görüleceği gibi iki normal ve dış bükey bulanık alt kümenin birleşimi normal ve dış bükey olmayan bulanık küme verebilir.

Üyelik fonksiyonları simetrik olmak zorunda değildir. Genel olarak bir boyutlu uzayda tanımlanan bulanık kümelerin iki veya daha fazla boyutta az da olsa tanımlanması mümkündür. Şimdiye kadar gösterilen tüm üyelik fonksiyonları bir boyutta tanımlanmıştır. Bir boyutlu uzayda çizgi şeklinde olan üyelik fonksiyonları iki boyutta yüzey şeklinde görülürler.

Yukarıda ifade edilenler ihtimaller teorisi veya istatistikteki dağılım fonksiyonları hakkında uzman olan kişiler, üyelik fonksiyonunun dağılım fonksiyonlarına benzediği sonucunu çıkarabilir. Dağılım fonksiyonlarında tepe noktasının 1 ‘e eşit olması söz konusu değildir. Ancak histogram olarak dağılım fonksiyonunun altındaki alanın 1’ e eşit olması gereklidir. Şekil 1.22’ de Gauss eğrisi şeklinde dağılım ve

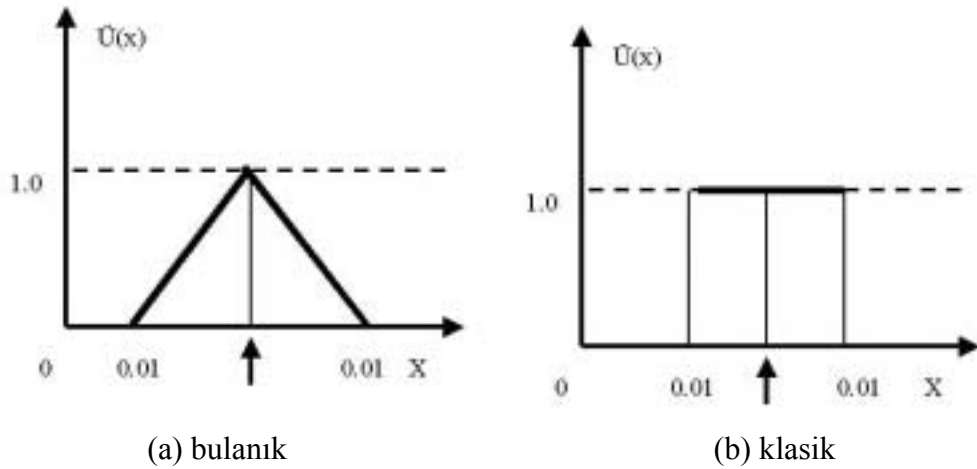
üyelik fonksiyonları ayrı ayrı gösterilmiştir. Bunlardan üyelik fonksiyonunun tepe noktası 1' e eşittir.



Şekil 1.22 Gauss Bulanık Kümesi

1.2.1.5 Bulanıklaştırma

Pratikte genel olarak klasik küme şeklinde beliren değişim aralıklarının bulanıklaştırılması, bulanık küme, mantık ve sistem işlemleri gereklidir. Bunun için bir aralıkta bulunabilecek öğelerin hepsinin 1 üyelik derecesine sahip olacak yerde, 0 ile 1 arasında değişik değerlere sahip olması düşünülür. İş böyle olunca da, bazı öğelerin belirsizlik içerdikleri kabul edilir. Bu belirsizliğin ilk bölümde anlatıldığı gibi sayısal olmayan durumlardan kaynaklanması halinde bulanıklıktan söz edilir. Özellikle bazı cihazların hassasiyet diye tabir edilen durumlarda mesela ± 0.01 ' lik hassasiyet, ölçülen büyüklüğün x ile gösterilmesi halinde $x + 0.01$ ve $x - 0.01$ arasında değişeceği anlaşılır. Bunun klasik ve bulanık kümelerde gösterimi ise şekil 1.23'de verilmiştir.



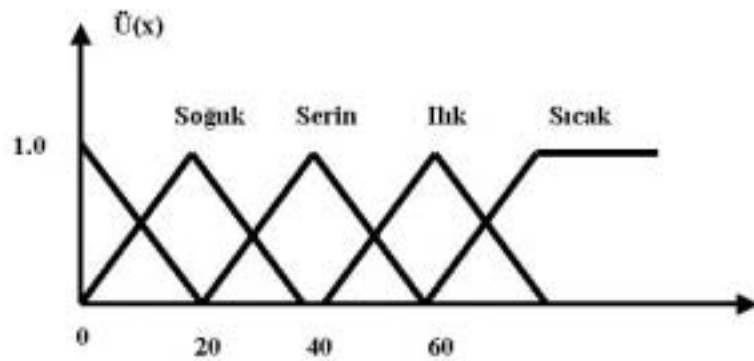
Şekil 1.23 Hassaslık (Precision)

Buradan bulanık hassaslığın'ın pratikte mantıki olarak daha sağlıklı bir tanım olduğu ortaya çıkar. Böylece hassaslık kelimesinden ve değerinden bulanık üyelik fonksiyonu üçgen şeklinde ortaya çıkar.

1.2.1.6 Üyelik Derecesi Belirlenmesi

İhtimaller hesabında olduğu gibi herhangi bir değişkene değişik ihtimal fonksiyonları uydurulabilir. Bulanık kümeler de çok fazla üyelik fonksiyonu uydurmak mümkündür. Bulanık kümelerin gerek üyelik derecelerinin gerekse bunların tümünü temsil edebilecek üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinde ilk başlayanlar tarafından kişisel sezgi, mantık ve tecrübelerin kullanılmasına sıkça rastlanır. Zaten pratikte birçok sorunun üstesinden gelmek için bu yaklaşımlar çoğu zaman yeterlidir. Üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinde kullanılan diğer yöntemlerin tümü burada gösterilmeyecek kadar fazladır ve başlıcaları a)sezgi, b)çıkarım c)mertebeleme, d)açılı bulanık kümeler, e)yapay sinir ağları, f)genetik algoritmalar, g)çıkarımcı muhakeme gibi değişik yaklaşımlardır (Şen,1999).

Üyelik fonksiyonlarının belirlenme yöntemlerinden sezgi en fazlaca teknik bilgi gerektiren yöntemdir. Burada her kişinin kendi anlayış, görüş ve olaya bakışları önemli rol oynar. Buna en basit örnek insanın hemen her gün karşı karşıya kalarak görüş belirttiği sıcaklık kelimesinin belirttiği belirsiz alt kümeleri düşünebiliriz. En azından soğuk, serin, ılık ve sıcak gibi dört tane alt küme belirlenebilir. Bu alt kümelerin her biri belirli bir geometrik şekil ile şekil 1.24' de görüldüğü gibi temsil edilebilir.



Şekil 1.24 Sıcaklık Bulanık Alt Kümeleri

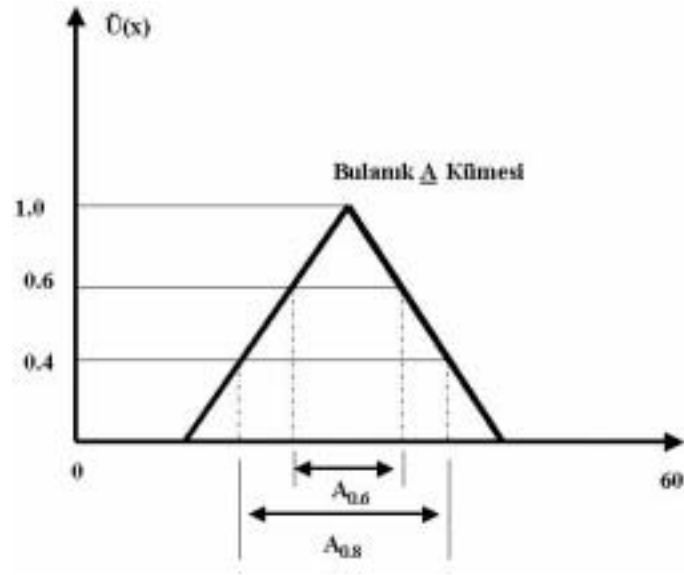
Elde edilen geometrik şekiller doğal olarak o yörede yaşayan kişilere göre değişir. Örneğin, kutuplarda yaşayan insanların soğuk kavramı ile tropikal bölgelerde yaşayanlarınkı birbirinden oldukça farklıdır.

1.2.1.7 Durulaştırma

Pratik uygulamalarda özellikle makine tasarımlarında ve mühendislik plan, proje tasarımlarında boyutlandırmalar için kesin sayısal değerlere gerek duyulmaktadır. İşte bu durumlarda bulanık olarak elde edilmiş veya verilmiş bilgilerden yararlanarak gerekli cevapların elde edilebilmesi için bulanık olan bilgilerin durulaştırılması gerekmektedir. İnsanlar için yapay zeka çalışmalarında bulanık değişken, küme, mantık ve sistemler öneme sahip olmasına karşın, bunların bulanık olabilecek çıkarımlarının kesin sayılar haline dönüştürülmesi gerekir. Bulanık olan bilgilerin kesin sonuçlar haline dönüştürülmesi için yapılan işlemlerin tümüne birden ‘durulaştırma’ işlemleri adı verilir (Şen, 1999).

1.2.1.7.1 Bulanık Kümelerin Lamda Kesimleri

Verilen bir \underline{A} bulanık kümesinin, λ , 0 ile 1 arasında olmak üzere üyelik derecesinin belirli bir değerinde kesilmesi düşünülürse bunun sonucunda \underline{A}_λ gibi klasik ve öğelerinin üyelik dereceleri sadece 0 veya 1 olan bir klasik küme ortaya çıkar (şekil 1.25). Burada λ kesiminden elde edilen kümeler klasiktir. Verilen bir bulanık küme sonsuz şekilde λ seviyesinde kesilebileceğine göre bir bulanık kümeden sonsuz tane klasik küme çıkarılabilir. Yine \underline{A}_λ kümesine ait olan bir x öğesi ($x \in \underline{A}_\lambda$) üyelik derecesi en az λ kadar olan bir öğe olarak \underline{A} bulanık kümesine de aittir.



Şekil 1.25 A Bulanık Kümesi

1.2.1.7.2 Bulanık İlişkilerde Lamda Kesimleri

Beşer elemanlı iki bulanık kümenin ortaya çıkaracağı ilişki matrisi, R aşağıdaki şekilde belirlenmiş olsun.

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0.8 & 0 & 0.1 & 0.2 \\ 0.8 & 1 & 0.4 & 0 & 0.9 \\ 0 & 0.4 & 1 & 0 & 0 \\ 0.1 & 0 & 0 & 1 & 0.5 \\ 0.2 & 0.9 & 0 & 0.5 & 1 \end{bmatrix} \quad \lambda = 0 \text{ için} \quad R = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Burada da kümeler için olduğu gibi λ kesimlerin ile işlemler yapılabilir. Bu matris ilişkisinin $\lambda = 1.0, 0.9$ ve 0 kesimlerindeki matrisleri

$$\lambda = 1 \text{ için} \quad R = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \lambda = 0.9 \text{ için} \quad R = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

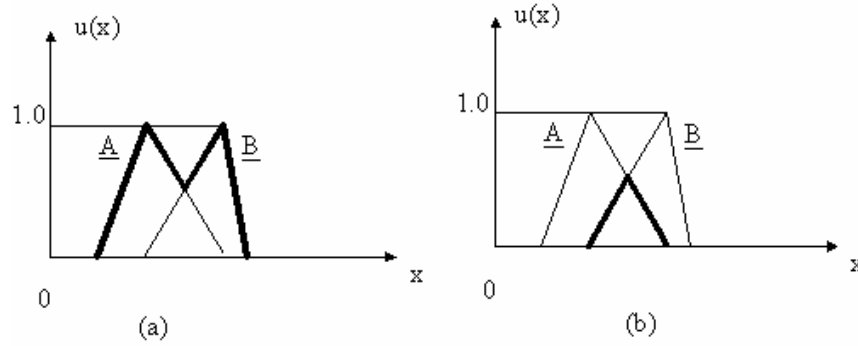
bulunur. Bulanık kümeler üzerinde yapılan λ kesimleri bazı kurallara uyar. Bunlar şunlardır.

1. $(R \cup S)\lambda = R\lambda \cup S\lambda$, 2. $(R \cap S)\lambda = R\lambda \cap S\lambda$, 3. Herhangi bir λ , değeri için

$\lambda \leq \alpha$, $0 \leq 1$, ise $R\alpha \subseteq S\alpha$ elde edilir.

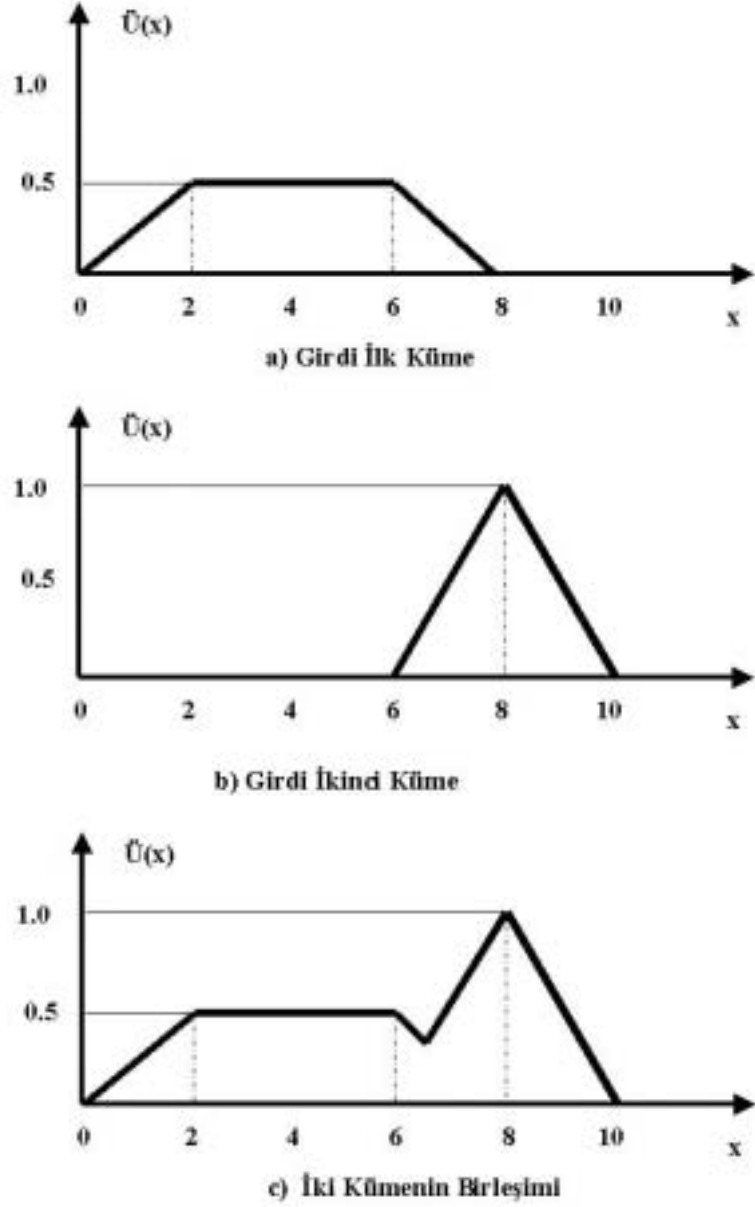
1.2.1.7.3 Durulaştırma İşlemleri

Daha öncede belirtildiği gibi bir bulanık küme işlemi sonucundaki bulanık değerlerin tek sayı haline dönüştürülmesi gerekir. Bu, bulanıklaştırma işleminin aksi olan durulaştırma işlemi ile yapılır. Yapılan işlemler sonrasında bulanık sonuçlardan bir tanesi şekil 1.26.a' daki gibi yamuk diğerinin ise şekil 1.26.b' deki gibi üçgen şeklinde olduğunu kabul edilir. Bunların ikisinin birleşimi ise yapılan son işlem sonrası bulanık çıkarım olur. Elde edilen dış bükey olmayan bulanık kümeden tek sayılı bir tasarım büyüklüğünün çıkartılması için durulaştırma işleminin yapılması gerekir.



Şekil 1.26 İki bulanık Kümenin; (a) Birleşimi (b) Kesişimi

Şekil 1.27' de iki tane bulanık kümenin birleşimi sonucunda elde edilen bulanık çıkarım gösterilmiştir. Halbuki, değişik şekilleri olan çıkarımların iki veya daha fazla sayıdaki temel bulanık kümelere çıkması mümkündür.

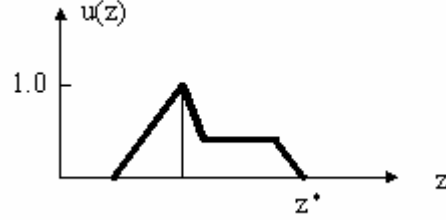


Şekil 1.27 Bulanık Küme Çıktısı

Aşağıda yedi tane durulaştırma işleminin esasları verilmiştir. Bunların hangisinin kullanılacağına araştırma veya tasarımı yapan mühendisin elindeki sorunun türüne göre cevap vermesi gereklidir. Aşağıdaki çıkarım bulanık kümesinin Z , öğelerinin z ve durulaştırılmış değerinin ise z^* ile gösterildiklerine dikkat edilmelidir.

1.En büyük üyelik ilkesi: Bunun diğer bir adı da yükseklik yöntemidir. Kullanılması, için tepeleri olan çıkarımlara gerek vardır. Şekil 1.28' de gösterilen bir durulaştırma işleminin aritmetik notasyon şeklinde gösterimi $\bar{U}_c(z) \geq \bar{U}_c(z)$ tüm

$z \in Z$ olur. Bu işlem sonucu elde edilen en büyük değere karşılık elde edilen veri bulanık mantık çıktısı olarak kabul edilir.

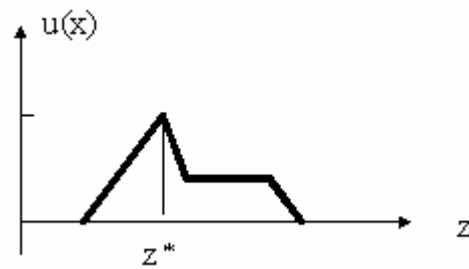


Şekil 1.28 En büyük Üyelik Derecesinin Durulaştırması

2. Sentroit yöntemi: Bunun diğer bir adı ağırlık merkezi yöntemidir. Durulaştırma işlemlerinde belki de en yaygın olarak kullanılan işlemidir. Şekil 1.29'da gösterilmiş olan bu durulaştırmanın matematik işlemi aşağıdaki denklem ile yapılır.

$$Z^* = \frac{\int \ddot{u}_{\zeta}(z).zdz}{\int \ddot{u}_{\zeta}(z)dz} \quad (\text{Şen,1999})$$

Bu yöntem sonucu elde edilen toplam alanın ağırlık merkezine karşılık gelen y eksenini değeri bulanık mantık çıktısı olarak kabul edilir.

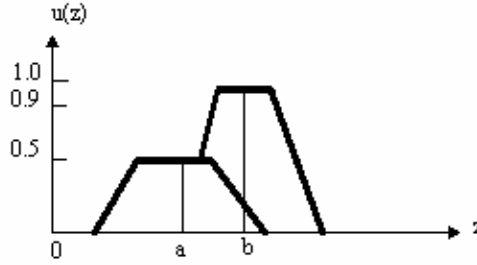


Şekil 1.29 Sentroid Yöntemiyle Durulaştırma

3. Ağırlıklı ortalama yöntemi: Bu yöntemin kullanılabilmesi için simetrik üyelik fonksiyonunun bulunması gerekir. İşlemler matematik olarak

$$z^* = \frac{\int \ddot{u}_\zeta(z) \cdot z dz}{\int \ddot{u}_\zeta(z) dz} \quad (\text{Şen,1999})$$

şeklinde yapılır. Burada \sum işareti cebir anlamında toplamayı gösterir. Bu durulaştırma işlemi şekil 1.30' da gösterilmiştir. Böylece çıkışı oluşturan bulanık kümelerin üyelik fonksiyonlarının her biri sahip oldukları en büyük üyelik derecesi değeri ile çarpılarak ağırlıklı ortalamaları alınır. Elde edilen değer y eksenine karşılık gelen değeri bulanık mantık çıktısıdır.



Şekil 1.30 Ağırlıklı Ortalama Yöntemi Durulaştırması

Örnek olarak şekil 1.30' daki iki bulanık kümenin ağırlıklı ortalaması (durulaştırılmış değer)

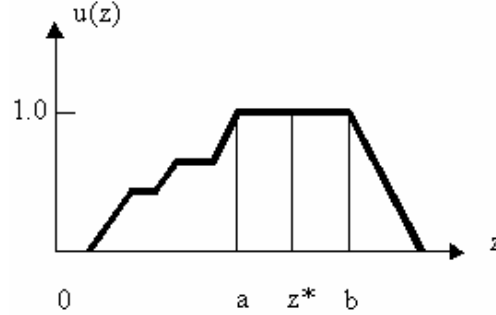
$$z^* = \frac{\alpha(0.6) + b(0.9)}{0.6 + 0.9} \quad (\text{Şen,1999})$$

olarak bulunur. Bu durulaştırma işlemi sadece simetrik olan üyelik fonksiyonları için geçerli olduğundan a ye b değerleri temsil ettikleri şekillerin ortalamalarıdır.

4. Ortalama en büyük üyelik: Bu yöntem aynı zamanda en büyüklerin ortası diye de bilinir. Bu bakımdan birinci durulaştırma ilkesine çok yakındır. Ancak en büyük üyeliğin konumu tekil olmayabilir. Bunun anlamı üyelik fonksiyonunda en büyük üyelik derecesine sahip olan $\ddot{u}_A(z) = 1$, bir nokta yerine plato kısmı bulunabilir. Şekil 1.31' de bulanıklaştırma işlemi gösterilmiş olan bu yöntemle göre durulaştırılmış değer;

$$Z^*=a+b/2$$

buradaki a ve b değerleri şekilde gösterildiği gibidir.

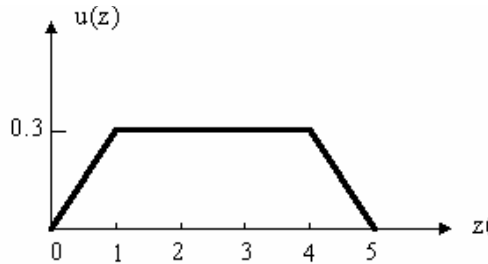


Şekil 1.31 Ortalama En Büyük Üyelik Durulaştırması

5. Toplamların merkezi: Kullanılan durulaştırma işlemleri arasında en hızlı olan bu yöntemdir. Bu yöntemde iki bulanık kümenin birleşimi yerine onların cebirsel toplamları kullanılır. Bunun bir mahzuru örtüşen kısımların iki defa toplama girmesidir. Durulaştırılmış değer

$$z^* = \frac{\int z \sum_{k=1}^n \ddot{u}_{\zeta}(z) dz}{\int \sum_{k=1}^n \ddot{u}_{\zeta}(z) dz} \quad (\text{Şen,1999})$$

olarak hesap edilebilir. Bir bakıma bu hesaplama tarzı ağırlıklı ortalama durulaştırmasına benzer. Ancak toplamların merkezi yönteminde ağırlıklar ilgili üyelik fonksiyonlarının alanlarıdır. Ortalama ağırlıklar yönteminde ise bu her bir, üyelik derecesidir. Toplamların merkezi ile durulaştırma işlemleri şekil 1.32' de gösterilmiştir.

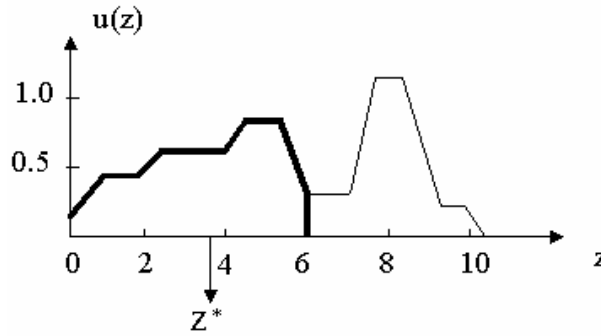


Şekil 1.32 Toplamların Merkezi Durulaştırması

6. En büyük alanın merkezi: Eğer çıkış bulanık kümesi en azından iki tane dış bükey alt bulanık kümesi içeriyorsa, dış bükey bulanık kümelerin en büyük alana sahip olanın ağırlık merkezi durulaştırma işleminde kullanılır. Şekil 1.33'de gösterilen durulaştırma işleminin matematik hesaplaması

$$Z^* = \frac{\int \ddot{u}_{eb\zeta}(z) \cdot z dz}{\int \ddot{u}_{eb\zeta}(z) dz} \quad (\text{Şen, 1999})$$

eşitliğine göre yapılır. Burada $\ddot{u}_{eb\zeta}(z)$ en büyük alanlı dış bükey bulanık kümenin hakim olduğu alt bölgeyi gösterir.



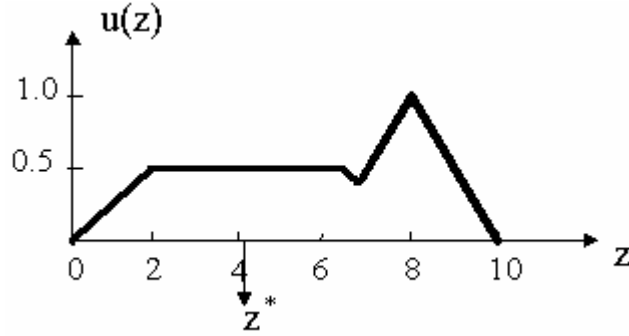
Şekil 1.33 En Büyük Alan Merkezi İle Durulaştırma

Bu şart tüm çıkarım bulanık kümesinin dış bükey olmadığı zaman kullanılır. Fakat tüm çıkarımın dış bükey olması durumunda z^* sentroid yöntemi ile elde edilenin aynısı olur.

7. En büyük ilk veya son üyelik derecesi: Bu yöntemde tüm çıktıların birleşimi olarak ortaya çıkan bulanık kümede en büyük üyelik derecesine sahip olan en küçük veya en büyük bulanık küme değerini seçmek esasına dayanır. Hesaplamaların vereceği z^* için aşağıdaki denklemler geçerlidir. Önce bulanık küme çıkarımı, B, birleşiminde en büyük yükseklik, y_{eb} , tespit edilir.

$$y_{eb}(B) = EB[\ddot{u}_B(z)]$$

Bundan sonra birinci en büyük değer, z^* , bulunur. Bu yöntemin bir diğer seçeneği ise ilk yerine son en büyük bulanık küme değerinin, z^* bulunmasıdır. Bu durumlar şekil 1.34' de gösterilmiştir.



Şekil 1.34 İlk ve Son En Büyük Üyelik Dereceleri İle Durulaştırma

Bu bölümde bulanık kümelerden nasıl tek değer veren durulaştırma işlemlerinin kullanıldığı hakkında yöntemlerle birlikte bilgiler verilmiştir. Pratik ve endüstri uygulamalarında bir makinenin ihtiyacı olan akımın artırılması bulanık olarak düşünülebilir ancak ne miktarda arttırılacağı kesin sayılarla olur. Bu nedenle, durulaştırma doğal ve gerekli bir işlemdir. Burada sunulan durulaştırma yöntemlerinden hangisinin en iyi olduğu sorusu vardır. Burada karar verilebilmesi için kullanıcının ilgilendiği sorunla ilişkili olarak bazı durumlar önceden bilmesi gereklidir. Bu bilgilerin başında incelenen olayın sürekli olup olmadığıdır. Sürekli durumun söz konusu olması durumunda bulanık sistemde küçük bir değişiklik çıktılarda büyük değişikliklere sebep olmaz. İkinci olarak göz önünde tutulması gerekli olan husus ise durulaştırmadan sonra varılan sonucun, ikilemli veya çok cevaplı olmamasıdır. Örneğin böyle bir istek en büyük alanın merkezi yönteminde sağlanmayabilir. Çünkü en büyük üyelik fonksiyonlarının eşit alana sahip olmaları durumunda z için ikilem belirsizliği ortaya çıkar. Aranılması gerekli üçüncü kriter ise sonuçların makul ve mantıklı olmasıdır. Örneğin, makul ve mantıklı bir durulaştırmada varılan tek değer bulanık kümenin dayanağının ortalarına doğru ve üyelik derecesinin oldukça büyük olması beklenir. Aranılan bir diğer özellik ise yapılacak hesaplamaların basit olmasıdır. Son olarak da, bulanık çıktı kümesinin ağırlıklarını hesaba katan ağırlıklı yöntemin öncelikle tercih edilmesidir. Böylece

sentroid, ağırlıklı ortalama ve toplamların merkezi yöntemleri arasında farkın belirlenmesine yarar (Şen, 1999).

1.2.2 Evrimsel Programlama (EP)

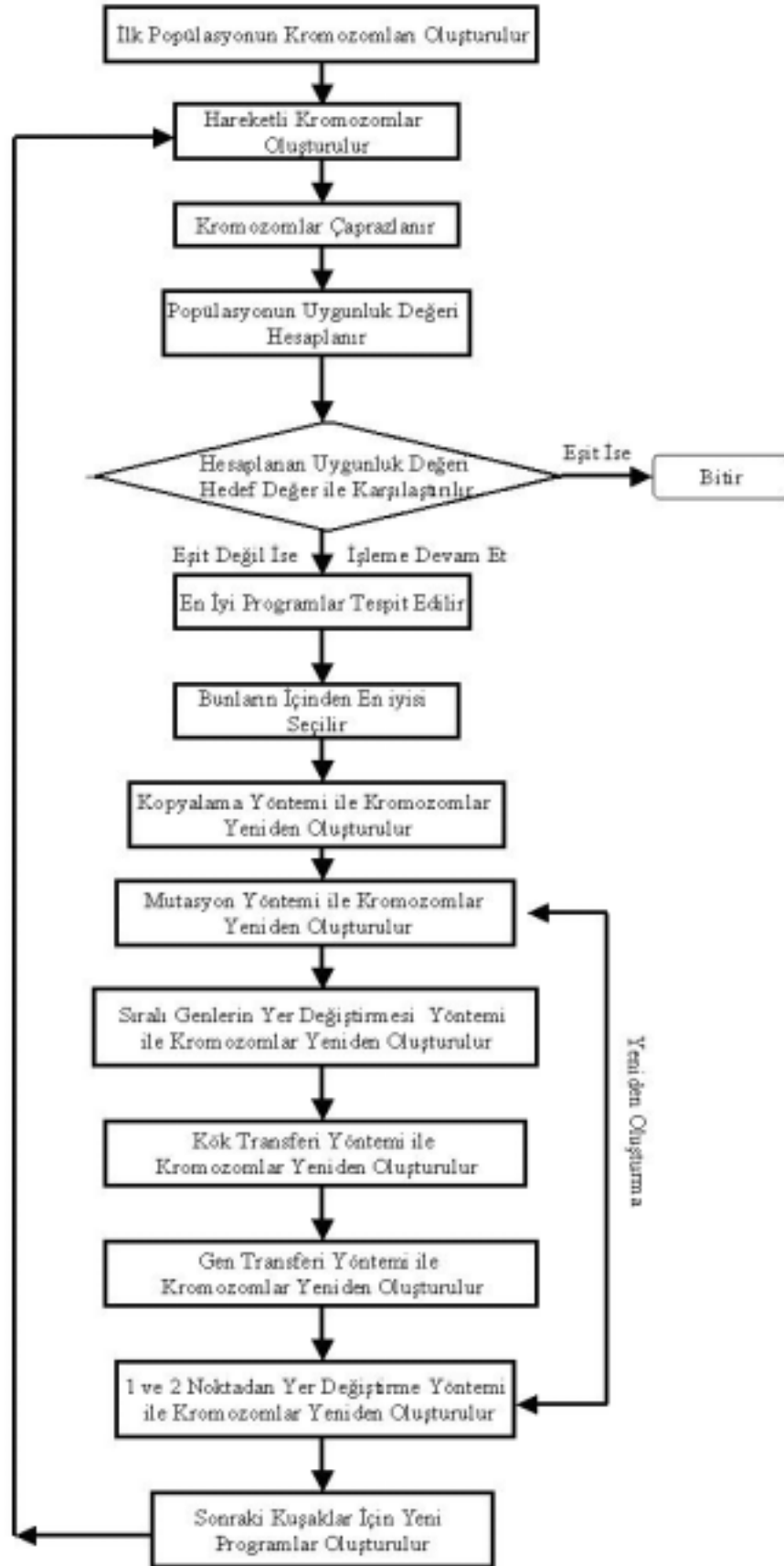
Evrimsel Programlama Algoritması bilgisayar programı tarafından yeniden oluşturulabilen sabit sayıda ve uzunlukta lineer kromozomlardan oluşur. Oluşturulan kromozomlar “Açıklama Ağaçları” (AA) şeklinde EP’ in operatör ve işlemcileri sayesinde farklı şekil ve boyutlarda ifade edilebilmektedirler. EP algoritması, Genetik Algoritma (Genetic Algorithm GA) ve Genetik Programlama (Genetic Programming GP) algoritmaları gibi bir veya daha çok genetik operatör kullanarak rasgele elde edilen yeni kromozomlardan hedef fonksiyon ve değerlere (Fitness) ulaşır. Elde edilen yeni popülasyonlar hedef değerlere en uygun fonksiyonu veren algoritmadır (Candida, F., 2001).

EP Algoritması, Genetik Algoritma (GA) ve Genetik Programlama (GP) algoritmalarının bir bileşkesi olarak geniş bir fonksiyon taraması yapar. EP her iki algoritmanın avantajlarını bünyesine birleştirmiştir. Yapısal olarak bu üç algoritmanın arasındaki farklılıklar ve benzerlikler şu şekilde sıralanabilir:

- Genetik Algoritmalarının karakteristiği, sabit uzunluktaki kromozomlardan oluşan lineer dizidir. Bu lineer diziler basit lineer problemler için genetik operatörlerle kolayca çözüm üretmesine rağmen karmaşık, non-lineer problemlerde fonksiyonel değildirler. Genetik Algoritma genellikle fonksiyonların genel optimizasyonlarında kullanılır. Genetik algoritma aynı zamanda genetik programlama ve genetik tabanlı makine eğitiminde de kullanılabilir.
- Genetik Programing Algoritmaları Genetik Algoritmalarından farklı olarak değişik boyut ve şekillerdeki non-liner değişkenler arasındaki ilişkileri ifade etmek için oluşturdukları “ayrıştırma ağaçları” (parse tree) ile uygun çözüme ulaşmaya çalışırlar. GP karmaşık ve non-lineer problemlerde istenen sonuçların elde edilmesinde yetersiz kalmaktadır.

- Evrimsel Programlama Algoritmasında ise GA ve GP Algoritmalarının avantajları birleştirilmiştir. Karakteristik olarak sabit sayı ve uzunluktaki çok sayıda non-lineer değişken genetik operatörler ve işlemciler kullanılarak farklı boyut ve şekilde lineer dizinlere dönüştürülerek uygun fonksiyon türetilir. EP Algoritması makine öğrenme gibi kompleks yapıda non-lineer ifadelerin ilişkilerin kurulması ve ifade edilmesinde de kullanılabilir (Candida, F., 2002).

EP Algoritması çalışma prosedürü şekil 1.35' de görüldüğü gibidir.



Şekil 1.35 EP Akış Diyagramı

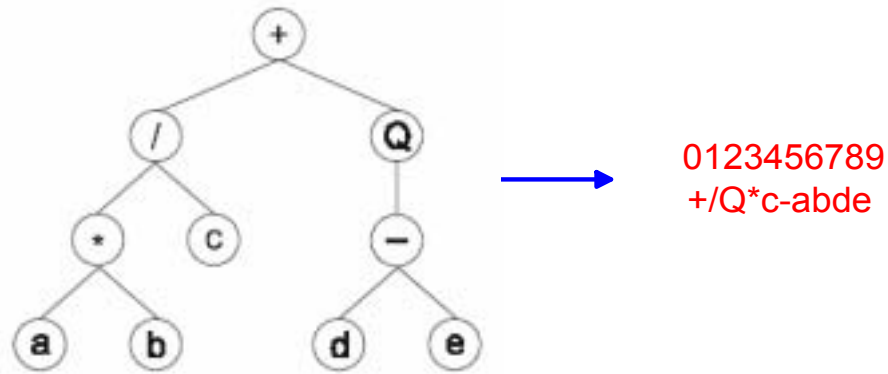
1.2.2.1 EP Kromozomları

EP Algoritmasında en basitten en karmaşığa kadar tüm problemler açıklama ağaçları şeklinde ifade edilmektedir. Açıklama ağaçları operatörler, fonksiyonlar, sabitler, ve değişkenlerden oluşur. Örneğin bir kromozom listesinde {+, -, *, /, sqrt, 1, a, b, c, d, sin, cos} gibi EP değişkenleri olabilir. Burada;

sqrt.*.+.*.a.*.sqrt.a.b.c./1.-.c.d

Şeklinde bir kromozom oluşturulduğunda; bu kromozomda; nokta “.” her bir geni ayırmak ve kolay okumak için, “sqrt” karekök operasyonunu, “1” sabit bir sayıyı, “+,-,*” cebirsel ifadeleri, “A,B,C,D” değişkenlere verilen isimleri ifade eder.

Değişkenler arasındaki ilişkiler EP algoritmasını geliştiren Candida Fereire tarafından Karva notasyonları şeklinde ifade edilmiştir (Candida, F., 2002). Karva notasyonları “açıklama ağacı” (AA) ile ifade edilir. Yukarıda verilen örneğin EP genine ait Karva notasyonu ile oluşturulmuş açıklama ağacı şekil 1.36’da gösterilmiştir.



Şekil 1.36 Matematiksel Açıklama Ağacına (AA) bir örnek

Şekil 1.37 de ifade edilen Açıklama Ağacının matematiksel olarak ifadesi;

$$\frac{a \cdot b}{c} + \sqrt{d - e}$$

şeklindedir.

$$k=b(n-1)+1$$

$$k=\text{kuyruk}$$

$$b=\text{baş}$$

$$n=\text{kuyruktaki değişken sayısı}$$

EP' de baş ve kuyruklar verilen AA' na göre her satırın sırayla soldan sağa ve yukarıdan aşağıya doğru yazılması ile elde edilir. Baş kısmı tamamlandıktan sonra kuyruk bölümü de aynen baş kısmının oluşturulmasında olduğu gibi soldan sağ ve yukarıdan aşağıya doğru devam edilir. Kuyruk oluşturma işlemi aşağıya doğru tamamlanamaz ise sırayla soldan sağa ve aşağıdan yukarıya doğru işleme devam edilerek kuyruk oluşturma işlemi tamamlanmaktadır (şekil 1.38).

1.2.2.1.2 EP Kromozomlarının Esnekliği

Genin baş ve kuyruk sayıları değiştirilerek veya buna bağlı olarak yeni kromozom ve açıklama ağaçları elde edilmektedir. Şekil 1.38' de görüldüğü gibi (Banzhaf, W., ve ark. 1988).

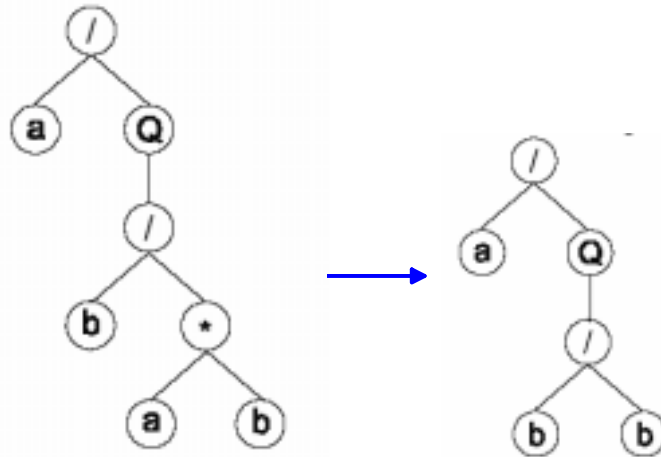
01234 5 6789012345678901234567890

/aQ/b * ab/Qa*b*-ababaababbbbba



01234 5 6789012345678901234567890

/aQ/b b ab/Qa*b*-ababaababbbbba

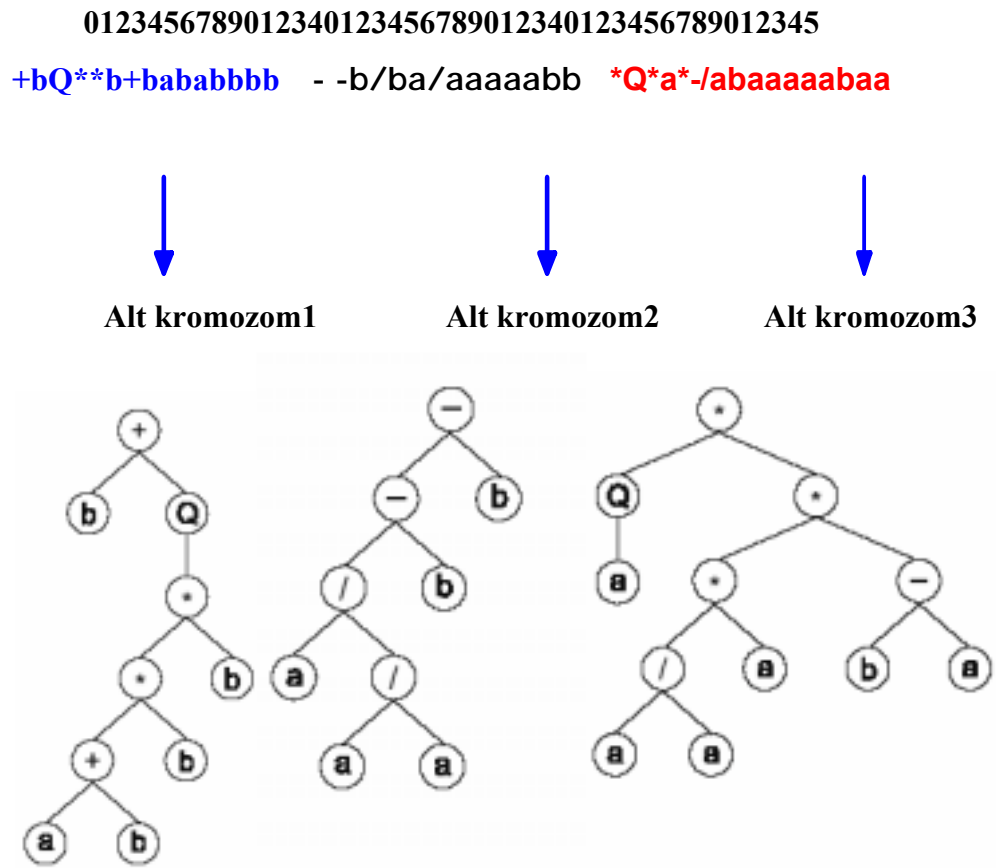


Şekil 1.38 Yeni EP kromozomu ve Açıklama Ağaçları

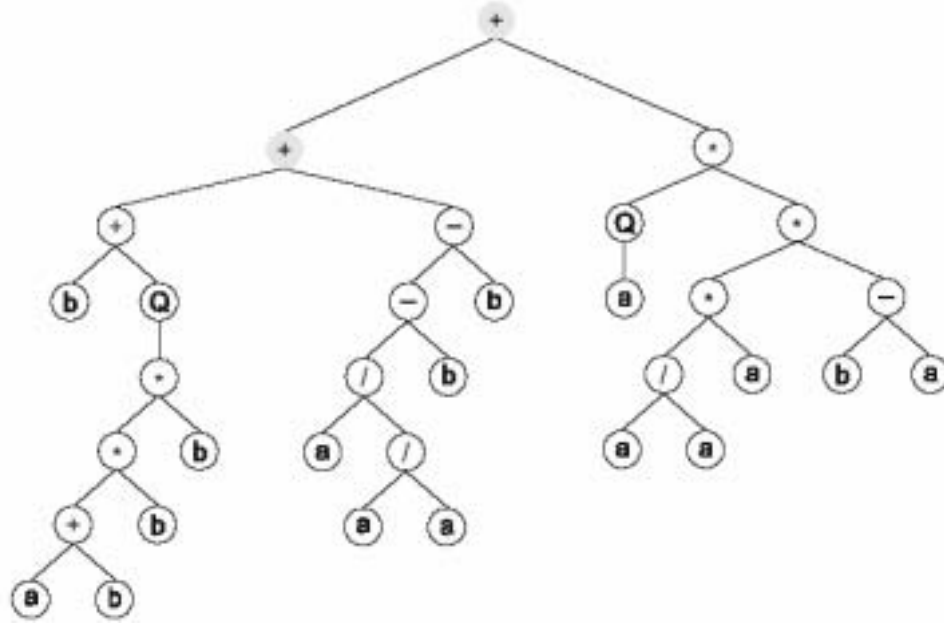
1.2.2.1.3 Çok Genli Kromozomlar

Çok karmaşık ve kompleks problemlerin ifade ağaçları da uzun kromozom yapılarını gerektirmektedir. Elde edilen kromozomlar şekil 1.39’ da koyu ve açık bölümler şeklinde alt açıklama ağaçları ile ifade edilmiştir.

Şekil 1.39’ ve şekil 1.40’ da uzun bir kromozomun alt kromozom ve açıklama ağaçları ile ifadesi ve şekli görülmektedir (Banzhaf. W., ve ark. 1988).



Şekil 1.39 Uzun Bir Kromozomdan Elde Edilen Alt kromozomlar



Şekil 1.40 Alt ifade ağaçlarının elde edildiği Uzun kromozom

1.2.2.2 Uygunluk Fonksiyonu ve Seçim

Problem çözümünde hedefe en doğru şekilde ulaştıracak fonksiyona uygunluk fonksiyonu denir. Çözümün başarısı büyük oranda uygunluk fonksiyonun belirlenmesine bağlıdır. Burada amaç problemi ifade eden en uygun fonksiyonun belirlenmesidir.

1.2.2.2.1 Uygunluk Fonksiyonu

EP algoritmasının en önemli özelliği problem fonksiyonunun bulunmasıdır. Bunun için uygunluk fonksiyonunun belirlenmesi gerekmektedir. Uygunluk fonksiyonu, belirlenen çözümlerin uygunluk derecelerinin ölçülmesini sağlayan bir fonksiyondur. Burada amaç, her zaman belirlenen hata sınırları içinde en doğru sonucu veren en iyi fonksiyonun tespitidir. Aynı zamanda fonksiyon belirlenen aralıkta en kısa zamanda veya iterasyonda en doğru sonuca ulaşmayı da sağlamalıdır. İşte elde edilen bu fonksiyon “Uygunluk Fonksiyonu” olarak isimlendirilmektedir.

Problemin çözümü sırasında elde edilen çözüm değerleri ile gerçek değer arasındaki farkın (hatanın) en kısa sürede belirlenen değer altına inmesi çözümün etkinliği

açısından çok önemlidir. Burada seçilen hatanın tipine göre iki türlü uygunluk fonksiyonu kullanılmaktadır. Hatanın mutlak olması istendiğinde;

$$f_i = \sum_{j=1}^{c_i} (M - |c_{(i,j)} - T_j|) \text{ fonksiyonu kullanılır.}$$

Eğer relatif hata istenirse bu durumda;

$$f_i = \sum_{j=1}^{c_i} \left(M - \left| \frac{C_{ij} - T_j}{T_j} * 100 \right| \right) \text{ fonksiyonu kullanılır.}$$

Burada M her problem için değişen ve problemin hassaslığına bağlı olarak belirlenen sabittir. C_{ij} her bir kromozomun (i) çözüm değerine karşılık gelen (j) gerçek değerdir (C_t). T_j ise her bir kromozomun çözüm değeri için hedef değeri ifade etmektedir. Buradan f_{\max} ;

$$C_{ij} = T_j \text{ ve } f_i = f_{\max} = C_t * M \text{ Elde edilir.}$$

EP hedef fonksiyon yöntemi ile optimum çözüme kendi kendine ulaşır (Candida, F., 2001).

1.2.2.2.2 Seçim

EP algoritmasında da tüm genetik tabanlı algoritmalarda olduğu gibi uygunluk değerleri rulet çarkı olarak adlandırılan “basit seçkinlik” yöntemi ile yapılır. Fakat diğer seçim yöntemleri de kullanılabilir. Bu konuda zorlama yoktur. Diğer yöntemler, seçkinlik olmadan yapılan rulet çarkı seçim yöntemi, seçkinlik olarak ve seçkinlik olmadan turnuva seçim yöntemi, seçkinlik olarak ve seçkinlik olmadan deterministic seçim yöntemleri olarak sıralanabilir.

1.2.2.3 Yer Değiştirme ile Tekrar Üretim

Her bir kromozom genlerinin yer değiştirmesi ile tekrar oluşturulur. Oluşturulan yeni kromozomlar rulet çarkında yeniden seçime tabi tutulur. Yer değiştirme yeni nesillerde çeşitliliği sağlamalı ancak çözüme ulaşmayı da çok fazla zorlaştırmamalıdır. Yer değiştirme ve mutasyon gibi çeşitliliğin sağlandığı operatörlerin oranları rasgele olarak 0.7 oranında yapılır.

1.2.2.3.1 Kopyalama

Rulet çarkı seçimi sırasında kromozom üzerinde sonucu etkileyen iyi genlerin daha sonraki kuşaklar için kopyalanarak saklanmasıdır. Bu yöntemle başlangıçta sonuca etki yapacak genler tespit edilip belirlenmektedir. Fakat bu oran çok yüksek değildir.

1.2.2.3.2 Mutasyon

EP algoritmasında tam anlamı ile rast gele işlemlerin başında mutasyon gelir. Mutasyon, bir bireyin sahip olduğu genin rast gele olarak değiştirilmesi işlemidir. Bu şekilde her bireye bir sayı gözü ile bakıldığında, mutasyon sonucunda oluşabilecek sayı, bireylerin her birinin içerdiği değerden bağımsız olacaktır. Çaprazlamadaki kısıtlama bu işlemde bulunmamaktadır. Mutasyon, genetik algoritmanın yerel bir en iyi noktaya takılmasını engeller. Önemli olan, mutasyon olasılığının uygun seçimidir. Bu programın yerel bir noktaya takılmasını engelleyecek derecede yüksek, ancak çaprazlama ve çoğullama işlemlerinin getirdiği en iyi noktaya gidişi engellemeyecek ölçüde düşük seçilmelidir. EP algoritmasında bu oranlar 0,01 ile 0,001 arasında olabilir. Aşağıda da görüldüğü gibi Mutasyonla kromozomlarda rast gele seçilen belli sayıdaki genler değiştirilerek (*, - ve a genleri /, Q ve + olarak değiştirilmiştir) elde edilen yeni kromozomlar mutasyona uğramış olarak işleme devam ederler (Cramer. N., L., 1995).

0123 **4** 567890 **0** 123456789001 **2** 34567890
 Q+bb * bbbaba - **--qbbbqqQ* **a** *Qbbbaab

↓

0123 **4** 567890 **0** 123456789001 **2** 34567890
 Q+bb / bbbaba **Q** **--qbbbqqQ* **+** *Qbbbaab

Şekil 1.41 Mutasyon İşlemi İle Yeni Gen Eldesi

1.2.2.3.3 Yer Değiştirme ve Gen İlave Etme

EP algoritmasında kromozomlarda bulunan genler belli sayıda genin yer değiştirmesi veya başka genlerin yerine kopyalanması ile yeni genler elde edilir. Üç farklı şekilde yapılır.

1.2.2.3.3.1 Sıralı Genlerin Yer Değiştirmesi (IS Transferi)

Kromozomun baş kısmında rast gele seçilen belli sayıdaki genin aynen kromozomun başka bir yerindeki aynı sayıda gen ile yer değiştirmesidir. IS transfer işlemi en az iki alt kromozomdan oluşan kromozomlarda uygulanabilir. Bu işlem kromozom üzerinde mutasyona benzer radikal değişiklik meydana getirmektedir. EP algoritmasında IS transfer oranı 0,1 olarak belirlenmiştir (Candida, F., 2002).

0123 **4** 56789012345601 **2** 34567890123456
 -ab **a+Q** -baabaabaabQ*+*+*/aababbaaaa

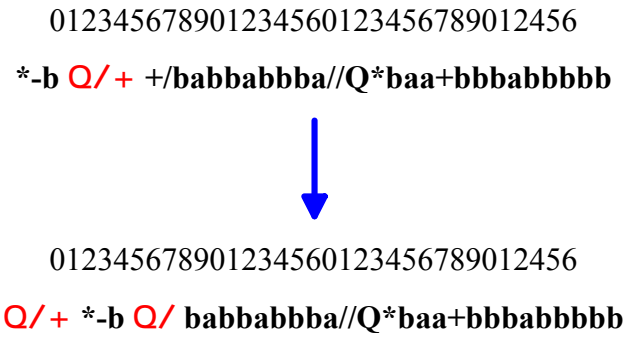
↓

0123 **4** 56789012345601234567890123456
 -ab **a+Q** -baabaabaabQ*+ **a+Q** aababbaaaa

Şekil 1.42 IS Transfer İşlemi İle Yeni Gen Eldesi

1.2.2.3.3.2 Kök Transferi (RIS Transferi)

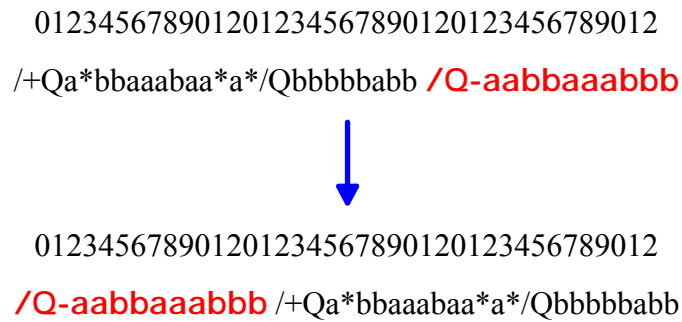
Kromozomun baş kısmında rast gele seçilen belli sayıdaki genin yine baş kısmında farklı yerlere yerleştirilmesi ile elde edilir. RIS transfer işlemi en az iki alt kromozomdan oluşan kromozomlarda uygulanabilir. RIS işlemi Mutasyon ve IS transfer işlemi gibi baş kısmında yapılan kromozom üzerinde çok radikal değişikliklere yol açabilen bir değişikliktir. EP algoritmasında RIS transfer oranı 0,1 olarak belirlenmiştir.



Şekil 1.44 RIS Transfer İşlemi İle Yeni Gen Eldesi

1.2.2.3.3.3 Gen Transferi

Kromozom üzerinde bir grup genin kopyalanarak kromozom üzerinde yer değiştirmesi ile elde edilir. Gen transferi ile kromozom üzerinde yapılan değişiklikler yeni nesiller üzerinde evrim mahiyetinde değişimlere neden olarak problemlerin çözümüne olumlu yönde etkisi olacaktır (Lutton, E., ve ark. 2002).



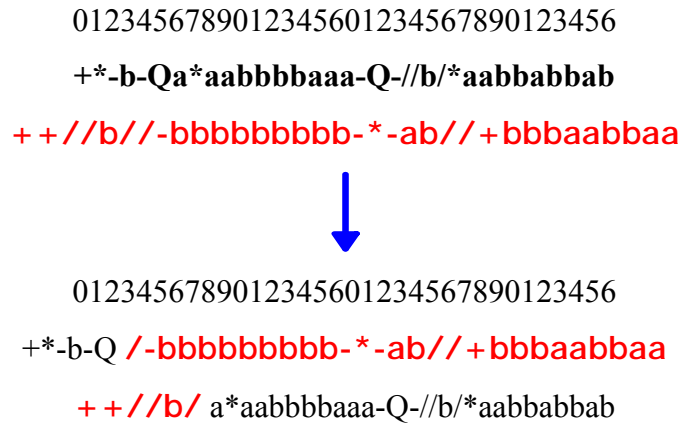
Şekil 1.44 Gen Transfer İşlemi İle Yeni Gen Eldesi

1.2.2.3.4 Tekrar Düzenleme

EP algoritmasında üç çeşit yer değiştirme ile kromozomlar yeniden düzenlenir. Tek noktadan, İki noktadan ve belli sayıda genin tekrar düzenlenmesi ile yeni EP genleri elde edilir.

1.2.2.3.4.1 Tek Noktadan Yer Değiştirme

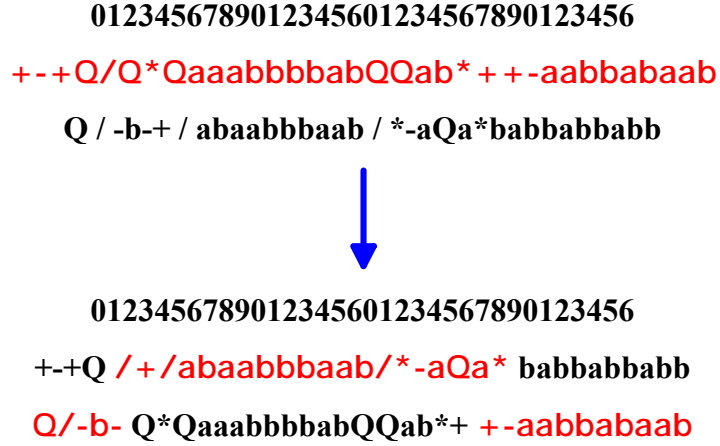
Çaprazlama sırasında iki kromozom arasında rast gele seçilen bir noktadan genlerin yer değiştirmesi ile elde edilir. Elde edilen yeni kromozomların çaprazlaması sırasında oluşacak yeni nesillerin genetik varyasyonu için çok önemli bir kaynak oluşturmaktadır. EP algoritmasında tek noktadan yer değiştirme oranı 0,1 olarak belirlenmiştir (Roy, R., ve ark. 2002).



Şekil 1.45 İki Kromozom Arasında Tek Noktadan Gen Transfer İşlemi İle Yeni Gen Eldesi

1.2.2.3.4.2 İki Noktadan Yer Değiştirme

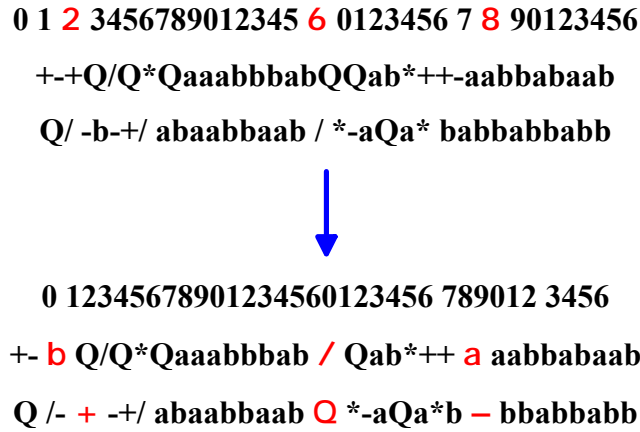
Çaprazlama sırasında iki kromozom arasında rast gele seçilen iki noktadan genlerin yer değiştirmesi ile yeni nesiller elde edilir. Elde edilen yeni kromozomların çaprazlaması sırasında oluşacak yeni nesillerin genetik varyasyonu açısından tek noktadan gen değiştirmeye göre daha önemli bir kaynak oluşturmaktadır (Santos, J., M., ve Zapito, A., 2003).



Şekil 1.46 İki Kromozom Arasında İki Noktadan Gen Transfer İşlemi İle Yeni Gen Eldesi

1.2.2.3.4.3 Gen Değişirme

Çaprazlama sırasında iki kromozom arasında rast gele seçilen genlerin yer değiştirmesi ile yeni nesiller elde edilir. Kromozomların çaprazlaması sırasında oluşacak yeni nesillerin genetik varyasyonunu bir kaynak oluşturmaktadır.



Şekil 1.47 İki Kromozom Arasında Rasgele Gen Değişirme İşlemi İle Yeni Gen Eldesi

1.2.2.4 Örnek Uygulama

Hedef test fonksiyonu $y = 3a^2 + 2a + 1$ olsun. Bu fonksiyon için aşağıda verilen tablodaki “a” değerleri için $f(a)$ değerleri elimizde deneysel olarak elde edilmiştir.

Çizelge 1 Hedef Fonksiyonu İçin Var Olan Deney Sonuçları

a	$f(a)$
-42.605	469.346
-20.437	944.273
-98.317	271.324
27.429	290.563
0.7328	407.659
-86.491	208.123
-36.101	328.783
-18.999	802.906
-48.852	628.251
73.998	180.071

Uygunluk Fonksiyonu $f_i = \sum_{j=1}^{c_i} (M - |c_{(i,j)} - T_j|)$ olarak kabul edilmiştir. Uygunluk fonksiyonunun hedef değeri 1000 dir.

EP algoritmasında fonksiyonun çözümü için kullanılan operatörler ve büyüklükleri Tablo 2' de verilmiştir.

Çizelge 2 EP Algoritmasında Kullanılan Operatörler

EP Operatör ve Fonksiyonlar	Sayısı
İterasyon Sayısı	50
Popülasyon Büyüklüğü	20
Kullanılan Fonksiyonlar	+ - / *
Gen Uzunluğu	13
Gen Sayısı	3
Mutasyon Oranı	0.051
Tek noktadan yer değiştirme oranı	0,3
İki noktadan yer değiştirme oranı	0,3
Gen Yer Değiştirme oranı	0,1
IS Yer Değiştirme Oranı	0,1
IS Eleman Uzunluğu	1,2,3
RIS Yer Değiştirme Oranı	0,1
RIS Eleman Uzunluğu	1,2,3

İlk iterasyon (İlk jenerasyon) sonucu elde edilen popülasyonlar Tablo 3’ de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi 0 ile 661 arasında değerler mevcut. İlk iterasyon sonucu elde edilen en iyi hedef değer (fitness değeri) “661.593” ve genetik ifadesi “*+++-/aaaaaa/-//aaaaaa+-+aaaaaaaa” dır.

Çizelge 3 İlk iterasyon Sonucu Elde Edilen Popülasyon Değerleri

Generation N:1

012345678901201234567890120123456789012

+***/aaaaaa/+a/a*aaaaaa/a-*a+aaaaaa-[0] = 577.3946

--aa+aaaaaa+/-a*/aaaaaa/--a-aaaaaa-[1] = 0

/***/+aaaaaa*+/-+aaaaaa++aa/aaaaaa-[2] = 463.6533

-/+/+aaaaaa+//+/aaaaaa+/-a/*aaaaaa-[3] = 546.4241

++a/*aaaaaa+-+a*-aaaaaa-a/*aaaaaa-[4] = 460.8625

*+*a-*aaaaaa*a/aa/aaaaaa//+*a/aaaaaa-[5] = 353.2168

*/**+aaaaaa+a/**+aaaaaa----+/aaaaaa-[6] = 492.6827

*aa+-+aaaaaa+a/-+/aaaaaa***/-*aaaaaa-[7] = 560.9289

+/-*//aaaaaa*+*//+aaaaaa-/**+*aaaaaa-[8] = 363.4358

--a+*/aaaaaa+a+-+aaaaaa+a+aa+aaaaaa-[9] = 386.7576

+-*-*aaaaaa*/-+**+aaaaaa*+--+aaaaaa-[10] = 380.6484

/a-*/aaaaaa/-a/a/aaaaaa+a/-*aaaaaa-[11] = 0

+--//aaaaaa+*+/*-aaaaaa/*-a+aaaaaa-[12] = 551.2066

-a/+a/aaaaaa*//-/aaaaaa*-+/a+aaaaaa-[13] = 308.1296

/+/-+aaaaaa+-a/aaaaaa**+*-aaaaaa-[14] = 0

//-*+aaaaaa/*a+aaaaaa/a++a*aaaaaa-[15] = 489.5392

a-a-aaaaaa*+/-a/aaaaaa*/aa*aaaaaa-[16] = 399.2122

-a++*/aaaaaa+/aa-*aaaaaa---/**+aaaaaa-[17] = 317.6631

--a/*aaaaaa++*+/-aaaaaa+/-*+aaaaaa-[18] = 597.8777

*+ + + -/aaaaaa/-//aaaaaa+-+aaaaaa-

[19]=661.5933

İlk iterasyondan elde edilen en iyi genetik ifadenin Açıklama Ağacı (Expression Tree) ve bu hedef değerden elde edilen fonksiyon şekil 1.48’ de gösterilmiştir. İlk jenerasyondan elde edilen fonksiyon: $y = 2a^2 + 4a$ dır.

012345678901201234567890120123456789012

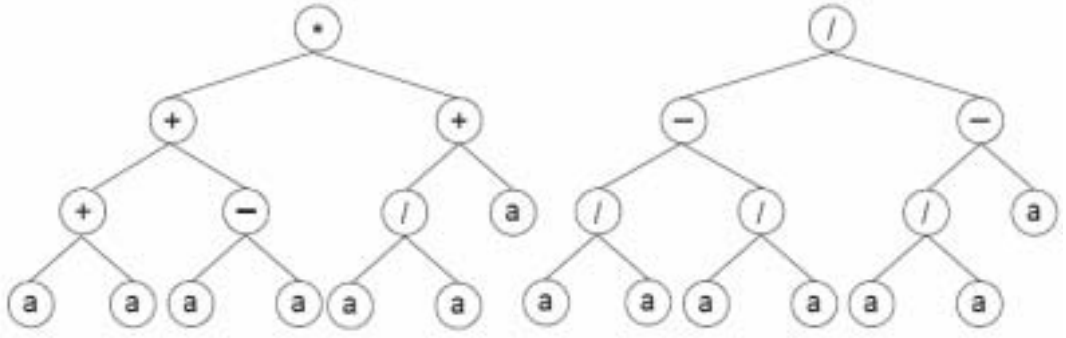
*+++-/aaaaaaaa/--///aaaaaaaa+-+aaaaaaaaaaa



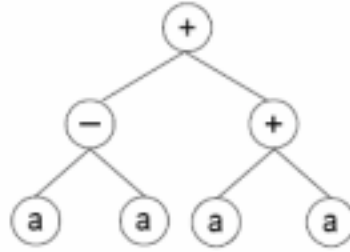
Alt kromozom1



Alt kromozom2



Alt kromozom3



$$y=(2a^2 + 2a) + (0) + (2a)$$

Şekil 1.48 İlk iterasyon sonucu elde edilen En İyi Genetik İfadenin Fonksiyonu

Hedef fonksiyonu $y = 3a^2 + 2a + 1$ olduğu için iterasyon işlemine devam edilir. İkinci iterasyon sonucu elde edilen popülasyon değerleri çizelge 4' de verilmiştir.

Çizelge 4 İkinci iterasyon Sonucu Elde Edilen Popülasyon Değerleri

Generation N:2

012345678901201234567890120123456789012

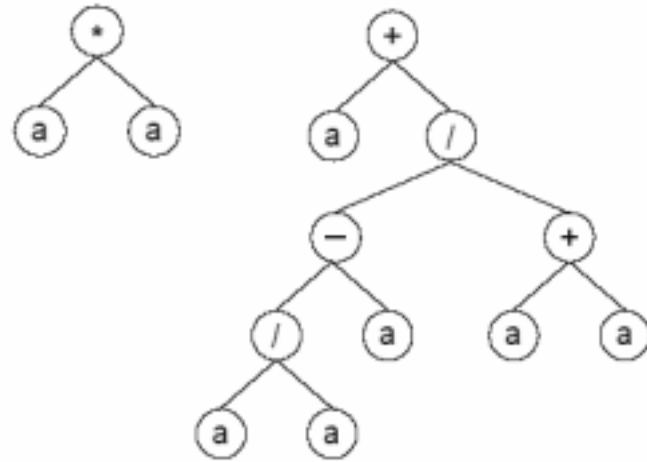
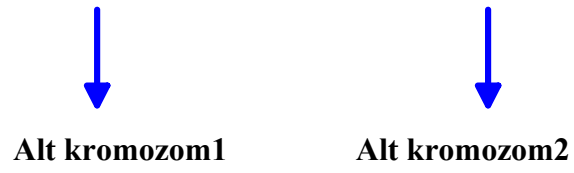
*+++/-aaaaaa/-//aaaaaa+/-+aaaaaaaaa-[0]	= 661.5933
-a++*/aaaaaa+//a--aaaaaa---/**aaaaaa-[1]	= 0
+-*-*aaaaaa*/-+**aaaaaa*+--+aaaaaa-[2]	= 380.6484
+-*-*aaaaaa*/-+**aaaaaa*/a**aaaaaa-[3]	= 356.9471
+-----+aaaaaa*+++/-aaaaaa/-//aaaaaa-[4]	= 661.5933
*aa+-aaaaaa+a++/aaaaaa***+*aaaaaa-[5]	= 567.9289
a-a-aaaaaa+/*-a/aaaaaa*+*+aaaaaa-[6]	= 449.802
aa-+-aaaaaa+a/-+//aaaaaa+--+aaaaaa-[7]	= 961.8512
/***/+aaaaaa*+/-+aaaaaa-a/*aaaaaa-[8]	= 470.5862
+--+//aaaaaa+*+/*-aaaaaa/*-a+aaaaaa-[9]	= 551.2066
*+++/-aaaaaa/-//aaaaaa+-----+aaaaaa-[10]	= 0
--+a*-aaaaaa++a/*aaaaaa-a/*aaaaaa-[11]	= 487.3099
-a++*/aaaaaa+aa-*aaaaaa---/**aaaaaa-[12]	= 317.6631
++a/*aaaaaa+/-+a*-aaaaaa++aa/aaaaaa-[13]	= 451.464
+--/-aaaaaa+a/**+aaaaaa----+/aaaaaa-[14]	= 493.5336
*/-a++aaaaaa+aa-*aaaaaa---/**aaaaaa-[15]	= 356.4241
+/-*//aaaaaa*a//+aaaaaa-/++*aaaaaa-[16]	= 493.9218
*/**+aaaaaa+*+/*aaaaaa***/*-aaaaaa-[17]	= 448.4805
+-*-*aaaaaa*/-+**aaaaaa*+--+aaaaaa-[18]	= 380.6484
++a/*aaaaaa+/-+a*+aaaaaa--/*aaaaaa-[19]	= 380.8585

Tablo 4’ den de görüldüğü gibi 0 ile 961.8512 arasında değerler bulunmaktadır. İkinci iterasyon sonucu elde edilen en iyi hedef değer (fitness değeri) “961.8512” ve genetik ifadesi “+/**//aaaaaa*/a+**aaaaaa*+--+aaaaaa” dır.

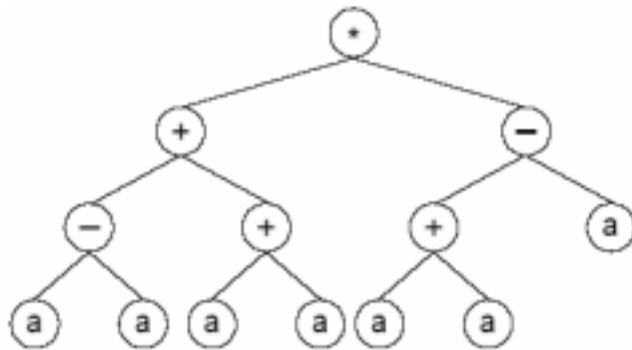
İkinci Popülasyondan elde edilen en iyi genetik ifadenin Açıklama Ağacı (Expression Tree) ve bu hedef değerden elde edilen fonksiyon şekil 1.49’ da gösterilmiştir. İkinci jenerasyondan elde edilen fonksiyon: $y = 3a^2 + a + \frac{1-a}{2a}$ dır.

012345678901201234567890120123456789012

aa-+aaaaaaaa+a/-/aaaaaaaa+--+aaaaaaaa



Alt kromozom3



$$y=(a^2) + (a+(1-a)/2a) + (2a^2)$$

Şekil 1.49 İkinci iterasyon Sonucu Elde Edilen En İyi Genetik İfadenin Fonksiyonu

Hedef fonksiyonu $y = 3a^2 + 2a + 1$ olduğu ve ikinci iterasyon sonucu bu fonksiyon elde edilemediği için iterasyon işlemine devam edilir. Üçüncü iterasyon sonucu elde edilen popülasyon değerleri çizelge 5’ de verilmiştir.

Çizelge 5 Üçüncü iterasyon Sonucu Elde Edilen Popülasyon Değerleri

Generation N:3

012345678901201234567890120123456789012

**aa-+-aaaaaaaa+a/-+/aaaaaaaa*+--++aaaaaaaa-*

[0]=61.8512

/+aaaaaaaa*/-+**aaaaaaaa***/-*aaaaaaaa-[1] = 446.2061*

+--*aaaaaaaa*+a//aaaaaaaa-/+**+aaaaaaaa-[2] = 323.1036*

+--+//aaaaaaaa++/*-aaaaaaaa/*-+aaaaaaaa-[3] = 551.2066*

aa-+-aaaaaaaa+a//+aaaaaaaa+*-*aaaaaaaa-[4] = 567.9289*

*++a/*aaaaaaaa*/-+*aaaaaaaa*+--++aaaaaaaa-[5]=0*

+--*aaaaaaaa+*+/*aaaaaaaa*/a**aaaaaaaa-[6]=386.6484*

*++a/*aaaaaaaa+*+/*-aaaaaaaa+aa++aaaaaaaa-[7] = 466.1533*

*+-*a*aaaaaaaa*/-+**aaaaaaaa*a*a**aaaaaaaa-[8] = 194.0452*

*/***+aaaaaaaa*+/-+aaaaaaaa-a--*aaaaaaaa-[9] = 541.4829*

+-+*aaaaaaaa+*+a*-aaaaaaaa***/-*aaaaaaaa-[10] = 346.2235*

--+*aaaaaaaa*aa-+-aaaaaaaaa/-/aaaaaaaa-[11] = 467.0862*

/-+aaaaaaaa+*-*+aaaaaaaa*/a**aaaaaaaa-[12] = 672.877*

**aa+ */aaaaaaaa+a/-+/aaaaaa*+--*

+aaaaaaaa[13]=961.8512

**+++//aaaaaaaa*+++/-+aaaaaaaa-a/-*aaaaaaaa-[14] = 395.858*

*/***-/aaaaaaaa/--//aaaaaaaa+*+a-aaaaaaaa-[15] = 467.0862*

aa-+-aaaaaaaa+a//+aaaaaaaa+*-*aaaaaaaa-[16] = 567.9289*

+--+aaaaaaaaa+++/-/aaaaaaaa/--//aaaaaaaa-[17] = 661.5933*

+/-//aaaaaaaa*/a+**aaaaaaaa*+--++aaaaaaaa-[18]=903.8886*

/+aaaaaaaa+*+/*aaaaaaaa+aa/aaaaaaaa-[19] = 423.885*

Üçüncü iterasyon sonucu elde edilen popülasyon değerlerinde bir önceki popülasyondan daha iyi sonuçlar elde edilemediği (Bir önceki popülasyonda elde edilen en iyi değer olan “961.8512” değerinden daha yüksek değer elde edilemediği)

için hemen bir sonraki iterasyona geçilir. Dördüncü iterasyon sonucu elde edilen popülasyon değerleri aşağıda tablo 6’ da verilmiştir.

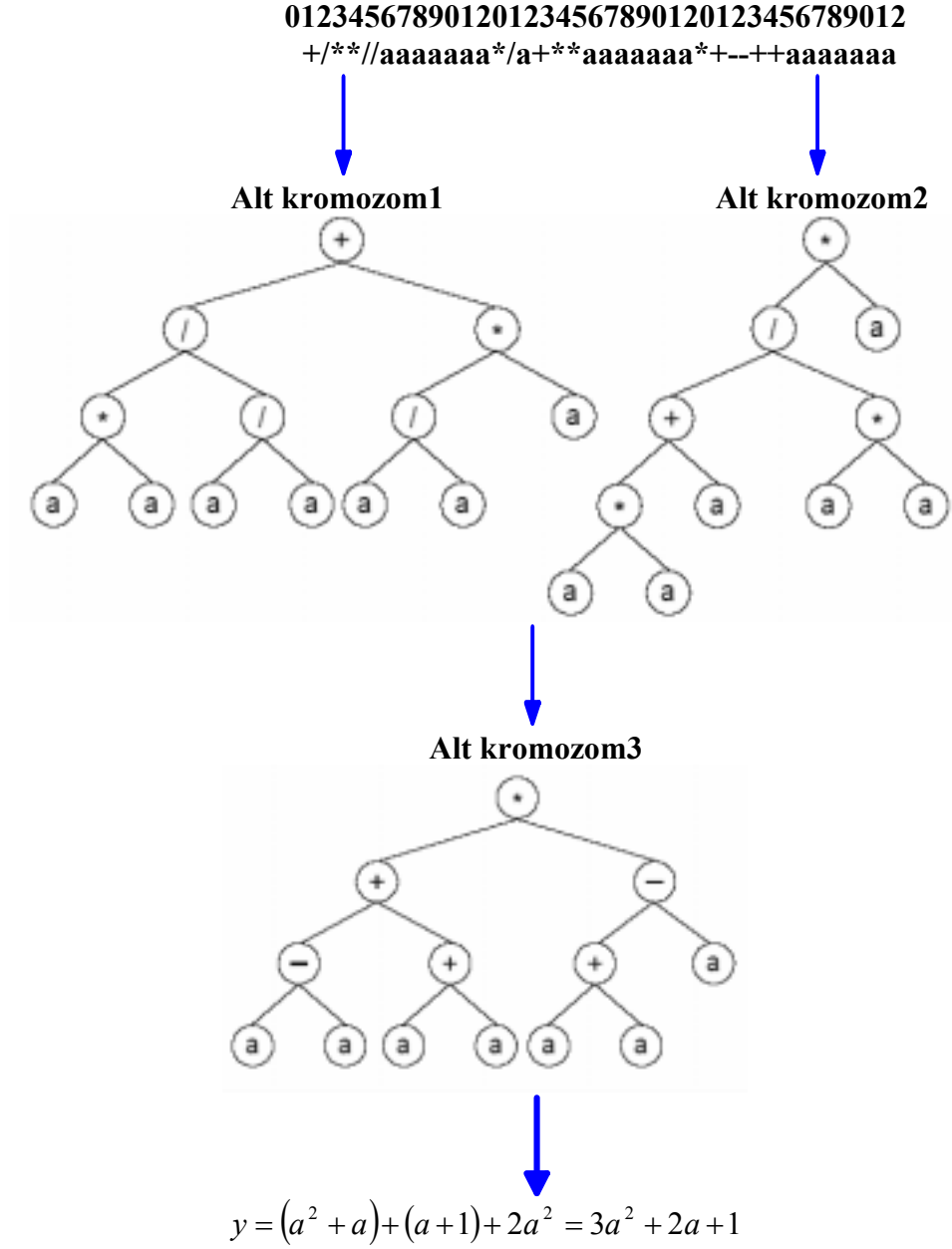
Çizelge 6 Dördüncü iterasyon Sonucu Elde Edilen Popülasyon Değerleri

Generation N:4

012345678901201234567890120123456789012

aa-+-aaaaaaa+a/-+/aaaaaaa+--+aaaaaaa-[0]	= 961.8512
*/**+aaaaaaa*/-+**aaaaaaa***/-*aaaaaaa-[1]	= 446.2061
+.*-**aaaaaaa*a//+aaaaaaa-/+**+aaaaaaa-[2]	= 323.1036
+--+//aaaaaaa+*+/*-aaaaaaa/*-+aaaaaaa-[3]	= 551.2066
*aa-+-aaaaaaa+a/+/+aaaaaaa***/-+aaaaaaa-[4]	= 567.9289
++a/*aaaaaaa*/-+*aaaaaaa*+--+aaaaaaa-[5]=0	
+.*-**aaaaaaa+*+/*aaaaaaa*/a**+aaaaaaa-[6]	=386.6484
++a/*aaaaaaa+--+/*-aaaaaaa+aa++aaaaaaa-[7]	= 466.1533
+.*-a*aaaaaaa*/-+**aaaaaaa*a*a**+aaaaaaa-[8]	= 194.0452
/***/+aaaaaaa*+/+aaaaaaa-a--*aaaaaaa-[9]	= 541.4829
+.*-+*aaaaaaa+--+a*-aaaaaaa***/-+aaaaaaa-[10]	= 346.2235
--*+*-aaaaaaa*aa-+-aaaaaaa/-+/aaaaaaa-[11]	= 467.0862
*/-+**aaaaaaa+.*-+aaaaaaa*/a**+aaaaaaa-[12]	= 672.877
aa-+-aaaaaaa+a/-+/aaaaaaa+--+aaaaaaa-[13]	
= 1000	
+++/+aaaaaaa++/+-aaaaaaa-a/*aaaaaaa-[14]	= 395.858
/***-/aaaaaaa/--//aaaaaaa+--+aaaaaaa-[15]	= 467.0862
*aa-+-aaaaaaa+a/+/+aaaaaaa***/-+aaaaaaa-[16]	= 567.9289
+--+aaaaaaa*+++/-aaaaaaa/--//aaaaaaa-[17]	= 661.5933
+/-*//aaaaaaa*/a+**+aaaaaaa*+--+aaaaaaa-[18]	=903.8886
*/**+aaaaaaa+*+/*aaaaaaa+aa/aaaaaaa-[19]	= 423.885

Dördüncü iterasyon sonucunda elde edilen popülasyonlardan 13 numaralı kromozomda hedef sonuç olan 1000 değeri elde edilmiştir. Bu istenen mükemmel bir sonuçtur. Son iterasyondan elde edilen en iyi genetik ifadenin Açıklama Ağacı (Expression Tree) ve bu en iyi değerden elde edilen fonksiyon şekil 1.50’ de gösterilmiştir.



Şekil 1.50 Dördüncü iterasyon Sonucu Elde Edilen En İyi Genetik İfadenin Fonksiyonu

Son iterasyon sonucu elde edilen en iyi değer olan 1000, hedef değerdir (Best fitness). Bu değer 13 numaralı kromozomdan elde edilmiştir. Elde edilen kromozomun ifade ettiği fonksiyon “Hedef Fonksiyon” olan $y = 3a^2 + 2a + 1$ dir. Hedef değer ve fonksiyonunun elde edilmesi ile birlikte iterasyon işlemi durdurularak işlem döngü tamamlanmış olur (Candida, F., 2001).

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Dokuma işlemleri tekstilde yüzey oluşturma yöntemi olarak çok eski çağlardan beri kullanılmaya gelmiştir. 20. Yüzyılda endüstrinin gelişimi ve rekabetin artması ile birlikte dokuma işletmeleri daha ucuz ve daha kaliteli kumaş üretmek mecburiyetinde kalmıştır. Bunun için dokuma makinesinden birim zamanda elde edilen ürün miktarını artırma yolları sürekli araştırma konusu olmuştur. Bu çalışmaların en önemlileri dokuma makinesinin duruş oranının azaltılmasıdır. Dokuma işlemleri süresince dokuma makinesinin %70 duruş nedeninin çözgü ipliği kopuşlarından kaynaklandığı ve bunun çözümünün dokuma süresince çözgü geriliminin sabit olarak gerçekleşmesinin sağlanması olduğu belirtilmektedir [Egbers ve ark. 1985]. Çözgü gerginliği değişiminden kaynaklanan çözgü kopuşları kumaş hatalarının oluşmasına neden olmaktadır. Bu hatalarla duruş izi problemleri gerginlik altındaki çözgü-kumaş sisteminin selbest hale geçmesinden kaynaklanmaktadır. Dokuma tekrar başladığında çözgü salma hızı istenen seviyeye ulaşmaya kadar başlangıçta kumaşta sık-seyrek bölgeler oluşmaktadır.

Bu konularla ilgili şimdiye kadar yapılan çalışmalar ağızlık açma sırasında çözgü gerilimi değişimi, tefeleme sırasında çözgü geriliminin değişimi ve tekstil proseslerinde Yapay Zeka yöntemlerinin kullanımı olmak üzere üç ana başlık altında incelenmiştir.

2.1 Ağızlık Açma Sırasında Çözgü Geriliminin Değişimi İle İlgili Literatür İncelemesi

Schwabe (1952), çözgü ipliği gerginliğinin çerçeve hareketi ile ilişkisini araştırmıştır. Yaptığı teorik araştırmada şu kabulleri yapmıştır:

- 1-Bütün çözgü iplikleri, çerçevelerin tamamına üniform yayılıdır.
- 2-Her atkıdan sonra çerçevelerin yarısı konum değiştirir.

Araştırma sonucunda çerçeve sayısına bağlı olarak çözgü ipliklerinin gerilip uzadıkları ve çözgü ipliği gerilmesinin, boy değişimine yani uzamasına bağlı olduğu, maksimum çözgü ipliği geriliminin en sondaki çerçeve ipliklerinde ne olduğu ispatlanmış, çözgü ipliklerinin bütün çerçevelere üniform yayılmadığı durumlarda da deneyler yapmıştır.

Swed (1937) ağızlık açıldığı zaman çözgü ipliğinin uzama miktarını geometrik bağıntılardan giderek hesaplamış ve uzama miktarının, ağızlık yüksekliği h ' nin karesi ve dokuma makinesinin toplam ağızlık uzunluğu l ile doğru orantılı olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte ağızlık açıkken makinenin durgun durumda çözgü ipliğine gelen kuvvetleri ve çözgü ipliğini h mesafesine kaldırmak için gerekli P kuvvetini hesaplamıştır. Yapılan işin, ağızlık yüksekliği h ' nin dördüncü kuvveti ile orantılı olarak arttığını, ön ve arka ağızlık uzunluklarının eşit olması durumunda ise maksimum olduğunu göstermiştir.

Traynard (1983), atkı ipliğinin tefeleme hareketi sırasında çözgü ipliği üzerinde oluşan kuvvetlerin ağızlık geometrisine bağlı olduğunu, çözgü ipliği kopuş sayısının önemli derecede ağızlığın optimum yükseklikte açılması ile azaltılabileceğini belirtmiştir. İpliklerin kopmaksızın uzamasında maksimum dayanma miktarı ve devir sayısı arasında bir ilişki olduğunu; iplik kopuşunun, uzama miktarının sınırlandırıldığı zaman doğal olarak azaldığını vurgulamıştır. Çözgü ipliklerinin ağızlığın açılması esnasında birbirinden ayrılmaması durumunda atkı taşıyıcıların oluşturduğu darbe sonucu koptuklarını, iplik kopmasının bu nedenini yok etmek için ise farklı faktörler arasında uyum sağlamanın gerekliliğini belirtmiş ve bu faktörleri şöyle sıralamıştır.

- Mümkün olduğunca büyük (oran= $\frac{\text{arka ağızlık uzunluğu}}{\text{ön ağızlık uzunluğu}}$) oranda düşük çözgü ipliği uzaması ile çalışmak.
- Bu oranın büyütülmesi için ön ağızlık uzunluğu azaltılabilir.
- Ön ağızlık açısı mümkün olduğu kadar büyük olmalıdır.

Kohlhaas (1982, 1983), dokuma makinelerinde ağızlık açma sırasında çözgü ipliği gerilimini etkileyen faktörleri incelemiştir. Ağızlık geometrisinin çözgü ipliğinin

uzaması üzerine etkisinin olduğunu belirtmiş ve çözgü ipliklerinin minimum uzaması için aşağıdaki önerileri sıralamıştır.

- Ağızlık yüksekliği küçük tutulmalıdır.
- Ön ağızlık uzunluğu küçük tutulmalıdır.
- Arka ağızlık mümkün olduğu kadar büyük tutulmalıdır.

Küçük arka ağızlık açıları çözgü ipliklerinin birbirine bağlanma eğilimini azaltır ve çözgü kopuşlarının giderilmesinde kolaylık sağlar.

Masajtis (1989), dokuma işlemlerinin optimizasyonu için teknolojik işlemlerle ilişkili olan verileri toplayıp çoklu regrasyon analizi ile birleştirdiğini ve yapılan analiz sonucunda randımanın aşağıdaki değerlerin bir fonksiyonu olduğunu belirtmiştir.

$$\text{Randıman} = f(W, T, Z_p, L_t, h_p, F_0, D_H)$$

W= İzafi rutubet

T= Sıcaklık

Z_p= Ağızlık kapanma anında krank mili açısı

L_t= Arka ağızlık uzunluğu

h_p= İlk iki gücü teli için ağızlık yüksekliği

F₀= Gücülerin kesişmesi sırasında statik çözgü gerilimi

D_H= Arka köprü durumu ve kumaş oluşum çizgisi arasındaki dikey mesafe

Iven (1989), dokuma makinesinin ayarlarında ağızlık geometrisinin etkili olduğu, çözgü ipliklerinin uzaması nedeni ile ön ağızlığın küçük tutulmasını, ağızlığın ayarlanma parametreleri olarak ağızlık açısı büyüklüğünün, ağızlık kapanma açısının, köprü ayarlarının, ağızlık değişiminin tefe vuruşundan önce veya sonra olması durumunun önemli olduğunu belirtmiştir. Dokuma işlemi süresince çözgü geriliminin sabit kalabilmesi için hassas çözgü salma mekanizmaları üzerinde çalışmaların yoğunlaştığını ve mekiksiz tezgahların dişliler kullanmaksızın servo motorlarla direkt kontrol edildiğini ifade etmiştir.

Ansaldi ve Arnoldi (1989), kancalı dokuma makinelerinde ağızlık boyutları ve kancaların konumları için ağızlık açma sistemine özel önem verildiğini, yüksek hızlarda değişik kumaşlar dokuyabilmenin ağızlık yüksekliğinin küçülmesi ile olduğunu, kanca boyutlarının küçültülmesi sayesinde çözgü iplikleri üzerinde daha küçük bir gerilim meydana geldiğini belirtmiştir. Bunun yanında kancanın ağızlığın şekline göre dizayn edilmesi gerektiğini de ifade etmiştir.

Schutz ve Renner (1988), yüksek hızlı dokuma makinelerinde dokuma işlemini sırasında çözgü ipliklerinde meydana gelen uzunluk değişimlerinin, ağızlığın açılıp kapanması ile artan sıklıkta değiştiğini ve çözgü ipliklerinin daha yüksek elastikiyete sahip olmaları gerektiğini, ağızlık oluşumu için gerekli olan uzamanın ağızlık kapandığı zaman ani geri kazanılmasının yaklaşık 2 ms (mili saniye) süresinde olduğunu ve eşit ani elastik tepkiye sahip çözgü ipliklerinin dokumada daha iyi çalışma performansına sahip olduğunu belirtmişlerdir. Düz, tekstüre ve katlı ipliklerin yüksek hızlı dokuma makinelerinde dokunmasında kaliteli bir çözgü hazırlama işlemi gerektiğini, seçilen iplik geriliminin korunmasına dikkat edilmesini, ipliklerin tamamının standart düzgünlüğe, iyi bir gerginlik karakteristiğine sahip olması gerektiğini ve bu şartların “sıfır hatalı üretim” için temel oluşturduğunu, fakat dokuma makinesi üreticilerinin daha az gerilime dayanan çözgü ipliklerinin gerilme özelliklerini dikkate almaları gerektiğini vurgulamışlardır.

Özdemir (1991), çözgü ipliği özelliklerinin ve ağızlık geometrisinin ağızlık açma işlemi sırasında çözgü iplikleri üzerinde meydana gelen gerginlik değişimlerini araştırmıştır. Bunun için kesikli elyaflardan ve filamentlerden yapılmış çözgü iplikleri kullanılmıştır. Ayrıca kesikli liflerden yapılmış çözgü ipliklerinin bir kısmı haşillanarak haşılın etkisinin tespitini yapmıştır. Farklı dokuma makinelerinde farklı ağızlık yükseklerinde elde edilen ağızlık geometrisine bağlı olarak dokuma makinelerindeki duruş etütleri ve çözgü ipliği gerilimlerini ölçerek karşılaştırmıştır.

Holcombe (1974), Sulzer dokuma makineleri üzerinde çalışır durumda iken çözgüde ve atkıda meydana gelen gerilimleri ölçmüş ve tefeleme, ağızlık açılması ve ağızlık kapanması sırasında oluşan gerginlik değişimlerini grafik halde göstermiştir.

Dolecki (1973), eğrilmiş ipliklerin dokuma sırasında kopma nedenlerini kopuş oranlarını ve kopuş sayılarını araştırmıştır. Kopuşların en çok ağızlık değişimi sırasında çözü iplikleri üzerinde bulunan düğüm, topak ve nepslerin birbirine yapışmasından kaynaklanan kopmalar olduğunu tespit etmiştir. Deneylerde, çözü iplikleri üzerinde bulunan düğüm, topak ve nepslerin tarak dişlerine takılması sonucu ya ipliklerin koptuğu yada çözü ipliği gerilimin çok yüksek seviyelere çıktığını tespit etmişlerdir.

Picciotto ve Herst (1972), bu çalışmada %50 viskon %50 polyester çözü iplikleri kullanarak oluşan gerginlik değerlerini ölçmüşlerdir. Ölçümler çalışır durumdaki çözü iplikleri üzerinde yapılmıştır. Numunelerin ömür süreleri deneyler sonucunda elde edilmiştir. Elde edilen bu bilgilerden her bir iplik için birbirinden bağımsız olarak gerçek şartlarda elde edilmiş verilerden grafikler çizilmiştir. Bu çizimler için doğrusal, üs, üstel, polinom ve logaritmik fonksiyonları kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre gerilme yorulmasının dokuma sırasında elastik sınırları geçmediği zaman gerilme yorulmasının ipliklerin kopması üzerine etkisinin olmadığı sonucuna varmışlardır.

Eren (1996), dokuma makinelerinde çözü salma mekanizmalarındaki gelişmeleri incelemiştir. Dokuma makinelerinde çözü salma mekanizmalarının gelişimi ile çözü geriliminin kontrolünün yanında atkı sıklığı değişimlerinin en aza indirildiğini belirtmiştir. Pozitif çözü salma mekanizmalarının temelini çözü gerilimine bağlı olarak yapıldığını belirtmiştir.

Yukhin ve Yukhina (1995), çözü ve atkı ipliklerinin kıvrım ve büzülme oranlarının belirlenmesi için teorik bir hesaplama yöntemi geliştirmiştir. Kumaş yapısına bağlı olarak çözü ve atkı ipliklerinin büzülme ve kıvrım yüzdeleri direkt olarak teorik hesaplama yöntemiyle elde edilmiştir. Teorik olarak elde edilen bu değerler gerçek kumaşlardan elde edilen deneysel değerler ile karşılaştırılmış ve geliştirilen teorinin başarıyla uygulanabilirliğini göstermişlerdir.

Vangheluwe ve Kiekens (1996), durgun haldeki dokuma makinesinde çözü ipliği ve kumaşın relakse davranışlarının hesaplanmasını amaçlamışlardır. Non-liner

durumlarda elde edilen deneysel bilgiler ışığında Maxweel modeli için uygun parametreler üreten bir model geliştirmişlerdir. Çözümlü ipliği ve kumaş için geçerli olan bu model kumaş-çözümlü ipliği kombinasyonunun davranışlarının elastik akma sınırını verdiğini tespit etmiştir.

Anandjiwala ve Groswami (1995), dokuma makinelerinde her aşamadaki çözümlü ipliğinin kopma kuvvetini benzer özellikteki üç farklı dokuma makinesi üzerinden ölçmüşlerdir. Elde edilen sonuçların birbirine çok benzer olduğunu tespit etmişler ve sonuçlar üzerinde F testi, T testi ve X^2 testlerini uygulamışlardır. Dokuma makinesinde çözümlü gerilimine etki eden en önemli faktörler hepsinde benzer çıkmıştır. Sonuç olarak çözümlü gerilimi üzerine en önemli etkinin ipliklerin metal parçalarla sürtünmesi ve iplik üzerine uygulanan direkt gerilimlerin (ağızlık açma, tefe vurma) olduğunu tespit etmişlerdir.

2.2 Tefeleme Sırasında Çözgü Geriliminin Değişimi Hakkında Literatür İncelemesi

Greenwood ve Cowhig (1956, 1957), duruş izi problemleri üzerinde ilk olarak çalışma yapan bilim adamlarıdır. Yayınladıkları üç makale serisinin ilkinde Greenwood ve Cowhig (1956), tefeleme sırasında hem torbalanma hem de torbalanmanın olmadığı durumlar için atkı atıldıktan sonra kumaş çizgisi pozisyonunun matematiksel ifadesini oluşturmuşlardır. İkinci makalede Greenwood ve Cowhig (1956), matematiksel çalışmayı kararlı olmayan dokuma şartlarına göre genişletmişlerdir. Deneysel çalışmalarda tefeleme kuvveti ve kumaş çizgisi pozisyonunun ölçülmesinden sonra önceden geliştirilmiş teoriler ışığında deneysel bulgular tartışılmıştır.

Kumaş çizgisi ve tefeleme kuvveti arasındaki ilişki dokuma makinesinin durgun halde geliştirilen modeli tartışılmıştır. Greenwood ve Vaughan (1957), tarafından tefeleme kuvveti (R) aşağıdaki formülle ifade edilmektedir. Tefeleme hareketinin aşamaları şekil 1.6' da verilmiştir.

$$R = x * \left(\frac{E_1}{L_1} + \frac{E_2}{L_2} \right) \quad (1)$$

X= Kumaş çizgisi yer değiştirmesi

E_1, E_2 = Çözgü ve kumaşın elastik sabitidir.

L_1, L_2 = Kumaş ve çözgünün serbest uzunluğu

Kumaş çizgisi pozisyonunun gerçek atkı sıklığı mesafesine eşit miktarda kumaş çekilerek gerçek pozisyonunda (eski pozisyonda) kalması sağlanacaktır.

$$\frac{dL}{dn} = -a = -(s - p) \quad (2)$$

Burada,

a= Kumaş çekme oranı ve gerçek atkı sıklığı arasındaki fark

s= Gerçek atkı sıklığı

p= Kumaş çekme oranı

n= makine devir sayısı

L= Tefeleden önce kumaş çizgisi ile tefe arasındaki mesafesi(uzaklık)

L, tefe en önde olduğu zaman (dokumacıya en yakın olduğunda) pozitif değerdedir, çerçeveye daha yakın olduğunda ise negatif değerdedir.

Tefeleme anında, tefeleme kuvvetinin büyüklüğü dokuma direncine eşittir. Dokuma direncini veren formül aşağıdaki gibidir.

$$R = \frac{k}{r - D} \quad (3)$$

Bu, ters mesafe formülü olarak söylenir.

Burada,

R= Dokuma direnci

k= Dokuma direnci sabiti (katsayısı)

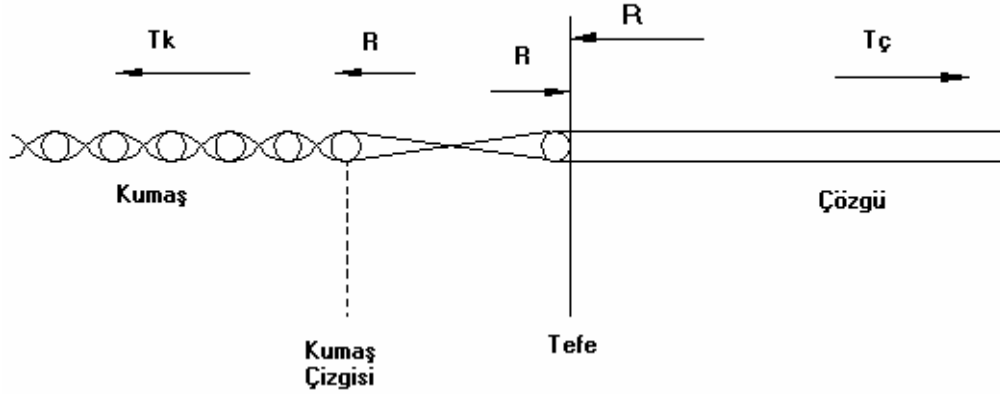
D= Teorik minimum atkı sıklığı

r= Kumaş çizgisi ve tefe arasındaki mesafe

Tefe ön ölü konumuna geldiğinde r, s' ye eşit olur ve formül verilen atkı sıklığı için tefeleme kuvvetinin hesaplanmasında kullanılabilir. (1) ve (3) formüllerinden, kumaş çizgisi pozisyonu elde edilir ki, sınır çizgisi pozisyonunda atkı sıklığı hesaplamak için kullanılabilir.

$$L = -\frac{K}{s - D} + s, \quad \text{burada} \quad K = \frac{k}{\frac{E_1}{L_1} + \frac{E_2}{L_2}} \quad \text{dir.}$$

Kumaş çizgisindeki herhangi bir değişiklik sistem kumaş çekme hareketi ile telafi edilmesinden dolayı kararlılığa ulaşınca kadar atkı sıklığında değişikliğe neden olacaktır. Bu formüller atkı iplikleri tefeleme hareketi ile kumaşa dahil edildikten sonra çok azda olsa geriye kaymasına rağmen, kaymadığı varsayılarak türetilmiştir. Tefeleme sırasındaki kuvvetler şekil 2.1’ de gösterilmektedir.



Şekil 2.1. Yeni Bir Atkının Tefelenmesi Sırasında Oluşan Kuvvetler (Eren, R., 1993)

T_k = Kumaş Gerilimi

$T_ç$ = Çözgü Gerilimi

R = Dokuma Direnci

Zhang ve Mohamed (1989), dokuma makinesinde statik ve dinamik şartlar altında atkı ipliğinin tefelenmesi sırasında oluşan tefeleme kuvvetini incelemişlerdir. Dinamik şartlar altında yaptıkları çalışmada, Nosek (1974)' in makine hızını ve tefeleme şiddetini içeren matematiksel modeline benzer model kullanmışlardır. Elde edilen istatistik sonuçlara göre atkı ve çözgü iplikleri arasındaki sürtünme katsayısı, başlangıç çözgü gerilimi ve maksimum çözgü geriliminin en önemli faktörler olduğunu belirtmişlerdir. Dinamik analizde buna ilave olarak makine hızı ve ağızlığın açılma ve kapanma zamanının tefeleme kuvveti üzerine çok önemli etkilere sahip olduğu sonucuna varmışlardır.

Sternheim ve Grosberg (1991), bu çalışmada tefe hareketinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bunun için dar enli dokuma makinesi kullanılmıştır. Mekanik tefe

mekanizması makineden ayrılarak tefe bilgisayar kontrollü hidrolik bir mekanizma ile kontrol edilmiştir. Tefeleme hareketi bilgisayar ile hassas bir şekilde kontrol edilebilmektedir. Çalışmanın sonucunda tefenin en ön konumunda çözümlü ipliği geriliminin maksimum gerilime (120 cN) ulaştığı, normal pozisyonda 95 cN olduğu ve geri pozisyonda ise minimum (65 cN) gerilime sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Chamberlain ve Snowden (1948), çözümlü gerilimin tespitinde elde edilen ölçüm değerlerinde dalgalı bir gerginlik elde etmişlerdir. Elde edilen sonuçlar ışığında dokuma işleminin zorlukları sıralamasında çözümlü geriliminin kontrolünün birinci sırada olduğunu belirtmişlerdir. Tefeleme sırasında çözümlü gerilimini ölçmek için üç makara sistemi kullanmışlardır. Üç makaranın ortada bulunan bir yayla hareketli diğer ikisi ise sadece kendi etrafında dönebilen sabit makaralardır. Ortada hareketli olan makaraya bir yük ölçer (kapasitör) bağlanmıştır. Tefeleme sırasında çözümlü ipliği üzerine gelen yük makarayı hareket ettirmektedir. Makaranın hareketinin ölçümü ile çözümlü ipliğinin gerilimi belirlenmektedir. Fakat ölçümler tek çözümlü ipliği üzerinden yapıldığı için toplam çözümlü ipliği gerilimini vermemektedir. Aynı zamanda makaraların ataleti de ölçümlerin sonucunu etkilemektedir.

Badve (1964), tefe genişliği boyunca farklı noktalarda oluşan tefeleme kuvvetinin ölçülebilirliğini araştırmıştır. Araştırmada atalet momentinin etkisinin olmadığı varsayılarak işlem yapılmıştır. Taraktaki her bir telin önüne ve arkasına iki farklı yiv açarak buralara iki kollu Wheatstone köprüsü şeklinde iki tel direnç ilave etmiştir. Bu işlem sırasında bir teldeki değişmeden diğer bir telin etkilendiğini tespit etmiştir. Bazı tarak tellerinde yük olmadan bile diğer tellere yüklenmiş bazı yükler tarafından etkilenmektedir. Uygulanan yöntemle Wheatstone köprülerinden tefeleme kuvveti sinyali net olarak elde edilmesine rağmen yapısı çok karışık olduğundan bir sonraki çalışmada kullanmak için güvenilirmez olduğu belirtilmiştir. Daha sonraki uygulamalarda ise tefenin metal bloğuna küçük bir gerginlik ölçer (strain gauge) sabitlenmiştir. Gerginlik ölçerden iyi bir sinyal elde edilmiş olmasına rağmen atkı atmaksızın makine çalıştırıldığı zaman tefe üzerinde oluşan atalet bileşenlerini kapsamamaktadır. Uygulamada kumaş çizgisi–tefe temasını önemli derecede dikkate alınmıştır. Uygulanan bu metot Badve' nin tek tel ölçüm yönteminden daha kolay olduğu için Leung (1974), Eldeeb (1982), ve daha sonra Ding (1986), aynı metodun

elektronik ve mekanik dizaynını geliştirerek daha temiz tefeleme kuvveti sinyali elde etmişlerdir. Burada belirtilmelidir ki bu metot sadece tefenin üzerinde veya aşağısında uygulanabilmektedir.

Galuszinski (1978), kumaş kenarı hariç tefeye uzun gerginlik ölçer yerleştirilmiştir. Elde edilen sonuç tefeleme kuvvetini vermiş olmasına rağmen sinyal istenmeyen çevresel etkilere izin vermektedir. Çevresel etkilerin sinyal üzerindeki etkilerinden kurtulmak için gerginlik ölçerler tefe engellerinin yukarısına ve aşağısına tarak tellerin kenarlarına bitişik olarak belli aralıklarla yerleştirilmiştir. Galuszinski yaptığı bu çalışmada en iyi tefeleme sinyalinin tefenin aşağısına yerleştirdiği gerginlik ölçerlerden elde etmiştir.

Greenwood ve Vaughan (1957), makine üzerinde tefeleme kuvvetini ilk defa ölçmüştür. Tefenin en geri barının daha aşağısına bir gerginlik ölçme direnci yerleştirilerek ölçüm gerçekleştirilmiştir. Wheatstone köprüsü tefeleden dolayı meydana gelen elektrik direnci değişiminin ölçülmesi için kullanılmıştır. Elde edilen frekans ön yükseltici üzerinden çift levent osiloskopu wheatstone köprüsüne beslenir ve ölçülendirildikten sonra grafik halde kaydedilir. Greenwood ve Vaughan, kumaş çizgisinin görüntüsünü ekran üzerinde 20 defa daha büyütülmüş şekilde kumaş çizgisi pozisyonunu ölçmüşlerdir.

Lunenschloss ve Schlichter (1987), çözü salma mekanizmasının geri beslemeli kontrolünde en iyi fiziksel parametrelerin tespitinin araştırılmasında tefeleme kuvvetinin ölçülmesi için iki yöntem tavsiye etmişlerdir. Birinci metot Greenwood ve Vaughan (1957), tarafından geliştirilen ölçme sisteminin adaptasyonudur. Bu tasarımda tefeleme kuvveti sinyali özellikle hızlandırma ve durdurma sırasında ataletten etkilenmektedir. İkinci tasarımda, tefe telinin bir yerine düşük gerilimli yaylı bir plaka ve bir gerginlik ölçer yerleştirmişlerdir. Tefeleme kuvvetinden dolayı gerginlik plakasının hareketindeki değişim ölçülmüştür. Sonuç olarak çözü salma hareketinde tefeleme kuvveti kontrol edilen bir değişken olarak kullanmak için atalet etkisinin olmadığı bir tefeleme kuvveti sinyalinin elde edilmesinin zorluğundan ve güç çeviricinin (transducer) yapısal problemlerinden dolayı uygun bir parametre olmadığı sonucuna varmışlardır.

Bullerwell ve Mohamed (1991), güç çeviricinin dinamik kalibrasyonu ile hava jetli makinelerde tefeleme kuvvetinin ölçülmesi için bir metod geliştirmişlerdir. Tefe bölümüne aynı uzunlukta bir demir çubuk kesilerek tutturulmuştur. İki alüminyum çubuk tefeye tutturulmuş olan tefe kılıcına bağlanmış oluk üzerine bindirilmiştir. Tefenin daha yukarı bir kısmına ve alüminyum plakaların arasına iki piezoelektrik yük hücresi yerleştirmişlerdir. Bunlardan daha yukarıda olanlar yeterli sinyal üretememişler fakat tefenin altına yerleştirilenlerden biri önemli bir sinyal üretmiştir. Elde edilen sinyal kalibre edildikten sonra tefeleme kuvveti sinyali olarak kabul edilmiştir. Farklı kumaş parametreleriyle kumaş performansı test edildikten sonra atkı numarası ve atkı sıklığının tefeleme kuvveti üzerine önemli bir etkisinin olduğu, makine hızı ve ağırlık zamanlamasının etkisinin olmadığı sonucuna varmışlardır.

Wulfhorst ve Obolenski (1990), yüksek hızlı dokuma makinelerinde uzaktan algılama (image processing) tekniği ile kumaş analizi sistemi kullanarak başlangıç izini analiz etmişlerdir. Bu analiz sonucu ağırlıklı olarak yüksek hızlı tezgahlarda dokunmuş kumaşların başlangıç izi problemlerinin azaltılması üzerine ölçümler geliştirmişlerdir. Ölçümler kumaşlar makineden çıktıktan sonra test edilmiştir. Tefenin pozisyonu, çözgü gerilimini, kumaş çizgisi hareketini, geri besleme pozisyonunu ve makinenin durduğu sırada atkı sıklığı ile çözgü salma motorunun hızına, durma ve ivmelenme periyotlarını ölçmüşlerdir. Ölçümler hava jetli dokuma makinesinde viskon/pamuk karışımı kumaşların üzerinde yapılan ölçümlere dayanmaktadır. Araştırmada başlangıç izinin yoğunluğu ile ölçülen parametreler arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Analiz sonucunda başlangıç izi üzerine etkin olan faktörler aşağıda sıralanmıştır.

- Durma pozisyonu
- Başlama pozisyonu
- Arka ölü konumu
- Hatalı atkılar
- Kumaş gerilimi ve temel (ilk) çözgü gerilimi
- Makine durma zamanı
- Arka ölü konum ayarlayıcı

Çözgü salma hareketi için kontrol tipi

Başlangıç izinin dokumacı tarafından engellenebilmesi için üretim sırasında direkt ölçülmesinin çok zor olduğu sonucuna varmışlardır.

Daha düşük yoğunlukta duruş izinin gerçekleşmesi için temel şartlar

- Düşük çözgü gerginlik seviyesi
- Uzun durma zamanında, durma pozisyonu (kapalı ve açık ağızlık), çözgü salma kontrolü ve arka ölü konum ayarlayıcının duruş izi üzerine etkisi yoktur.
- Duruş izi yoğunluğunun azalması için,

- * Makinenin belirlenen pozisyonda çalışmaya başlaması
- * Makinenin çalışmaya tefenin arka ölü konumunda başlaması
- * Makinenin çalışmaya belirlenen çözgü gerilimi ile başlaması

gerektiğini belirtmişlerdir.

İnui (1968), başlangıç yeri probleminin sebepleri üzerine çalışmıştır. İnui, dokuma işlemi sırasında çözgü gerilimindeki değişimler tarafından başlama yerinin oluştuğunu belirtmişlerdir. Dokuma işlemi sırasında uygun gerginlik değişimlerini elde etmek için makinenin durgun ve çalışır durumları arasındaki açısal hızlarındaki farklılıkları hesaba katmıştır. Ölçümler pamuklu dokuyan makineler ve su jetli makinelerde yapılmıştır. Ölçülen değerlerle teorik sonuçların karşılaştırılmasından sonra İnui, teorik formüllerin çözgü geriliminin hesaplanmasında kullanılabileceği sonucuna varmıştır. İnui, makinenin ivmelenme ve yavaşlama sırasında çözgü gerilimindeki değişimin başlangıç izine etkilediğini belirtmiştir.

İnui (1969), dokuma kumaşlarda duruş izi hatasının sebepleri arasındaki ilişkiyi ve onların önemini incelemiştir. Daha önceki elde edilen teorik formüllerin ışığında su jetli dokuma makinelerinde bazı deneyler yapmıştır. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir.

1. Başlangıç yeri problemlerini azaltmak için, su jetli dokuma makinelerinde arka köprüde gerginlik yayının yay katsayısı ve atalet momenti mümkün olduğu kadar küçük olmalıdır.
2. Çalışma, durma ve yeniden çalışırken makine hızındaki farklılık duruş izinin büyüklüğü üzerinde önemli etkilere sahiptir.
3. Pamuklu makinelerde başlangıç yeri probleminin büyüklüğü temel çözgü gerginliğinin değişiminden etkilenmektedir.
4. Gerginlik değişiminden dolayı başlangıç yeri probleminden kaçınmak için, tefeleme sırasında çözgü gerilimi makinenin geçiş periyodu ve normal çalışma durumunda da eşit olmalıdır. Bunun için aşağıdaki formülü geliştirmişlerdir.

$$\int_a^b F(t)d(t) = \int_a^b G(t)d(t)$$

F(t)= Çalışır durumda çözgü gerilimi eğrisi

G(t)= Başlama ve durdurma durumlarındaki çözgü gerilimi eğrisi

a= Tefeleme hareketinin başladığı zaman

b= Tefeleme hareketinin bittiği zaman

Inui ve Kurata (1970), önceki teorik ve deneysel sonuçları temel alan, dokuma işlemi sırasında kumaşta başlangıç izini önleyici bir mekanik düzenek geliştirmiştir. Duruş izi probleminin karşı önleyici düzenek iki türlü tasarlanıp üretilmiştir. Birinci tip sadece makinenin durma ve başlangıç zamanlarında silindir gerilimini sabit tutar. Diğer baskı tipidir ve makinenin başlangıç veya durma zamanlarında gerginlik silindirlerini arkadan çekmek suretiyle çözgü gerilimini dengeler. Her iki düzenek de hataların engellenmesinde yüksek derecede yeterlik göstermişlerdir. Su jetli dokuma makinelerinde bu düzenek çözgü gerilimi değişimlerinden dolayı meydana gelen sık ve seyrek dokunmuş kısımların engellenmesinde de başarı göstermiştir. Fakat tefe tarafından oluşturulan duruş izi problemlerinin önlenmesinde yeterli başarıyı gösterememiştir.

Greenwood ve McLoughlin (1965), kumaş çizgisinden bağımsız olarak atkı sıklığını sabit tutmak için tasarlanmış negatif kumaş çekme mekanizmalı bir dokuma makinesinin analiz, tasarım ve üretimi yapılmıştır. Tefe iki sıkıştırılış yay tarafından ileri doğru hareket ettirilmiş ve kumaş çizgisine çarpmasıyla durgun hale gelmiştir. Bir kam mekanizması ile tefe arkaya getirir ve sabit halde tutulur. Uygun zamanda kam sürücüsü mandaldan serbest bırakılır ve tefe ileri doğru hareket ettirilir. Atkı sıklığı tefe hızının değişimiyle ayarlanmıştır. Çünkü bu makinede atkı sıklığı kumaş çizgisi pozisyonundan bağımsız tutularak kumaş çekme hareketi ile ayarlanmıştır. Kumaş çizgisi pozisyonunun hareketinden sonra kumaş çekme hareketi gerçekleştirilir ve bu tekrar ederek dokuma işlemi sürdürülür. Bu hareket mikroçip tarafından kontrol edilir. Bu makinede yapılan diğer bir değişiklik çözü salma mekanizmasıdır. Fren çözü salma tipinde makinenin durgun halde çözü levendinin geri hareketini kolaylaştırmak gerektiğinde çözü gerilimini sabit tutmak için ölü ağırlığının yeri değiştirilir. Konvansiyonel ve negatif tefeleme yapılan makinelerde dokunmuş kumaşlarda yapılan testlerdeki davranışları karşılaştırdıktan sonra negatif tefeleme yapan makineler uzun duraklamalardan (gece ve hafta sonu v.b.) sonra oluşan başlangıç yeri problemini tamamen ortadan kaldıramadıkları sonucuna varmışlardır.

Strernheim (1989), mikro işlemci kontrollü tefe mekanizması kullanarak tefeleme kuvvetini incelemiştir. Ana makine mekanizması ve hidrolik sistem arasındaki senkronizasyon bir mutlak mil enkoderi ile sağlanmıştır. Tefe kuvveti ölçme Yehia (1974) ve diğer araştırmacıların daha önce geliştirdikleri sistemlerin iyileştirilmesi ile yapılmıştır. Ölçülen tefeleme kuvvetinin maksimum değeri istenen değerle karşılaştırılır ve farkın büyüklüğüne bağlı olarak tefenin ön ölü konumu bilgisayar kontrollü olarak ayarlanmaktadır. Strernheim, deneyler sonucunda otomatik kontrollü tefeleme kuvvetinin gösterdiği sonuçları şöyle açıklamıştır. Normal dokuma sırasında maksimum tefeleme kuvvetinin C.V.' si %11' den %4' e düşürülmüştür.

Eren (1993), kumaş çekme ve çözü salma kontrol sistemi geliştirmişlerdir. Kumaş çekme ve çözü salma sistemleri birbirleriyle uyumlu şekilde pozitif bir kontrol söz

konusudur. Tefeleme kuvvetinin pozitif kontrolü ile duruş izi probleminin ortadan kaldırılması ve atkı sıklığının sabit olması amaçlanmıştır. Bunun için yüksek hassasiyette DC motorlar kullanılmıştır. DC motorlar bir yazılım ile elektronik olarak kontrol edilmiştir. Aynı zamanda kumaş çekme çözü salma sistemleri bir bilgisayar yardımıyla gerçek zamanlı olarak kontrol edilmiş ve monitörden görüntülenmiştir. Çalışmada uygulamalı bir çalışma tercih etmişler ve kolay modifiye olabilmesinden dolayı dar enli dokuma makinesi tercih edilmiştir. Yapılan çalışma sonunda duruş izlerinin büyük ölçüde azaltıldığı belirtilmiştir.

Göktepe (1993), dokuma esnasında çözü gerginliğine etki eden faktörleri incelemiştir. Bunun için gerginlik ölçme cihazı ile iki farklı tipte (mekikcikli ve kancalı) dokuma makinesinde değişik örgü tipleri için tezgahın statik ve dinamik durumlarında ölçümler yaparak çözü gerginlik değişimini elde etmiştir. Bulunan değerlerin grafik halde çizilmesi ile dokuma sırasındaki çözü gerilimindeki değişimi göstererek birbiri ile karşılaştırmıştır.

Huang (1994), arka köprünün pozitif tahriki için kam şeklinin çözü gerilimi üzerine etkisinin araştırılması için dört farklı kam modeli kullanmışlardır. Çalışma sonunda çözü gerilimi değişimlerinin 50cN-56cN arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı zamanda makinenin 1 metre kumaş dokuma sırasında duruş oranları da 0.04 ile 0.17 arasında değiştiğini belirterek tefe mekanizması kam şeklinin çözü gerilimi üzerine etkisini göstermişlerdir.

2.3 Çözü Salma Sistemleri ve Çözü Gerilimi Tespiti İle İlgili Literatür İncelemesi

Lünenschloss ve Schlichter (1987), elektronik çözü salma sistemleri için çözü gerilimi ölçüm elemanlarını inceleyerek bunların çözü ipliği geriliminin ölçüm ve değerlendirilmesindeki hassasiyetini incelemişlerdir. Çözü geriliminin arka köprü üzerinden ölçülmesinin avantajının, çözü teli üzerinden elde edilen ölçüm sistemleri ile kıyaslandığında, ölçüm hassaslığının daha yüksek olması, iplik gerilimindeki

değişimleri daha hızlı ve özelliklede daha doğru bir şekilde kaydedilmesinden kaynaklandığını belirtmiştir.

Tümer ve Bozdağ (1986), dokuma makineleri üzerine yaptıkları çalışmada mekanik yarı pozitif çözgü salma sisteminin matematiksel analizini yaparak çözgü gerginlik değişimini incelemiştir. Çözgü salma sisteminin performansını hem lineer hem de lineer olmayan modeller için test etmişlerdir. Dokuma işlemleri sırasında lineer olmayan durumları ve nedenlerini doğal bozucular ve bozucu hatalar olarak belirtmişlerdir. Doğal bozucuları ağızlık açma, tefe vuruşu ve levent çapındaki değişimler sonucu ortaya çıkan bozucu etkilerdir. Bozucu hatalar ise sistemdeki mekanik hatalardan kaynaklanan bozucu etkilerdir.

Dokuma başlangıcında çözgü salma ve başlangıç çözgü gerilimi ayarlarının rast gele yapılması durumunda geri beslemeli otomatik kontrol sistemlerinin oluşacak tüm bozucu etkilere rağmen kısa bir süre içerisinde istenen atkı sıklığına ve istenen düzeyde çözgü ipliği gerilimini sağlaması gerektiğini belirtmişlerdir. Ancak bu sistemde çözgü gerginliği istenen değerden saptığında dengenin sağlanmasına kadar geçen süre zarfında kumaşta sık-seyrek hataları meydana gelmektedir.

İnui ve Kurata (1965), dokuma işlemi sırasında çözgü geriliminde meydana gelen değişimin kumaş üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmasında maksimum çözgü geriliminde meydana gelen değişim kumaşta sık seyrek hataların oluşumu için önemli bir neden olmaktadır. Sık-seyrek yerlerin önlenmesi “atkı sayısı-çözgü gerilimi” eğrilerinin yatay olarak elde edilmesine bir başka deyişle çözgü gerginliği değişiminin dokuma işlemi süresince sabit kalmasına bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Kohlhaas (1981), çözgü ipliği gerilimini etkileyen faktörleri incelemiştir. Bu amaçla çözgü levendi, arka köprü, çerçeveler ve kumaş oluşum çizgisinin hareketlerini belirlemek için ayrı ayrı her bir bölüm için ölçüm düzeneği kullanmıştır. Çözgü ipliği üzerindeki gerilmeleri ve zorlamaları şöyle sıralamıştır.

-Çözgü ipliklerinin boyuna ve enine yöndeki hareketlerinden ortaya çıkan ve her devirde değişen gerilmeler.

-Yön değiştirme noktalarındaki bükölme ve sörtünme kuvvetleri.

-Aşınma ve sörtünme.

-Birbirlerine takılan ve bağlanan iplikler.

Aşınma, sörtünme, takılma ve ipliklerin bağlanması dokuma makinesindeki gelişmeler ve sentetik haşıl maddelerinin kullanımı ile düşürülebileceğini belirtmiştir. Çözgü ipliklerindeki devir sayısına bağlı olarak zorlamaların ise makinenin uygun ayarlanması ile düşürülebileceğini, zorlamaların frekansının atkı atma oranı ile değiştiğini ifade etmiştir.

Lünenschloss ve Schlichter (1987), dokumada iplik gerginlikleri üzerine araştırma yapmışlardır. Çözgü iplikleri üzerindeki gerginlikleri incelemek için dokuma hızı ve diğer dokuma parametrelerini değiştirerek kancalı ve mekikcikli dokuma makinelerinde yaptıkları deneysel çalışma sonucunda buldukları sonuçları şöyle özetlemişlerdir.

Çözgü ipliği gerginliğinin, kullanılan dokuma makinesinin tipine, dokuma makinesi ayarlarına ve kullanılan iplik cinsine bağlı olarak değiştiğini, filaman ipliğe nazaran kesikli liflerden yapılmış ipliğin daha büyük gerginliğe sahip olduğunu, dokuma makinesi hızının çözgü ipliği gerginliği üzerinde çok büyük bir farka neden olmadığı, atkı sıklığının artması ile alt ve üst ağızlıkta çözgü ipliklerinin gerginliğinin arttığı ancak ortalama çözgü iplik gerginliğinin sabit kaldığını ve hatta düştüğünü tespit etmişlerdir. Ancak bu değerlendirmelerde ağızlık geometrisinin çözgü iplik gerginliğine etkisinin de göz önüne alınması gerektiğini vurgulamışlardır.

Weinsdörfer ve arkadaşları (1987), çözgü iplik gerilimlerinin ölçüm ve test metotları üzerine araştırma yapmışlardır. Çözgü iplikleri üzerindeki fiziksel etkileri belirlemek için kullanılan yöntemleri şöyle sıralamışlardır.

- 1-Dokumada yapılan işlemlerin analizi için dokuma sırasında ölçümler,
- 2-İplik hasarını saptamak için dokuma öncesi ve sonrası çözgü iplikleri üzerindeki testler,

3-Analog test sonuçlarından ilgili bağıntıların hesaplanmasında uygun metotların değerlendirilmesidir.

Egbers ve arkadaşları (1985), dokuma dairelerinde iplik kopuşlarından dolayı ortaya çıkan masrafların bütün çalışma kademelerindeki toplam kopuşların meydana getirdiği masrafların %70' i ile en büyük kısmı oluşturduğunu, iplik kopuşlarını azaltma tedbirleri yönünden ipliğin dokumada zorlanmasının azaltılmasını, kaliteli bir ipliğin dokuma makinesinde kötü bir ayara dayanabildiğini, kalitesi düşük bir iplik için ise çok daha hassas ayar gerektiğini belirtmişlerdir.

Hüttl (1987), çözümlü ipliği kopuş oranları ve yerleri üzerine çalışmıştır. Çözümlü ipliği kopuşlarının üç ayrı bölgede meydana geldiğini bunların tüm duruşlara oranını şu şekilde tespit etmiştir.

- 1-Lameller – tefe vuruş noktası arası (tüm çözümlü duruşlarının %65' i kadar)
- 2-Arka köprü – Lamel arası (tüm çözümlü duruşlarının %25' i kadar)
- 3-Kenar iplikteki kopuşlar (tüm çözümlü duruşlarının %10' u kadar)

Weissenberger (1989), çözümlü ipliklerinin atkı ipliklerine oranla çok daha fazla yüklendiğini, bu nedenle ipliğin dinamik zorlanmalara karşı direncinde haşılın etkisinin önemli olduğunu, yapılan testler sonucu haşılıl penye pamuk ipliğinin ömür eğrisinin haşılısız ipliğe göre yüksek olduğunu ve haşilla dinamik mukavemet karakterinin iyileştirilmesinin sağlandığını belirtmiştir.

Jeddi ve arkadaşları (1999), Hunt tipi mekanik çözümlü salma sistemi ile elektronik kontrollü çözümlü salma sisteminin karşılaştırmasını yapmışlardır. Sonuç olarak elektronik kontrollü çözümlü salma sisteminin çözümlü gerilimi düzensüzlüğünün azalması açısından çok daha iyi sonuçlar verdiğini aynı zamanda dokuma makinesi veriminin ve kumaş kalitesinin daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Kovacevic, Hajdarovic ve Grancaric (2000), pamuk çözümlü ipliklerinin sabit dinamik yük altında yorulma davranışlarını ve gerilme özelliklerini incelemişlerdir. İpliğin temel mekanik özelliklerinin tespit edilebilmesi için lif özellikleri ve uzunluk

dağılımının bilinmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada birinci aşamada lif uzunluk dağılımının değişik çekme oranlarında iplik özelliklerine etkisini; ikinci aşamada ise, %100 pamuk ipliklerinin yorulma davranışlarını incelemişlerdir. Lif uzunluğunun ve uzunluk dağılımının uzama gerilmesi üzerine etkisini açıkça tespit etmişlerdir. Fakat gerginlik oranı iplik numaralarının özelliklerinin belirlenmesinde etkisi yoktur. Pamuk ipliğinin özellikleri numara ve lif özelliklerinden etkilendiği sonucuna varmışlardır.

Özkan (1999), dokuma makinelerinde elektronik çözgü salma mekanizmalarının matematiksel analizini yapmıştır. Bunun için Borland C bilgisayar programlama dilinde yazılan bir programla çözgü geriliminin istenen değere geçişi ve dokuma süresince davranışı gözlenmiştir. Elde edilen çözgü gerilimi davranışları ile matematiksel analiz yapmıştır.

Demir ve Günay (1997), dokuma makinelerinde dokuma sırasında hem atkı sıklığının hem de çözgü gerilimi değişiminin daha az olması için çözgü salma sistemini bilgisayar aracılığı ile servo motorla kontrol etmişlerdir. Böylece dokuma sırasında meydana gelen çözgü gerilimi değişimlerinin giderilmesini amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda çözgü geriliminin levent çapının değişimi ile çok az arttığını tespit etmişlerdir.

Gahide (2001), dokuma makinelerinde mikro cihazlar kullanarak dokuma sırasında çözgü geriliminin ölçülmesi ve Labview programı kullanarak gerçek zamanlı olarak çözgü gerilimini ekranda görüntülemişlerdir. Bu sayede çözgü gerilimindeki değişimler gerçek zamanlı olarak görülebilmektedir. Aynı zamanda örgü tipinden kaynaklanan çözgü iplikleri arasındaki gerginlik farkını tespit ederek örgü tipinin çözgü gerilimi üzerine etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda örgüde atlamaların fazla olduğu çözgü ipliğinin atlamaların az olduğu çözgü ipliğine göre daha düşük gerilime sahip olduğunu tespit etmiştir.

Bedini ve Taglia (1979), mekanik kesiksiz çözgü salma mekanizmasının matematiksel modelini oluşturarak lineer olmayan durumlar için çözgü salma sisteminin kontrolü üzerine çalışmıştır. Burada amaç çözgü gerginliğini sabit tutmak

olup levendın açısıl hızı arka köprü ile kontrol edilmiştir. Dokuma işlemleri sırasında levent çapı azalırken arka köprü saat ibrelerinin tersi yönde hareket etmekte ve levent tamamen boşaldığında arka köprünün pozisyonu dokuma başlangıcındaki pozisyonuna göre belli bir miktar sapma göstermektedir. Kontrol sistemine ait matematiksel denklemler lineer olmayan denklemler içerdiğinden çözüm bilgisayar ortamında simülasyon yöntemi kullanılarak ve gerginlik kontrol sisteminin değişken parametrelerinin etkilerini ve değişik materyallerle dokuma sırasındaki sonuçları hemen görmek mümkün olmuştur.

Bedini ve Taglia, simülasyon sonucunda, dokuma işlemleri boyunca elde edilen gerginlik değişiminin deneysel verilerle uygun olduğunu gözlemişlerdir. Fakat arka köprünün yatayla yaptığı açı azaldıkça çözgü ipliği üzerindeki gerginlik dalgalanmalarının arttığı görülmüştür. Arka köprü yayının elastik sabiti artırıldığında kararsızlığın azalmasına karşın gerginlik değerinin oldukça yükseldiği elastik sabitin küçük olması durumunda ise sistemin kararsız çalıştığını gözlemişlerdir. Dokuma sırasında çözgü geriliminin azaltılması için arka köprü ile çözgü levendi arasındaki çözgü ipliklerinin düşeyle yaptığı açının sabit tutulması gerektiğini belirtmişlerdir. Bunun için arka köprü ile çözgü iplikleri arasında ilave bir silindir yerleştirmişlerdir. Yapılan deneylerde çözgü ipliğinde meydana gelen gerginlik artışının azaldığını tespit etmişlerdir.

2.4 Tekstil Proseslerinde Yapay Zeka Yöntemleri İle Yapılan Kontrol İşlemleri İle İlgili Literatür İncelemesi

Wu ve Chang (2003), tekstil materyallerinin boyanması sırasında hatalı boyamaların azaltılması ve boyama işleminin optimizasyonu için bir metot üzerine çalışmışlardır. Metot zamanla hataların azaltılmasını amaçlamaktadır. Aynı zamanda lineer olmayan değişim durumunda da Genetik Algoritmadan yararlanarak değişik optimizasyon adımlarında optimum kararın verilmesinin yanında, bu metot ve programın tekstil boya firmalarında kullanılabilir olması da amaçlanmıştır. Sonuç olarak üretim planlaması ve yönetimi için uygulanabilir bir program olduğunu ispatlamışlardır.

Çok uzun dönemde endüstride stratejik planlama ve çok karmaşık yönetimler arası ilişki kurabilen bir optimizasyon olarak iddialı bir program olarak görülmektedir.

Sette ve Van Langenhove (2002), liften ipliğe kadar olan işlemler sırasında istenen iplik kalitesi ve en uygun iplik fiyatının elde edilmesinin çok önemli olduğunu belirtmiştir. Bunun için S. Sette ve L. Van Langenhove liften ipliğe kadar olan kısımda Genetik Algoritma ve “Yapay Sinir Ağı” temelli bir optimizasyon modeli kurmuşlardır. Bu modelde lif özellikleri ve makine parametreleri giriş fonksiyonlarını iplik mukavemeti ve iplik elastikiyeti çıkış fonksiyonları olarak ele almışlardır. Kurulan model en iyi iplik kalitesi için lif kalitelerinin karışım oranlarının optimizasyonunda kullanılmıştır. Sonuç olarak makine parametreleri ve karışım oranlarının ayarı ile iplik kalitesi-fiyat optimizasyonu elde edilmiştir.

Allan, Fotheringham ve Weedall (2002), tek kullanımlık ameliyat elbiselerinin üzerine yapılan plasma kaplama işleminde; gaz konsantrasyonu, güç ve zaman değişkenlerinin, pamuklu materyallerin üzerine püskürtülmeleri sırasında kumaş üzerinden damlaması üzerine deneysel çalışmalar yapmışlardır. Püskürtme işleminin yapılmadan önce özelliklerin tahmin edilebilmesi için bir Neurl Network (Yapay Sinir) ağı kurularak simulasyon işleminin yapılmasını gerçekleştirmişlerdir. Geliştirilen bu model ile en uygun plasma karışımı elde edilmiş ve kumaş üzerine en uygun güçte ve sürede püskürtülmesini sağlanmışlardır.

Sette ve Boullart (2001), son yıllarda genetik algoritma, genetik tabanlı makine öğrenmesi, genetik programlama gibi yapay zeka yöntemlerinin kullanım alanlarının arttığını ifade ederek bu kontrol metotlarının temellerini anlatmışlardır. Daha sonra Tekstil prosesleri üzerinde uygulamışlardır. İplik üretiminde, elyaf özellikleri ile makine özellikleri bilinen bir işlemde yukarıdaki optimizasyon ve kontrol metotları ile öğrenme metotlarını kullanarak işlem sonucu elde edilen iplik özelliklerinin tahmin edilmesi üzerine çalışmışlardır. Elde edilen sonuçlar deneysel değerlerle karşılaştırılmış ve %90’ nın üzerinde bir benzerliğin olduğunu tespit etmişlerdir.

Kim ve Vachtsevanos (2000), tekstil proseslerinde (Çözümlü hazırlama, haşılama ve dokuma) yapay zeka yöntemlerinin kullanılabilirliği üzerinde durmuşlar ve haşıl

makinesinden çıkışta iplik rutubetinin kontrolünü Bulanık mantık, Genetik algoritma, Yapay sinir ağları ve Neuro-Fuzzy yöntemleri kullanarak yapmışlardır. Elde edilen sonuçlarla PID kontrol sonucunda elde ettikleri değerlerle karşılaştırmışlardır. Yapılan karşılaştırma sonucunda geleneksel kontrollere oranla yapay zeka yöntemleri ile yapılan kontrollerin daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Nuttle HLW ve arkadaşları (2000), tekstil endüstrisinde (iplik, dokuma, örme, terbiye dikim ve kesim sektörleri) hedefe ulaşmak için en uygun yolu veren bilgisayar simülasyonunun tanımını ve ayrıntılarını vermişlerdir. İkinci bölümde ise 'Fuzzy' matematik modeli kullanarak belirsiz olan işlemlerde kararın verilmesini ve uygulamasının ayrıntılarını vermişlerdir.

Dean Ethridge ve Reiyau Zhu (1996), iplik üretiminde kullanılan Lif özelliklerinin Tekstil ürünlerinin ve iplik kalitesi üzerine etkisinin tespitinde alternatif bir uygulama olarak Yapay sinir ağları kullanılmıştır. Kurulan ağda Back Propagation yöntemini kullanarak %90' nın üzerinde bir yaklaşımla tahmin etmişlerdir.

Rajasekaran (1997), kumaş hatalarının yapay sinir ağları ile belirlenmesi üzerine çalışmıştır. Yapay sinir ağlarında değişik yöntemler kullanmışlardır. Kurulan yapay sinir ağları ile dört kumaş hatası belirlenmiştir. Bunlar dokuma sırasında oluşan neps, atkı kopması, çözgü kopması ve yağ lekeleridir. Bu çalışma sonucunda uzaktan algılama ile yapay sinir ağı kullanarak dokuma sırasında kumaş hatalarının tespiti yapılmıştır.

Chen, Chun, Yau, Sun ve Wang (1998), tekstil hatalarının tespiti ve sınıflanmasının gerçek zamanlı olarak yapan bir sistem geliştirmişlerdir. Sistem optik olarak bilgilerin alınması esasına dayanmaktadır. Elde edilen veriler yapay sinir ağlarında Back Propagation yöntemiyle hata tespit edilmiş ve sınıflandırılmıştır. Deneysel sonuçlar kurulan ağ sonucunda 12 çeşit hatayı 9 sınıfa ayrılabilceğini göstermiştir.

Shou Tsai ve Ming Chuan Hu (1996), Yapay sinir ağlarının kullanılması ile kumaş hatalarının tespit edebilmek için çalışmışlardır. Shoi Tsai ve Ming Chuan Hu bu çalışmada yapay sinir ağları kullanarak Back Propagation yöntemiyle atkı kaçığı,

çözgü kaçığı, yağ lekesi ve kumaş kopması gibi hataların tespitini yapmışlardır. Uzaktan algılama yöntemine göre hatalar tespit edilip öğrenme ile de tespit edilen hatalar sınıflandırmıştır. Elde edilen hatalar istatistiksel yöntemlerle incelenmiş ve nedenlerine göre hataların oluşmaması için alınabilecek önlemler belirlenmiştir.

Sette ve Boullart (2000), genetik optimizasyonun (GO) ve genetik tabanlı makine öğrenmesi (GTMÖ) yöntemlerinin yeni araştırma alanlarına uygulanması üzerine çalışmışlardır. Daha sonra sınıflama öğrenme sistemleri üzerine çalışarak çok kompleks problemlere genetik tabanlı makine öğrenmesi (GTMÖ) yöntemini uygulamışlardır. Burada amaç endüstride uygulanabilir bir optimizasyon yönteminin elde edilmesidir. Bu amaçla liften ipliğe eğrilebilirlik üzerine çalışmışlardır. Genetik optimizasyon, genetik tabanlı makine öğrenmesi ve sınıflama öğrenme yöntemlerini kullanarak bu problemi başarıyla çözmüşlerdir.

Wu, Fang, Nutte, Wilson ve King (1995), iplik üretiminde yapay sinir ağları ve bulanık mantık kullanarak giriş parametrelerinin çıkış parametrelerine etkisini tahmin etmeye çalışmışlardır. Yani elyaf özellikleri bilinen bir harmandan elde edilen iplik özelliklerinin önceden bilinmesi için bulanık mantık yardımıyla bir yapay sinir ağı kurulmuştur. Bu ağ sayesinde öğrenme gerçekleştirilmiş ve elyaf özellikleri bilinen harmanlardan elde edilecek olan iplik özellikleri %90' ın üzerinde tahmin edebilmişlerdir.

Tsai, Chuan ve Lin (1995), yapay sinir ağları kullanarak kumaş hatalarının tespitini ve sınıflandırılması üzerine çalışmışlardır. Dört çeşit hatanın tespitini yapay sinir ağları kullanarak öğrenen bir ağ kurmuşlardır. Hataların tespitinde uzaktan algılama metodunu kullanmışlardır. Sonuçlar kumaş hatalarının uzaktan algılama metoduna göre yapay sinir ağları kullanarak uygulamasının yapıldığını göstermektedir.

Choi, Jeong, Kim, Jaung and Kim (2001), kumaş hatalarının tespitinde yeni bir yöntem kullanmışlardır. Bu yöntem, bulanık girişimli kuralların ve üyelik fonksiyonlarının yapay sinir ağlarında uygulanması esasına dayanmaktadır. Bu metotla kumaş hatalarının tespitinde güvenilir bir yöntem elde etmişlerdir. Bu

uygulamanın deneysel sonuçları, insanın gözle yapmış olduğu tespitlerle karşılaştırılabilir olduğunu göstermiştir.

Chang ve Wen, 2001, tekstil endüstrisinde boyama sanayinde boyama kalitesini çok etkileyen Ph seviyesinin kontrolü tamamen PID kontrol ile yapılmaktadır. Fakat buradaki problem karmaşık olduğu için PID kontrol proseslerde devamlılığı istenen seviyede sağlayamamaktadır. Konvansiyonel kontrolde elde edilen hata için üretilen kazancın Ph seviyesine kontrolde yetersiz kalmaktadır Bundan dolayı elde edilen kazanç Fuzzy kural tabanını kullanarak oluşturulan yeni algoritma ile yapılan bulanık mantık kontrolü ile istenen Ph seviyesinin tutturularak Ph seviyesinin sabit kaldığını yaptıkları deneylerde tespit etmişlerdir.

Seliger ve Stephan (1998), konfeksiyon, ev tekstili ve teknik tekstillerde çok önemli olan dikişin kontrolü ve dikiş kalitesinin sağlanması için yapay sinir ağları ve bulanık mantık kullanmıştır. Çok farklı kumaş tipleri ve dikiş tipleri için en uygun ilerleme hızının tespitini ve dikiş makinesinin kontrolünü Neuro-Fuzzy kontrol yöntemiyle yapmışlardır. Çalışma sonucunda geliştirilen kontrol yöntemiyle dikiş sırasında yumuşak olan tekstil yüzeyinin (kumaşın) kontrolü, taşınması ve dikişin gerçekleştirilmesi işlemini elle yapılan kadar hassas ve iyi yapan bir kontrol stratejisi geliştirmişlerdir.

Kim ve Cho (2000), yapay zeka yöntemlerini kullanarak kişilerin zevklerine göre moda geliştirmeye çalışmışlardır. Geliştirilecek olan modeli üç parçada incelemişlerdir. Bunlar, yaka ve vücut, kollar ve etektir. Bu üç kısımda kişinin tercihine göre interaktif genetik algoritma kullanarak moda ve model geliştirmeye imkan tanıyan bir yöntem geliştirmişlerdir.

Bahlman, Hiedemann ve Ritter (1999), konfeksiyon üretiminde daha düşük maliyet ve kalite kontrolün belli bir standarda oturtulabilmesi için tekstil dikişlerinin kalite kontrolünün otomatik hale getirilmesini amaçlamışlardır. Bunun için Yapay Sinir ağından yararlanarak uzaktan algılama yöntemi ile hatalı dikişlerin daha kısa sürede tespitini yaparak maliyetin düşürülmesine ve kalitenin yükseltilmesini sağlamışlardır.

Adanur, Gowayed ve Thomas (1996), genelde en çok kullanılan kumaş özelliklerinin belirlenmesi üzerine çalışmışlardır. Bu özellikler gerilim, bükülme, çekme ve yüzey özellikleridir. Çözümlü gerilimin üretim ve kaliteye etkileyen bir özellik olduğunu belirterek üretim sırasında çok yüksek ve çok düşük iplik gerilimlerinin kumaşta hatalara neden olduğunu belirtmişlerdir. Dokumada iplik gerilimi ölçümü birkaç yolla yapılabilmektedir. Bu kontrollerin en önemlisi bilgisayar destekli on-line olarak iplik ve kumaş özelliklerinin dijital kameralar yardımıyla belirlenmesidir. S. Adanur ve arkadaşları iplik ve kumaş özelliklerini uzaktan algılama yöntemiyle tespit etmişlerdir.

Vachtsevanos, Dorrits, Kim ve Kumar (1993), dokuma sırasında daha az kopma oluşabilmesi için dokuma hazırlıkta çözgü ipliklerinin haşılmasının önemli olduğunu ve haşıl makinesinden çıkışta iplik rutubetinin çok önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bunun için iplik gerilimini, iplik rutubetini, kurutma silindiri çapı ve iplik ilerleme hızının kontrolünü Bulanık Mantık kullanarak yapmışlar ve simülasyonla çözmüşlerdir. Elde edilen sonuçlar PID kontrolden elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında Bulanık Mantıkla yapılan kontrolde istenen özelliklerin çok daha iyi olarak elde edildiğini tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Kullanılan Materyaller ve Deney Düzenegi

Bu bölümde deneylerde kullanılan materyaller, deney düzenegi ve deneyde kullanılan kontrol uygulamaları iki ana başlık altında anlatılmıştır.

3.1.1 Deneyde Kullanılan Materyaller

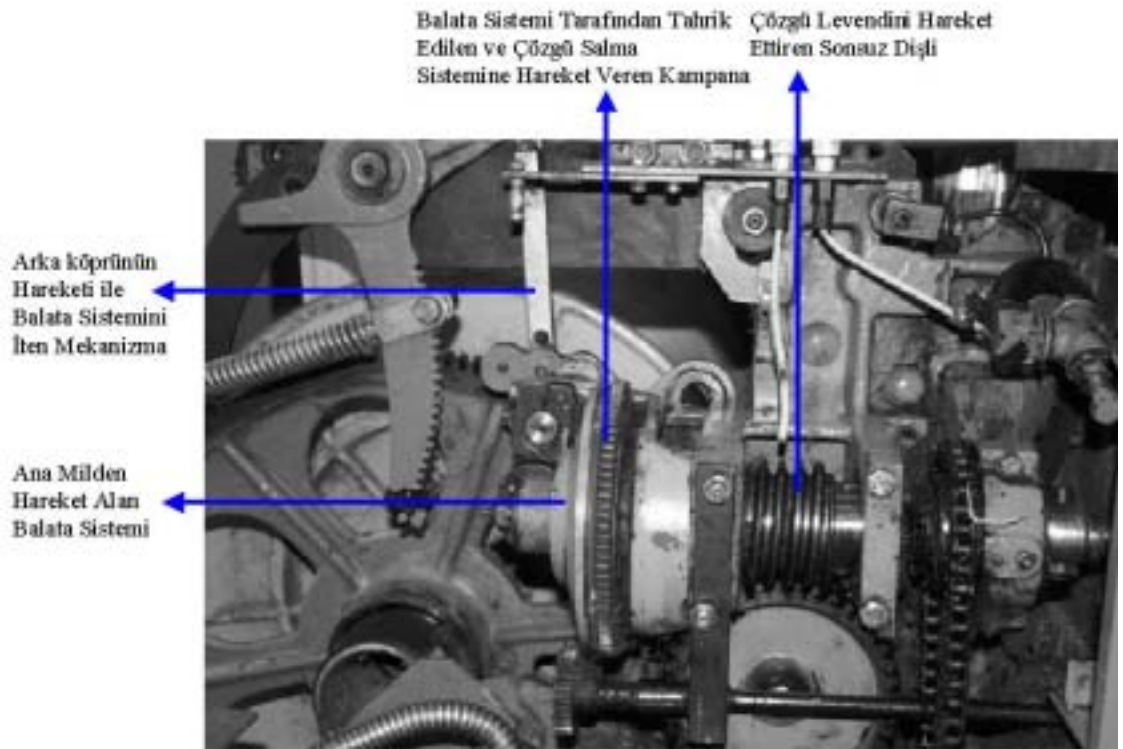
Deneylerin yapılabilmesi için hava jetli-kancalı dokuma makinesi (ATPR, 1993 model), çözgü ipliği üzerinde oluşan gerginlik değişimini ölçmek için gerilim ölçer (hareket sensörü ve SDL), artımlı enkoder, veri toplama kartı ve çözgü levendinin doğrudan denetlenebilmesi için servo motor ve sürücüsü (1 adet) kullanılan materyallerdir. Aşağıda bu materyaller hakkında detaylı bilgiler verilmiştir.

3.1.1.1 Dokuma Makinesi ve Çözgü İpliği

Bu çalışma kapsamında yapılan deneylerde dar en dokuma yapan (100 cm) ve 350 dev/dak hızla çalışan hava jetli-kancalı dokuma makinesi kullanılmıştır (şekil 3.1). Dokuma makinesi orijinal olarak mekanik yarı pozitif çözgü salma sistemine sahiptir. Bu tip çözgü salma sistemlerinde çözgü geriliminin artması ile hareket eden arka köprü, çözgü salma sisteminin ana mil ile temasını sağlayarak çözgü levendinin döndürülmesini sağlamaktadır. Bu temas ve salma işlemi sırasında hareketini ana milden alan balata sistemi yardımıyla çözgü levendi hareket ettirilmektedir (şekil 3.2).

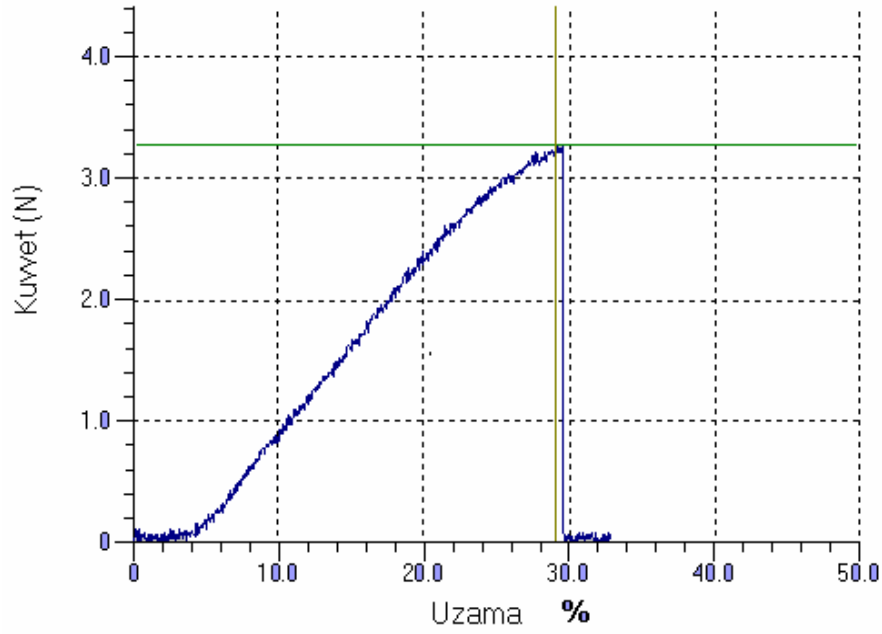


Şekil 3.1. Deneyde kullanılan Dokuma Makinesi



Şekil 3.2. Deneyde Kullanılan Dokuma Makinesinin Çözgü Salma Sistemi

Kullanılan dokuma makinesinde çözümlü ipliği sıklığı:25 tel/cm, atkı ipliği sıklığı:20 tel/cm dir. Çözümlü ipliği olarak 70 denye (32 filaman) polyester, atkı ipliği olarak 24/2 Ne Pamuk ipliği kullanılmıştır. Çözümlü ipliği kuvvet-uzama eğrisi ASTM D 2256 (çene mesafesi:250 mm, çekme hızı:20 mm/sn) standardına göre ölçülmüş ve ölçüm sonuçlarında elde edilen kuvvet-uzama grafiği şekil 3.3’ de verilmiştir. Çözümlü ipliğinin kopma uzaması %30, kopma kuvveti ise 3,3 N olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.3. Çözümlü İpliği Kuvvet-Uzama Grafiği

3.1.1.2 Servo Motor ve Sürücüsü

Çözümlü gerilimi kontrolü için küçük zaman aralıklarında sistemde istenen ayarları yapmak, istenen çözümlü geriliminin elde edilmesi açısından çok önemlidir. Bu gibi durumlarda hızın çok kısa sürede artırılması, frenlenerek düşürülmesi ve yön değiştirilmesi istenir. Böyle durumlarda servo motor kullanılarak sisteme istenen dinamiklik kazandırılır. Fırçasız AC servo motorlar ani hızlanma ve yavaşlama işlemlerini yapılarından kaynaklanan nedenlerden dolayı çok rahat gerçekleştirebilen motorlardır. Motor karakteristik sınırları içerisinde ani hızlanma ve yavaşlama esnasında momentlerinde herhangi bir kayıp olmamasından dolayı hassas ve ani kontrollerde tercih edilmektedirler. Bu çalışmada, çözümlü geriliminde meydana gelen

küçük değişimlere ani cevap verebilen çok amaçlı servo motor ve sürücüsü kullanılmıştır (şekil 3.4).

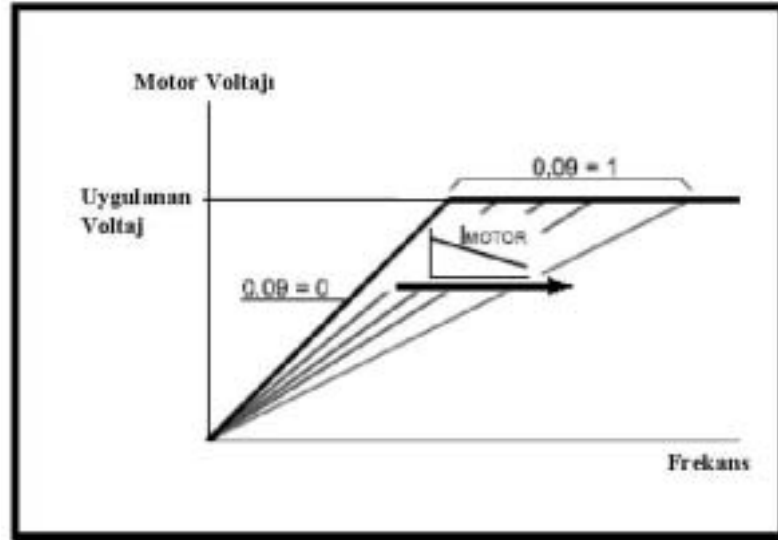
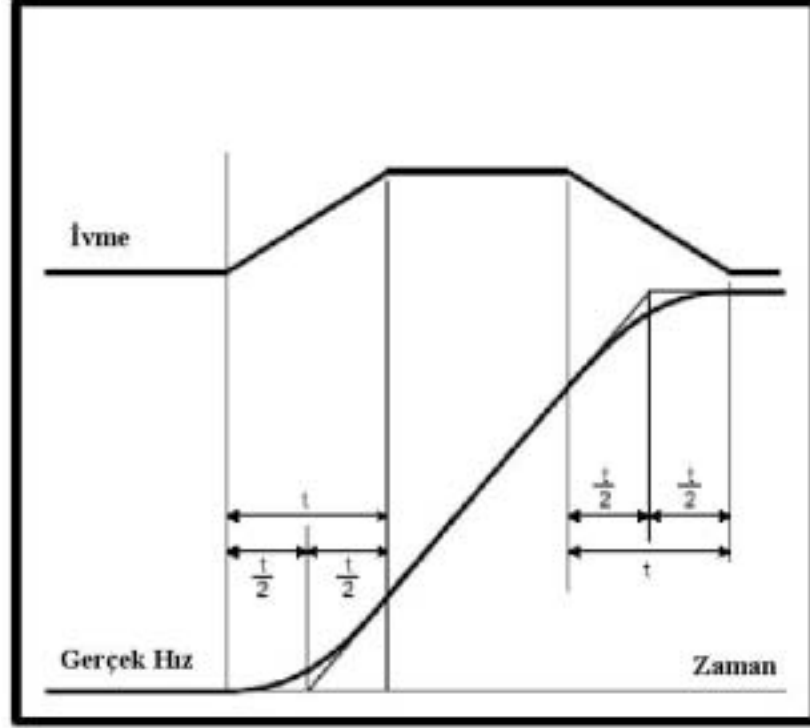


Şekil 3.4 Servo Motor ve Sürücüsü

Her motorun kendine has hız, ivme, frekans, voltaj ve moment karakteristikleri vardır. Bu çalışmada kullanılan motorun karakteristikleri şekil 3.5 ve şekil 3.6' da verilmiştir.

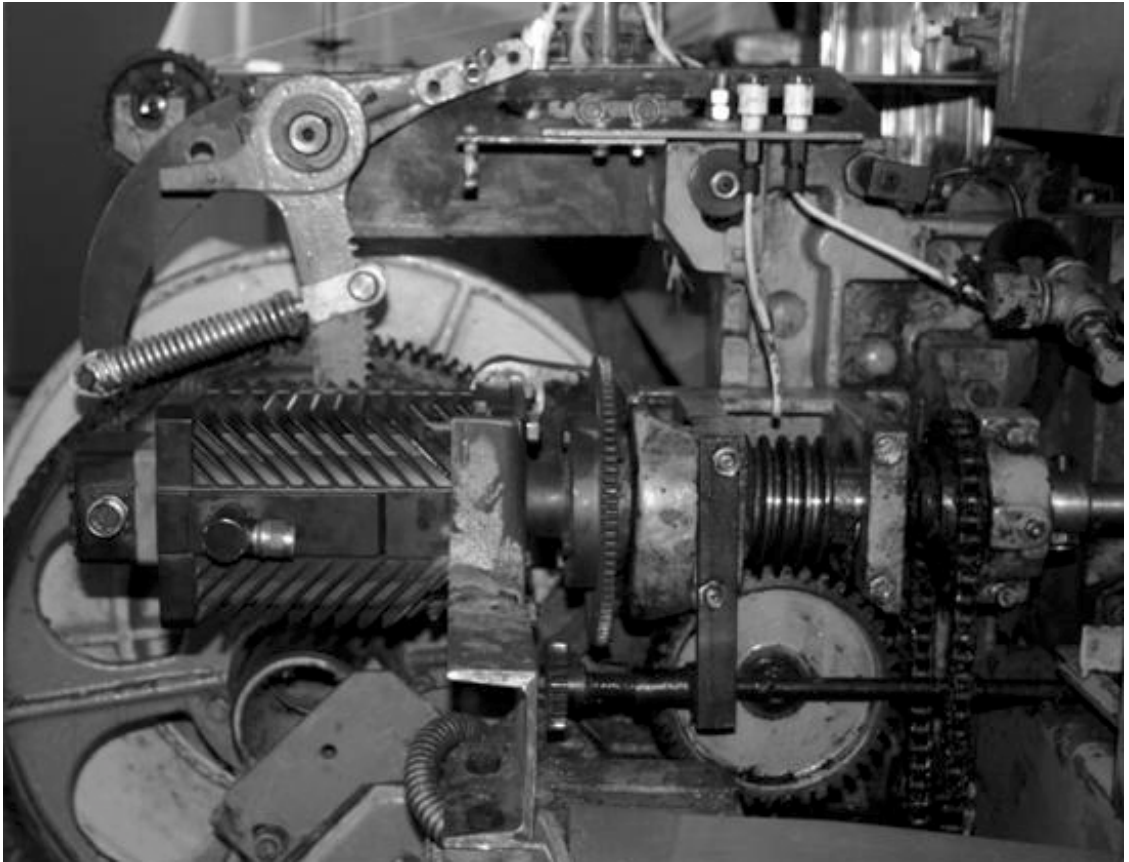
Kullanılan Motor ve Sürücünün özellikleri aşağıdadır.

Maksimum hız	: 3000 dev/dak.
Devamlı Moment	: 12.2 Nm
Devamlı Güç	: 3.82 kW
Kontrol Gerilimi	:-10 Volt, +10 Volt



Ana mile bağlı olan çözümlü salma ünitesi çözümlü geriliminin artması ile arka köprü aşağıya doğru hareket ederek çözümlü salma sistemini tahrik etmektedir. Çözümlü gerginliğinin yüksekliği arka köprünün hareket miktarını, arka köprünün hareket miktarı çözümlü salma sisteminin ana mil ile olan temas süresini çözümlü salma sistemi mekanizmasından dolayı doğrudan belirlemektedir. Böylece çözümlü gerilimi çözümlü

salma miktarını belirleyen tek faktör olmaktadır. Bu çalışmada çözümlü salma sisteminin ana mil ile olan bağlantısı kesilerek servo motor monte edilmiştir. Dokuma makinesinin şasisine monte edilen bir taşıyıcıya bağlanan servo motor çözümlü geriliminin artmasına bağlı olarak bilgisayardan gönderilen kontrol sinyali ile çözümlü levendini gerektiği kadar döndürmektedir. Böylece çok kısa zaman aralıklarında ve çok hızlı olarak çözümlü salma hareketi gerçekleştirilmektedir. Dokuma makinesine bağlanan servo motorun montajı ve yeri şekil 3.7' de görülmektedir.

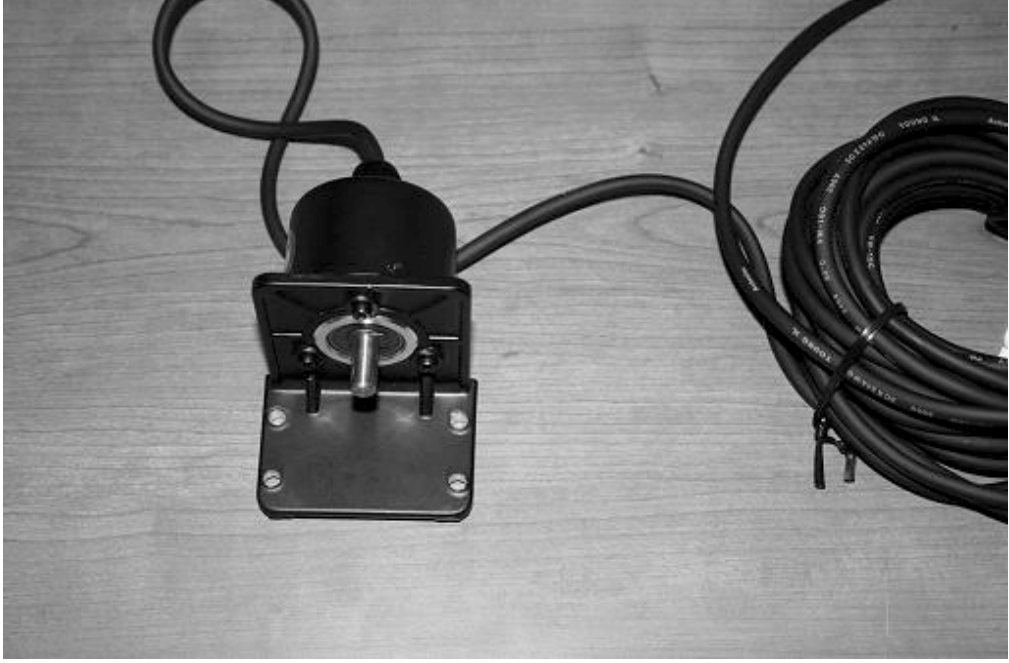


Şekil 3.7 Servo Motorun Montajı

3.1.1.3 Enkoder

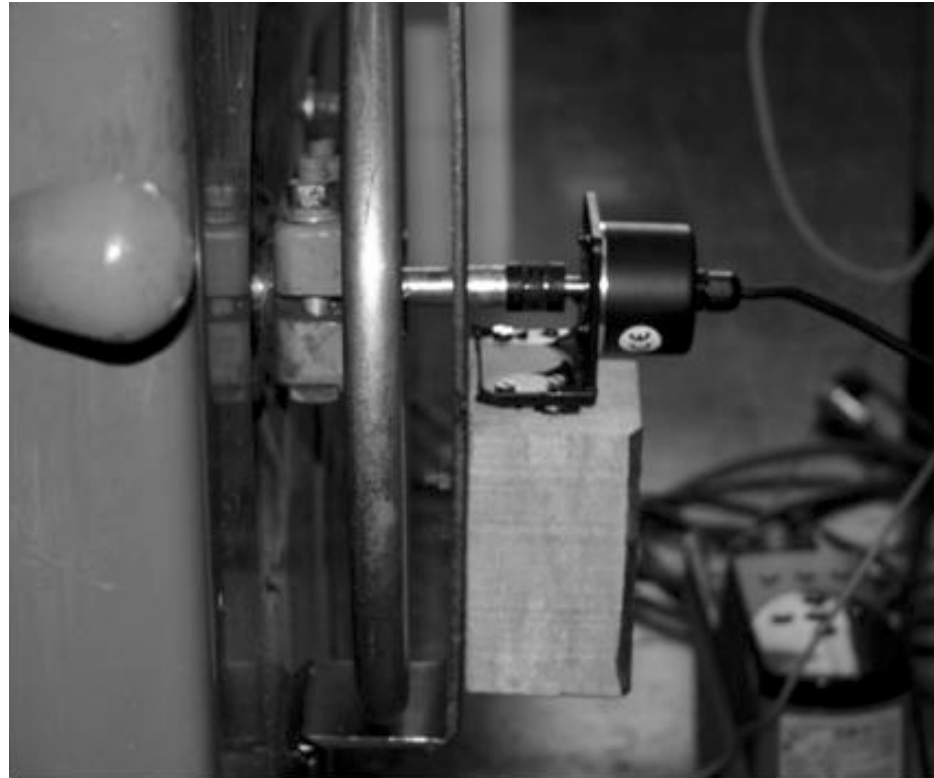
Dokuma makinesinin ana mili ile çözümlü salma mekanizması arasındaki senkronizasyonun sağlanması için ana milin konumunun belirlenmesinde Enkoder kullanılmıştır. Ana mil konumu ve açısının belirlenmesi için ana mil devri 360 eşit parçaya bölünmüştür. Böylece ana milin her bir devrinde 1' er derecelik zaman

aralığında analog sinyaller veri toplama kartına dolayısıyla çözgü gerilimi kontrol programına gönderilmektedir. Kullanılan artımlı enkoder şekil 3.8’ de görülmektedir.



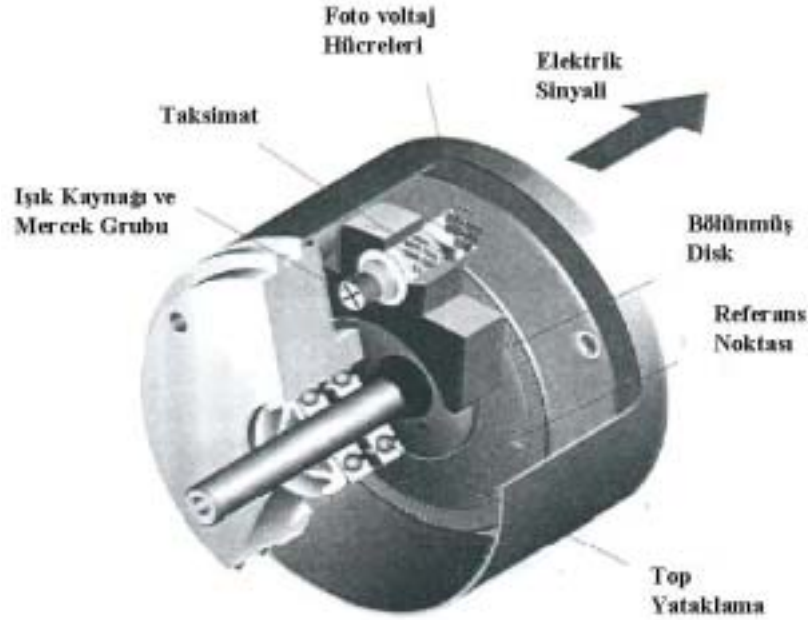
Şekil 3.8 Artımlı Enkoder

Dokuma makinesinin şasisine hareketli bir metal enkoder şasisi monte edilmiştir. Metal şasiye monte edilen enkoder milinin sağlıklı çalışabilmesi ve daha uzun ömürlü olabilmesi için ana mil ile tam olarak merkezlenebilmesi gerekir. Metal şasi aşağı-yukarı ve sağa-sola doğru hareket ettirilerek ana mil ile enkoder mili tam olarak merkezlendikten sonra sabitlenmiştir. Ayrıca enkoderin statik elektriklenmelerden etkilenmemesi için enkoder-metal parça arasına yalıtkan bir (ahşap) parça ilave edilmiştir. Enkoder mili ile ana mil arasında hassas bir bağlantı kurularak ana milin her devrine karşılık enkoderinde bir devir dönmesi sağlanmıştır. Ana milin konumunu algılamak için kullanılan artımlı enkoderin dokuma makinesine bağlantı şekli ve yeri şekil 3.9’ da görülmektedir.



Şekil 3.9 Artımlı Enkoderin Montajı

Döner enkoderler fotoelektriğe dayalı tarama prensibi ile çalışır. Artırımlı enkoderin kesiti şekil 3.10’ da görülmektedir. Ölçme belirli bir standartta bölünmüş disk üzerinden yapılır. Disk üzerinde dairesel olarak dağılan taksimat çizgileri ve boşlukları vardır. Koyu tonlu bu çizgiler ile boşluklar aynı genişliktedirler. Çizgiler arkasını göstermeyecek şekilde koyu, boşluklar ise şeffaf olacak şekilde özel bir cam alaşım üzerine yerleşmişlerdir (Babaoğlu, 2002). Diskin yüzeylerinden birinde ışık kaynağı, diğer yüzeyinde ise iki ışık detektörü vardır. Işık kaynağı ve arada kullanılan bir mercek grubu ile ışık bölünmüş diske düşürülerek detektörler tarafından algılanması sağlanır.



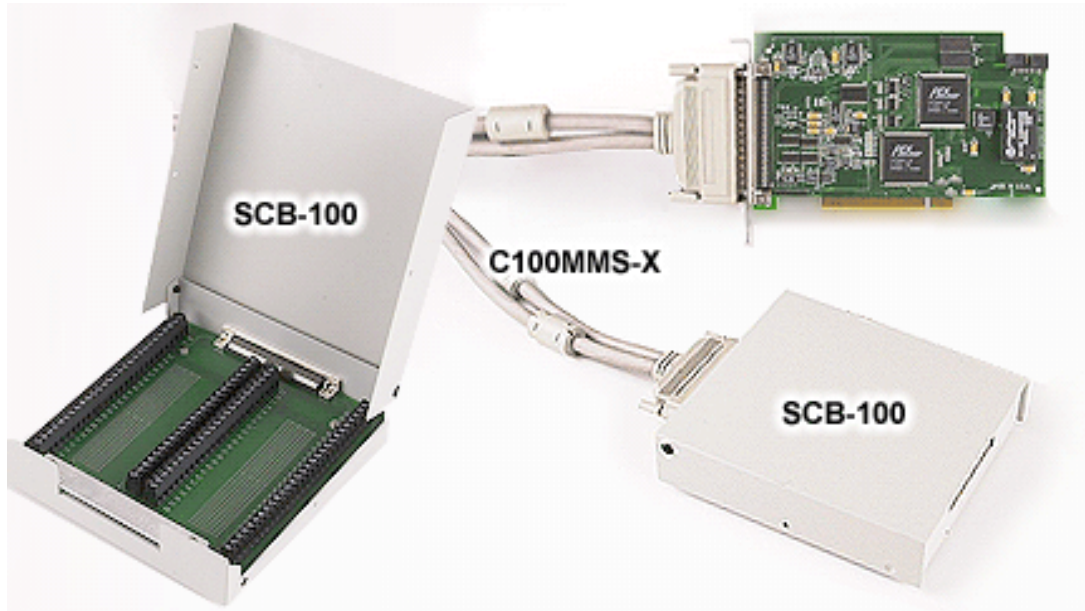
Şekil 3.10 Artırımlı (Incremental) enkoderin kesiti (Babaoğlu, 2002)

Bu disk taksimatları dışında bölüm dairelerinin alt kısmında referans konum işareti taşımaktadır. Detektörlerin yeri önemlidir. Biri karanlıktan ışığa geçişi okurken, diğeri değişimi algılayamaz. Yapısından dolayı iki detektör her bölmedeki dört değişimi verir ve her değişim milin açısal pozisyonunu gösterir. Değişimlerin sayılmasıyla çizgi sayısı dört ile çarpılır. İki detektör, bağıl konumun dönme yönünü algılamakta da önemlidir. Bir detektör değişimi algılayırken diğeri sabit kalarak yön değişimini çözmektedir. Bir yön beyazdan siyaha diğeri yön siyahtan beyaza olarak algılanır. Genelde detektörlerden birinin çıkışı A diğeri çıkışı B kanalı olarak

tanımlanır. A kanalı B kanalına saat yönünde yol gösteriyorsa yani enkoder mili saat yönünde döndüğünde A B' den önce açılır ve A B' den önce kapanır. Her iki kanaldaki değişimler dijital sayıcı tarafından sayılır. İstendiğinde bir Z kanalı ile bir referans noktası da tanımlanabilir.

3.1.1.4 Veri Toplama Kartı

Hareket sensöründen ve enkoderden elde edilen analog verilerin sayısallaştırılarak doğrudan bilgisayara gönderilmesini ve servo motor kontrolü için sayısal sinyalin kontrol sistemine gönderilmesi için (Measurement Computing firmasının) PCI-DAS6071 model veri toplama kartı kullanılmıştır. Veri toplama kartının hızı 1.2 Mhz dir. Dijital ve analog sinyallerin hem alınması hem gönderilmesi mümkün olan kartta 16 sayısal 60 analog kanal bulunmaktadır. (şekil 3.11).



Şekil 3.11 Veri Toplama Kartı ve Bağlantı Aparatları (PCI-DAS6071)

3.1.1.5 Gerilim Ölçer (Electronic Yarn Tension Meter)

Dokuma makinesi çalışır durumda iken çözgü iplikleri üzerinde oluşan gerginlik değerinin tespitinde kullanılmıştır (şekil 3.12). Gerilim ölçer 0-200 cN veya 0-400 cN aralığında ölçüm yaparak ölçüm değerlerini yazılım ve ara bağlantı kablosu (RS232) yardımıyla bir dakika süresinde bilgisayara kaydetme özelliğine sahiptir.

Ölçüm hassasiyeti 1 cN' dur. Cihazın ölçüm kafası biri (ortadaki) hareketli diğerleri sabit olacak şekilde üç adet pinden oluşur. İpliğin pinlere temas ettiği bölümler döner kafaya sahip olduğu için sürtünmeden dolayı ilave bir gerginliğin oluşması söz konusu değildir. Çözü gerginliğini ölçümü, gerilim ölçer çözü ipliklerine dik ve çözü seviyesinin hemen üzerinde elle sabit tutularak gerçekleştirilir. Üç pinin arasından geçirilen çözü ipliğinin gerginliğinin değişmesi ile hareketli pine bağlı yük hücresi yardımıyla gerginlik değişimi algılanır. Böylece çözü ipliğinde meydana gelen gerginlik sayısal olarak cihazın LCD ekranında görülür.



Şekil 3.12 Gerilim Ölçer

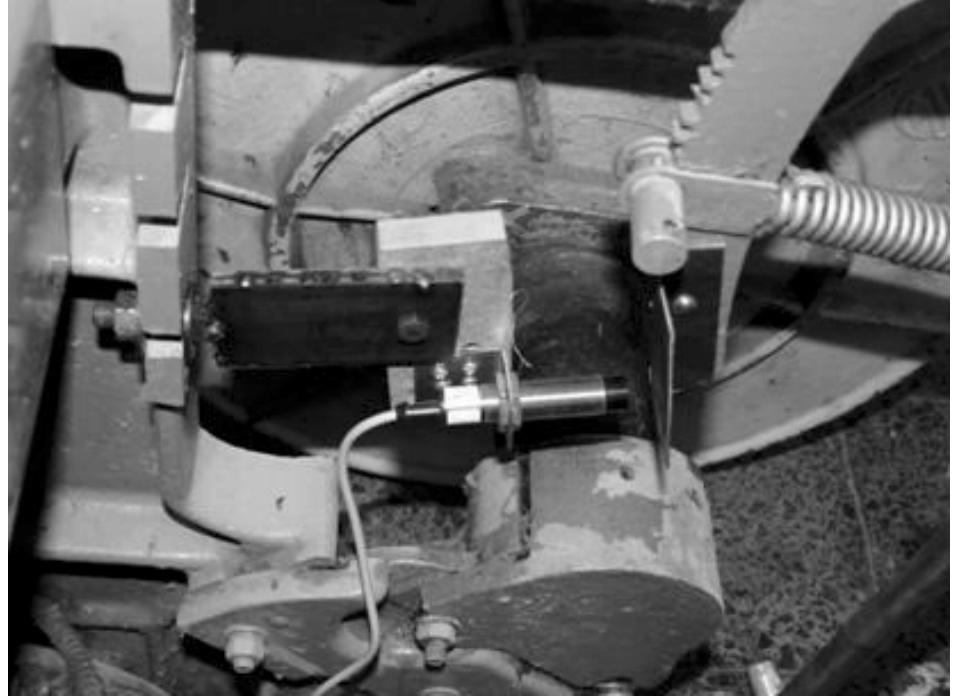
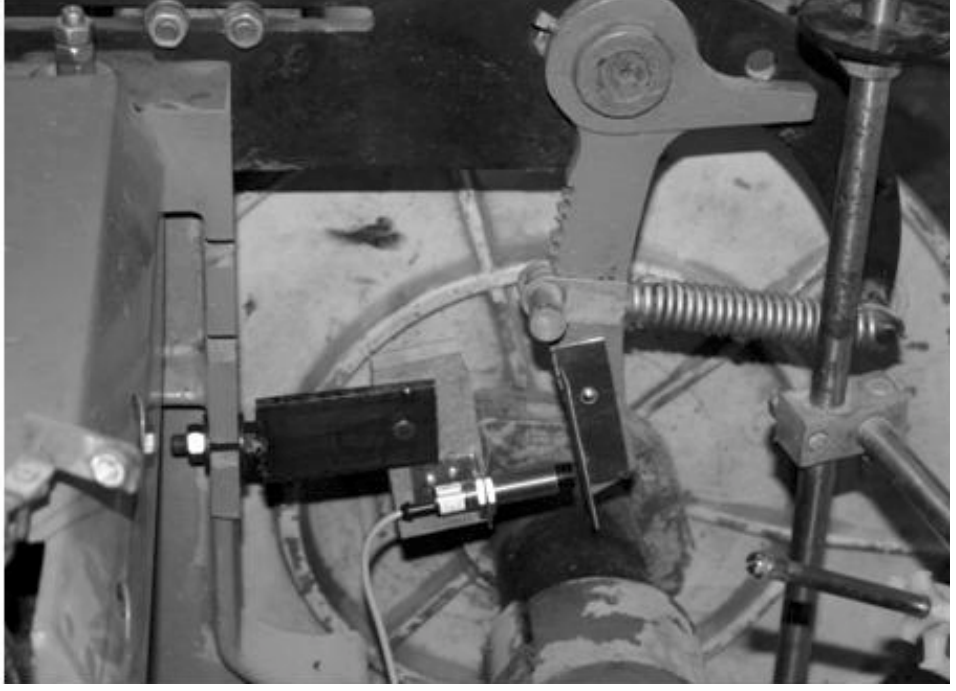
3.1.1.6 Hareket Sensörü

Dokuma işleminde tefeleme ve ağızlık açma hareketleri sırasında çözü ipliğinde meydana gelen gerginlik artışının bir miktar telafi edilebilmesi için, arka köprü bir yay kuvvetine karşı hareket edebilmektedir. Arka köprünün hareketinin ölçülmesi ile çözü gerilimi belirlenebilmektedir. Bu çalışmada arka köprü hareketinin algılanması için hareket sensörü kullanılmıştır. Hareket sensörü (indüktif B18/50T-0/3) 0-5 mm ölçü aralığına ve 2.4 Khz veri okuma hızına (saniyede 2400 veri okuma kapasitesine) sahiptir (şekil 3.13).



Şekil 3.13 Hareket sensörü (Selet B18/50T-0/3)

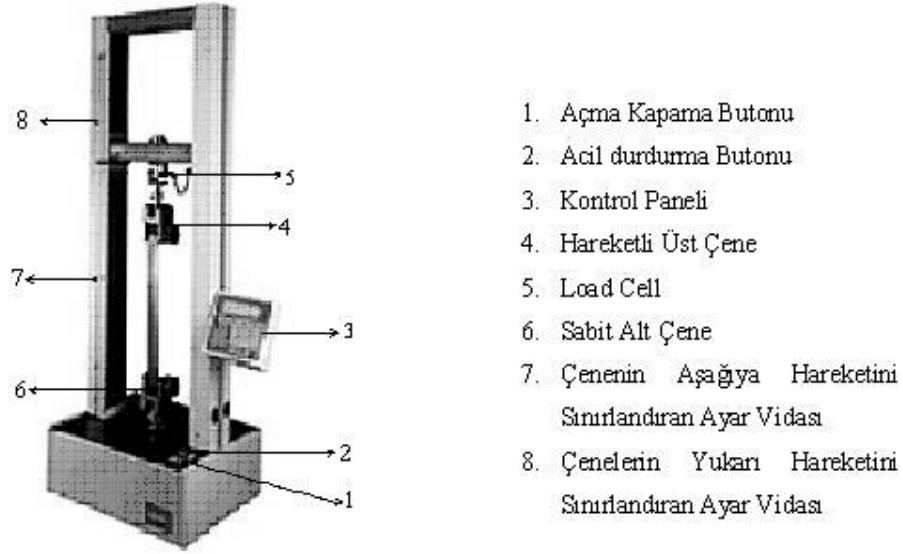
Hareket sensörü, dokuma makinesinin arka köprü hareketini en hassas şekilde algılayabilmesi için hareket sensörünün ölçüm aralığı (0-5mm) içerisinde en uygun yer olan arka köprü yayının bağlandığı kolun en aşağısına monte edilmiştir. Montaj sensörün aşağı-yukarı ve sağa-sola hareket edebileceği şekilde yapılmıştır. Sensörün algılama aralığında (en fazla 5 mm olduğu yere) düz metal plaka arka köprü üzerine sabitlenmiştir. Böylece minimum ve maksimum çözümlü gerilimi hareket sensörü ölçüm aralığına alınmıştır. Aynı zamanda sensörün dokuma makinesinin gövdesinden kaynaklanan statik elektriklenmelerden etkilenmemesi için sensör-metal parça arasına yalıtkan bir (ahşap) parça ilave edilmiştir. Hareket sensörü arka köprüye bağlı metal parçanın hareket miktarına göre 0.4-4.5 volt arasında bir elektriksel gerilim üretir. Bu sayede çözümlü gerilimi dokuma esnasında çok hassas olarak voltaj cinsinden sürekli tespit edilebilmektedir. Sensörün montajı ve yeri şekil 3.14’ de görülmektedir.



Şekil 3.14 Hareket Sensörünün Montajı

3.1.1.7 Mukavemet Test Cihazı

Kumaşlar Süleyman Demirel Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü laboratuvarında bulunan Lloyd test cihazında atkı ve çözümlü yönünde test edilmiştir. Testlerde kullanılan Lloyd mukavemet test cihazı ve ana bölümleri şekil 3.15’ de görülmektedir. Koparma çenelerine bağlanan yük hücrelerinin değiştirilmesi ile elyaf dahil her türlü kumaşın testi yapılabilir. Bu çalışmada yapılan testler sırasında 5 kN’ luk yük hücresi kullanılmıştır.



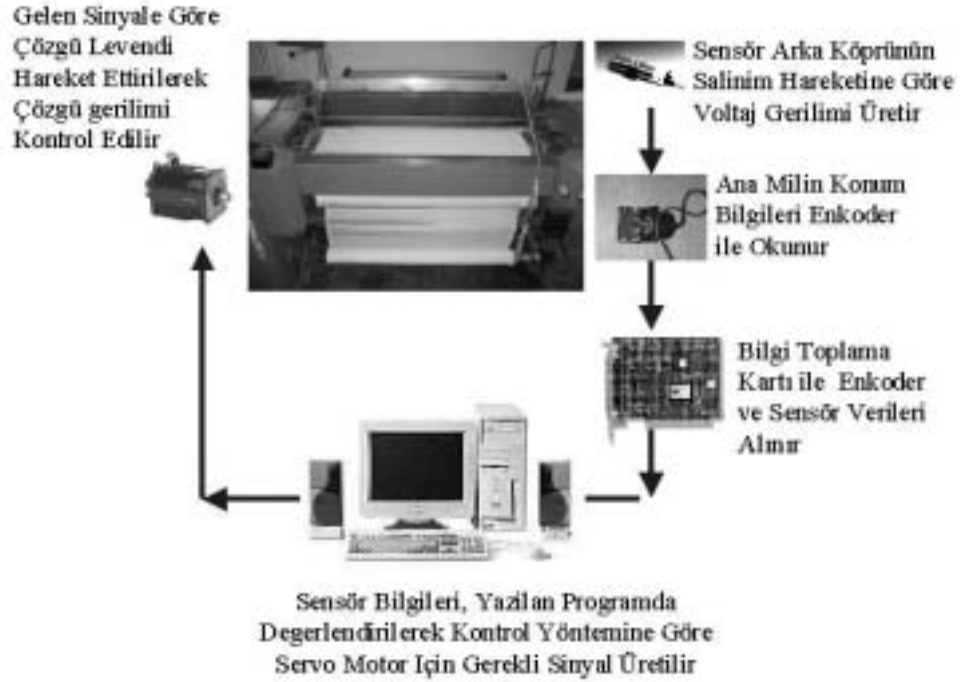
Şekil 3.15 Lloyd Mukavemet Test Cihazı

3.1.2 Deney Düzenegi

Çalışma süresince yapılan deneylerde, dokuma işlemi esnasında gerçek zamanlı çözümlü gerilimi tespiti ve kontrolü yapılmıştır. Kontrol Konvansiyonel, PID, Evrimsel Programlama ve Bulanık Mantık kontrol yöntemleri kullanılarak yapılmış ve çözümlü ipliği üzerinde meydana gelen gerilimler ölçülmüştür.

Çözümlü salma sisteminin kontrolünün bilgisayar aracılığı ile yapılabilmesi için öncelikle çözümlü geriliminin doğrudan yada dolaylı olarak algılanması gerekmektedir. Gerilimin algılanması dokuma makinesi üreticilerinin çoğunluğunun kullandığı gibi arka köprü üzerinden yapılmıştır. Bunun için dokuma makinesinin uygun bir yerine monte edilen hareket sensörü (indüktif sensör) vasıtasıyla arka

köprünün hareketi direk olarak algılanmıştır. Hareket sensörü arka köprünün 0 ile 5 mm arasındaki hareketine karşılık 4.5 ile 0.4 volt arasında elektriksel gerilimi üretmektedir. Bunun yanında ana milin bir devri içerisinde gerçekleşen çözümlü gerilimi değerleri ile referans değerlerinin karşılaştırılabilmesi için doküman makinesinin konum bilgilerini tespit edebilmek ve ana milin bir devrini 360 eşit parçaya ayırabilmek için doküman makinesinin ana miline monte edilen artımlı enkoder birer derecelik zaman aralıklarında veri toplama kartına sinyal göndermektedir. Böylece ana mil bir derecelik açılarla verilerin okunması ve çözümlü levendinin döndürülebilmesi için çok hassas şekilde kontrol edilebilmektedir. Çözümlü gerilimi kontrolü için yapılan deneylerin kontrol şeması şekil 3.16' da görüldüğü gibidir.



Şekil 3.16 Çözümlü Gerilimi Kontrol Şeması

Bu çalışmada çözümlü salma sisteminin kontrolünde çözümlü salma mekanizması için tahrik ve hız kontrol ünitelerinde deneyde kullanılan motor tipine ilişkin bağıntılardan yararlanılmıştır. Kontrol elemanı çıkış sinyali PID, Evrimsel Programlama ve Bulanık mantık kontrol yöntemlerinin prensiplerine göre elde edildikten sonra servo motor sürücüsüne gönderilen kontrol sinyali (voltaj değeri) şu şekilde elde edilir.

$$V = m(t)K_k \quad (\text{Volt})$$

Servo motor sürücüsünden motora gönderilen akımın değeri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$I = (V - E) / R \quad (\text{Amper})$$

Denklemlerde;

K_k : Kontrol sinyalinin kuvvetlendirmek amacıyla kullanılan sabit

E : Motorda indüklenen emk değeri (Volt)

R : Motor direnci (Ohm)

I : Sürücü devresinden geçen akım (Amper)

$m(t)$: Kontrol sinyali

E değeri aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$E = k_m * \omega_1 \quad (\text{Volt})$$

k_m : Kullanılan servo motor moment sabiti

ω_1 : Motorun n. tezgah devrindeki hızı

M_t : Motor tarafından üretilen tahrik momenti

$$M_t = k_m * I \quad (\text{Nm})$$

Motor tarafından üretilen tahrik momenti Nm cinsinden elde edilmiştir. Motorun miline etkiyen yük momenti ise, n. tezgah devri için hesaplanan çözümlü gerginliği (T_n), çözümlü levendinin yarı çapı (r) ve çevrim oranı değerlerine bağlı olarak aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$M_y = (T_n * r) / \text{çevrim oranı} \quad (\text{Nm})$$

Yeni durumda ise motorun hızı ise aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$M_t - M_y = I_{eyl} * d\omega / dt$$

Tahrik ve yük momentlerinin sabit değerler olması durumunda motor hızı;

$$\omega_1 = \omega_0 + ((M_t - M_y * t) / I_{eyl}) \quad (\text{Hughes 1990})$$

elde edilir. Bu denklemin elde edilmesinde motordan levent miline hareket iletiminin elastikiyeti ve yataklardaki sürtünmeler küçük olduğu için ihmal edilmiştir.

ω_0 : Motorun (n-1). tezgah devrine ait açısal hızı (rad/sn)

I_{eyl} : Çözümlü salma sisteminin motor miline indirgenmiş eylemsizlik momenti değeri (kgm^2)

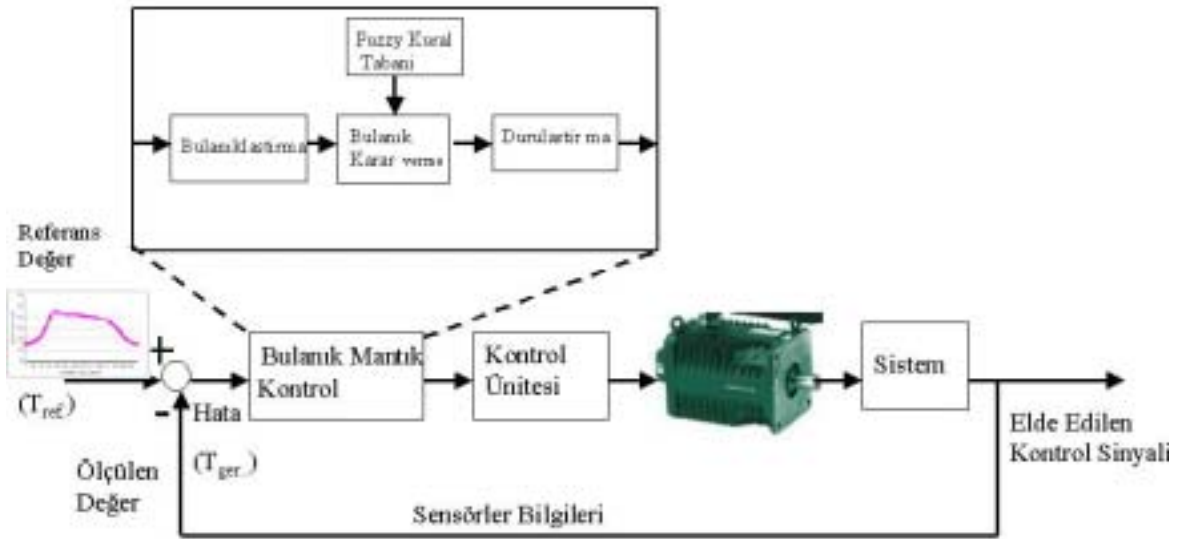
t : Bir tezgah devri için geçen süre (sn)

Böylece kontrol elemanı çıkış sinyalindeki değişim çözümlü salma ünitesini tahrik eden servo motorun hızının artmasını veya azalmasını sağlamaktadır. Buna bağlı olarak çözümlü levendinin hızındaki değişim istenen çözümlü gerilimi değerini sağlayacak şekilde çözümlü salma hızını değiştirmektedir.

Şekil 3.16'da görüldüğü gibi hareket sensörü ve enkoder' den alınan sinyaller veri toplama kartı aracılığı ile analog/sayısal (A/D) dönüştürücüden geçirilerek bilgisayar ortamına uygun hale getirilir. Yazılım programına gelen sinyaller burada istenen (T_{ref}) değer ile kıyaslanarak elde edilen hata değeri PID ve Bulanık mantık kontrol yöntemleri ile değerlendirilerek kontrol sinyalleri elde edilir. Elde edilen kontrol sinyali servo sürücüyeye (kontrol ünitesine) gönderilerek servo motor kontrol sinyalinin büyüklüğüne göre döndürülür. Kontrol şemasına uygun olarak geliştirilmiş olan PID ve Bulanık Mantık kontrolü blok diyagramı şekil 3.17 ve 3.18'de görülmektedir.



Şekil 3.17 PID Kontrol Blok Diyagramı



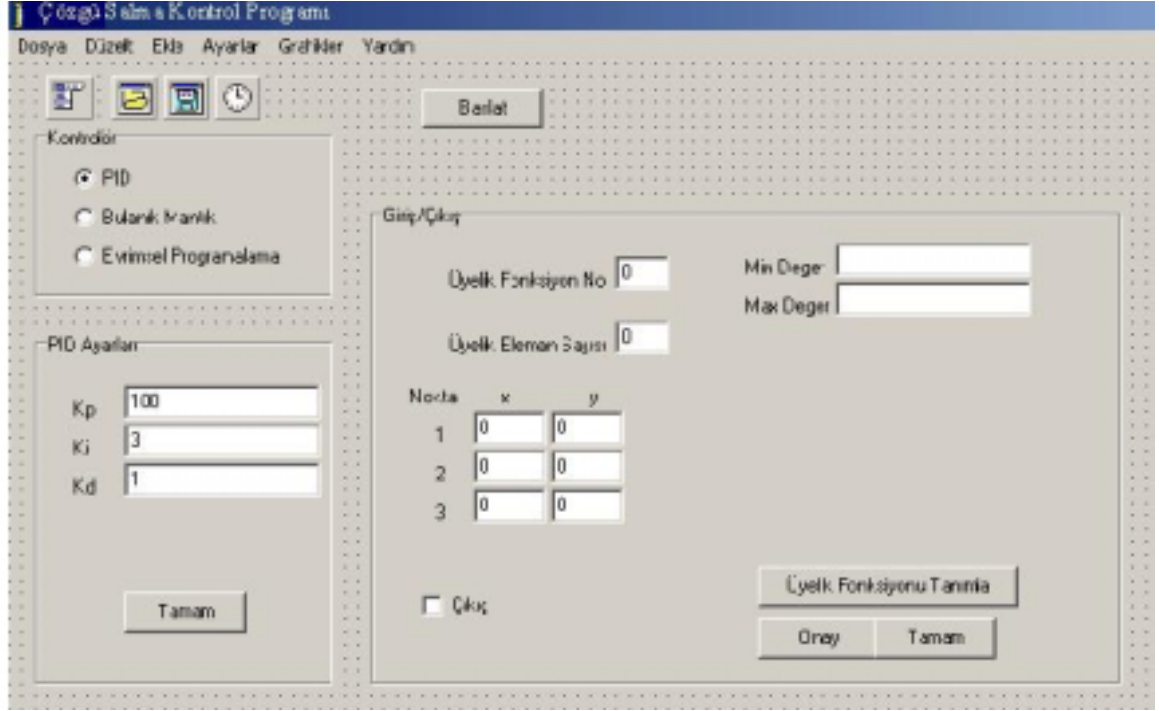
Şekil 3.18 Bulanık Mantık Kontrolü Blok Diyagramı

3.1.3 Kontrol Programı

Çözü gerilimi kontrolü için hazırlanan algoritma Delphi programlama dili kullanılarak PID, Evrimsel Programlama ve Bulanık Mantık kontrol yöntemleri ile çözü salma sistemini denetleyebilen bilgisayar programı hazırlanmıştır.

Çözü salma sisteminin kontrol programında tüm kontrol yöntemleri tek bir ana program tarafından denetlenmektedir. Bunun için ilk önce kontrol yöntemi programın ana penceresinden seçilmektedir (şekil 3.19). Ana pencerede bulunan Kontrol yöntemleri sırası ile PID, EP ve Bulanık Mantık' dır. Seçilen kontrol yöntemi giriş değişkenleri ana pencereden girilebilmektedir. PID kontrolde K_p , K_d ve K_i katsayıları kontrol edilen sistemin özelliklerine bağlı olarak tespit edilir. Bulanık mantık kontrolde giriş ve çıkış üyelik fonksiyonu sayısı, üyelik eleman sayısı ve ayak

genişlikleri gibi değişkenler ana pencereden ayarlanabilmektedir. Bulanık mantık kural tabanı ise program içerisinde belirlenmektedir. Bu aşamadan sonra kontrol işleminin yapılabilmesi ve programın çalıştırılması için “Başlat” düğmesinin basılması gerekmektedir. Böylece ana pencereden seçilen kontrol yöntemi ile çözü salma sisteminin kontrolü yapılmaktadır.



Şekil 3.19 Çözü Salma Sistemi Kontrol Programı Ana Penceresi

Ana pencereden çözü salma sisteminin PID kontrolü seçilmesi durumunda, ilk aşamada ana milin açılı değeri enkoder aracılığı ile okunur. Aynı zamanda çözü geriliminin tespiti için yer değiştirme sensöründen arka köprünün konumuna bağlı olarak 0,4 ile 4,5 volt arasında bir gerilim değeri ölçülür. Sensörden elde edilen gerçek çözü gerginliği değerleri voltaj gerilim değerleri olarak okunur. Elektriksel gerilim değerlerini çözü gerginliği değerlerine dönüştürmek için önceden tespit edilmiş matematiksel ilişki yardımıyla “cN” cinsinden çözü gerginliği değerleri elde edilir.

Kontrol sırasında elde edilen o anki gerçek çözü gerginlik değeri daha önce tespit edilmiş referans gerginlik (istenen çözü gerilimi) değeri (bu çalışmada PID kontrol referans gerginlik değerleri 20 cN, 30 cN ve 40 cN olarak belirlenmiştir) ile

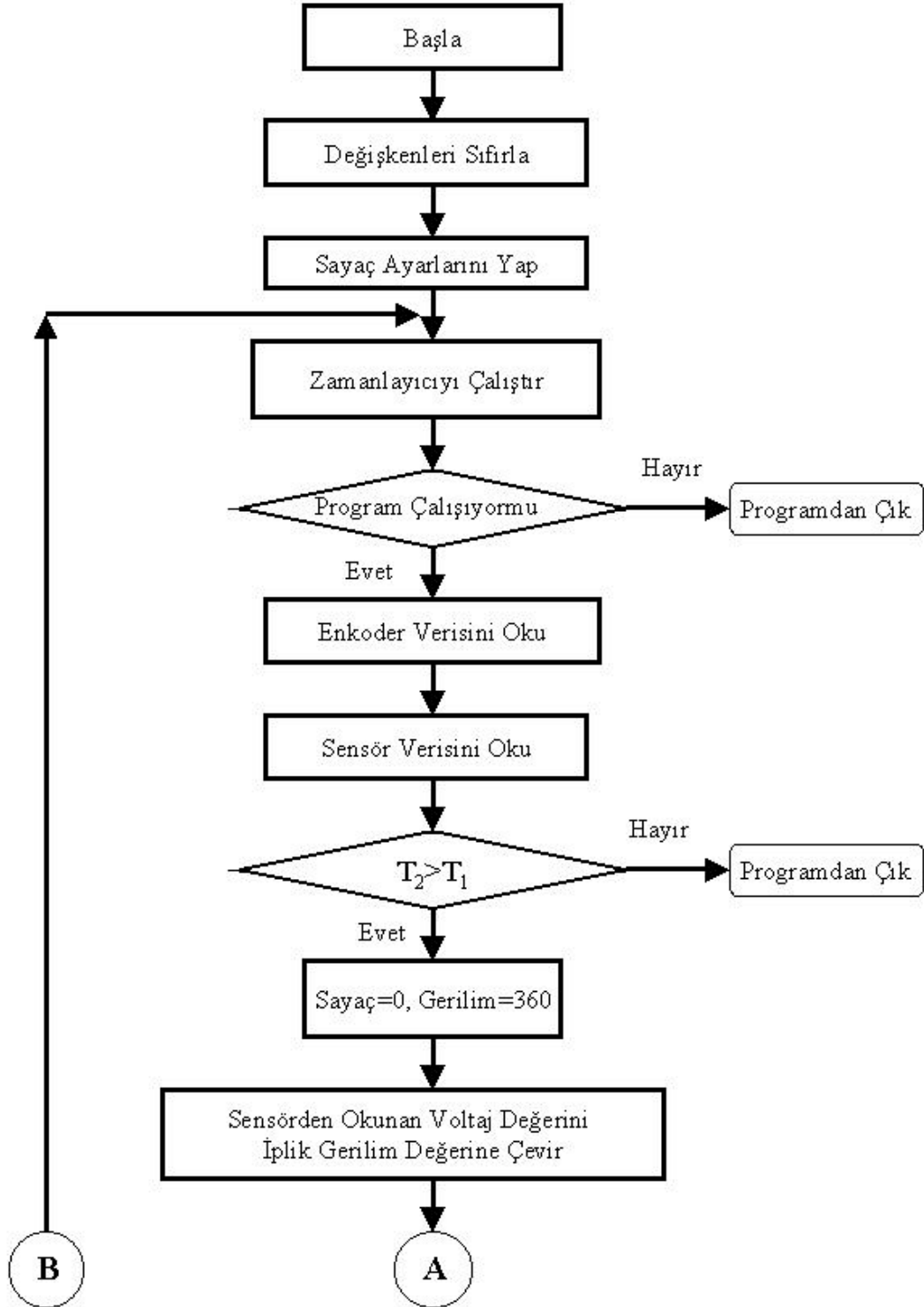
karşılaştırılır. Karşılaştırma sonunda bir fark değeri (hata) bulunur. Bulunan “hata” değeri kontrol sırasındaki okunan son çözgü gerilimi itibariyle istenen çözgü geriliminden olan sapmayı göstermektedir. Elde edilen “hata” değeri PID etki otomatik kontrol yöntemine göre belirli katsayılar (K_p , K_d , K_i) ile çarpılarak PID kontrol sinyali elde edilir. Elde edilen kontrol sinyali servo motor sürücüsüne voltaj değeri olarak gönderilir. Üretilen sinyal hatanın miktarına göre küçük veya büyük elde edilebilir. PID kontrol sinyali büyüklüğü maksimum 10 volt minimum -10 volt arasında üretilir. Kontrol sinyali 0 ise motor hareket etmez. 10 volta doğru motor hızı artar ve 10 voltta motor hızı 3000 devir/dakika’ ya çıkar. Kontrol sinyali -10 voltta motor hızı ters yönde 3000 devir/dakika’ ya ulaşır.

Çözgü salma sisteminin Evrimsel Programlama yöntemi ile kontrolünde: PID kontrolden farklı olarak gerçekleşen çözgü gerilimi ile karşılaştırılan referans çözgü gerilimi değeri sabit bir gerginlik değeri değildir. Evrimsel Programlama yöntemine göre elde edilen çözgü geriliminin matematiksel fonksiyonundan elde edilen referans gerginlik değeri hareket sensöründen elde edilen gerçek gerginlik değerleri ile karşılaştırılır. Bu karşılaştırmadan sonra elde edilen fark değeri aynen PID kontrolde olduğu gibi kontrol sinyali elde edilerek servo sürücü vasıtası ile servo motor kontrol edilmektedir.

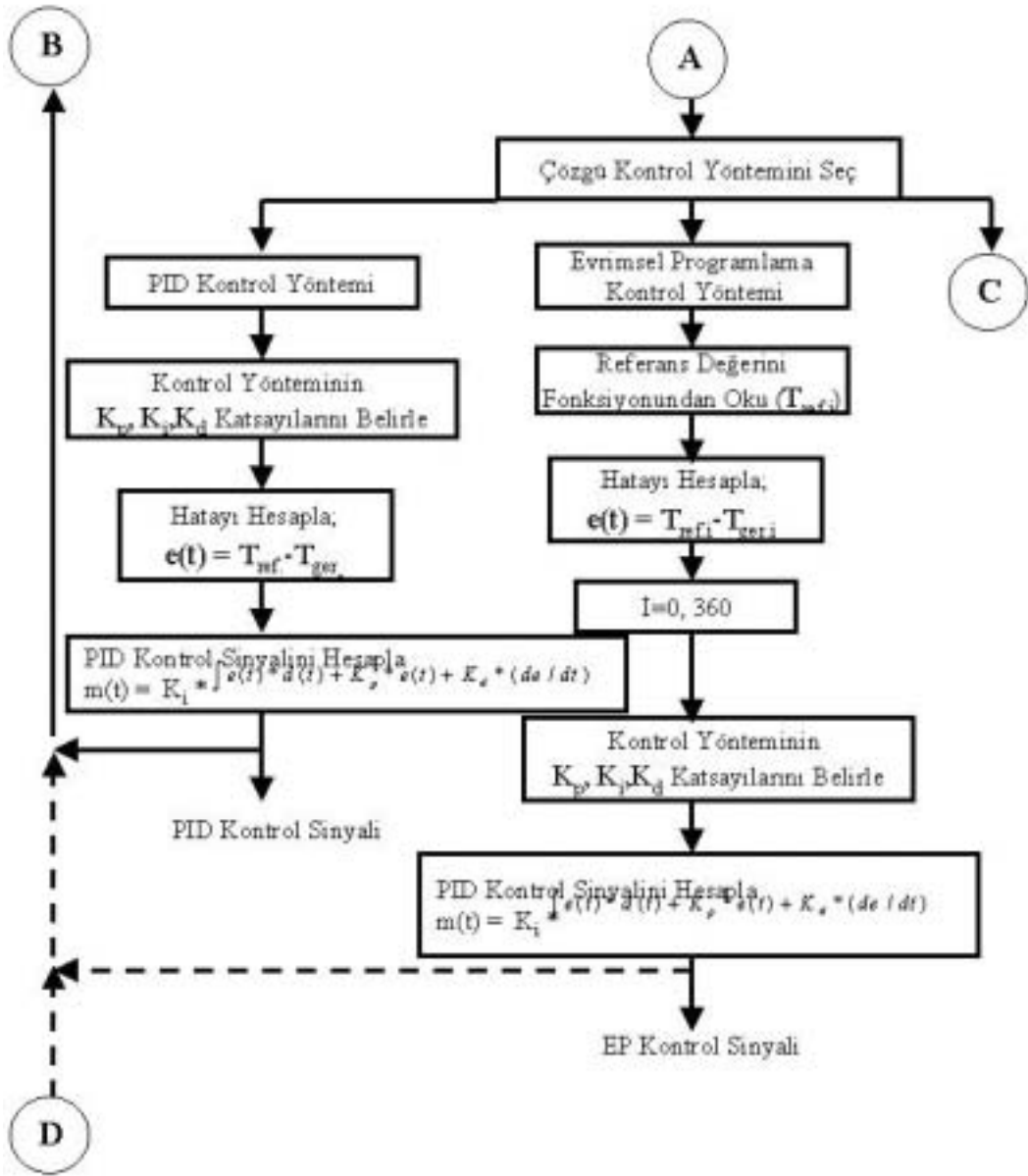
Çözgü salma sisteminin Bulanık Mantık yöntemi ile kontrolünde: Enkoderden okunan açı değerine karşılık gelen referans gerginlik değeri ile hareket sensöründen elde edilen gerçek gerginlik değerleri karşılaştırılır. Karşılaştırma sonucunda elde edilen hata değeri (e) ve elde edilen son değer ile bir önceki hata değerinin farkı (ce) Bulanık Mantık kontrol yönteminin giriş üyelik değerleri olarak alınır. Elde edilen hata ve hata değişimi değerleri kullanılarak kural tabanına uygun olarak bulanık mantık yöntemi tarafından kontrol sinyali elde edilir. Elde edilen kontrol sinyali önceki kontrol yöntemleri gibi servo sürücü vasıtası ile servo motora gönderilerek çözgü salma sisteminin kontrolü gerçekleştirilir.

Yukarıda bahsedilen kontrol metotları ana milin bir devrinde istenen çözgü gerilimini sağlayacak şekilde çözgü salma sistemi kontrol edilerek gerekli çözgü

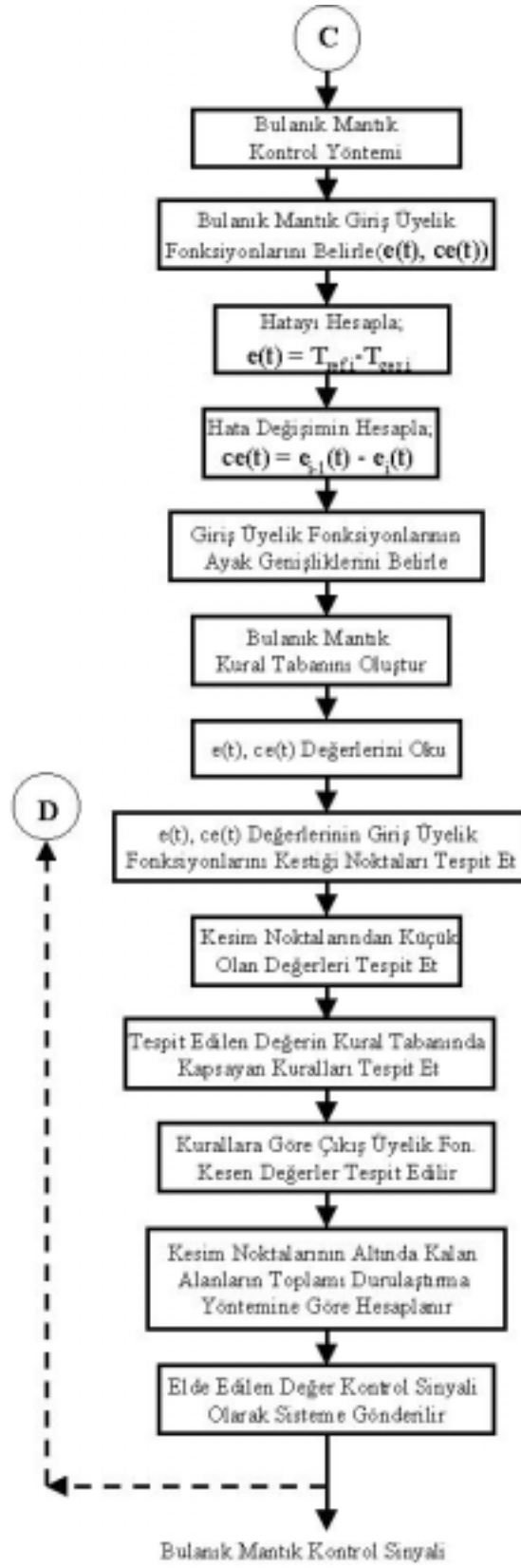
ipliği salınmaktadır. Hazırlanan bilgisayar programının akış diyagramı şekil 3.20 a, b, c' de verilmiştir.



Şekil 3.20 a Bilgisayar Programı Akış Diyagramının “Giriş” Kesiti



Şekil 3.20 b Bilgisayar Programı Akış Diyagramının “PID ve EP” Kesiti



Şekil 3.20 c Bilgisayar Programı Akış Diyagramının “Bulanık Mantık” Kesiti

3.2 Metot

Bu çalışmada, deneylerde kullanılan dokuma makinesinin konvansiyonel çözü salma sistemi ana milden ayrılıp bağımsız servo motor monte edilerek değişik kontrol metotları vasıtasıyla (PID, Evrimsel Programlama, Bulanık Mantık) kontrolü gerçekleştirilmiştir.

Bu kısım, ilk olarak çözü geriliminin belirlenmesini, ikinci olarak ise çözü salma sisteminin Konvansiyonel, PID, EP ve Bulanık Mantık kontrol yöntemleri içermektedir.

3.2.1 Çözü Geriliminin Belirlenmesi

Çözü salma sisteminin kontrolünün servo motor aracılığı ile bilgisayar tarafından yapılabilmesi için kontrol esnasında devamlı olarak çözü geriliminin algılanması gerekmektedir. Yarı pozitif çözü salma sistemlerinde ana milin her devrinde arka köprünün hareketine bağlı olarak çözü levendi döndürülerek çözü geriliminin sabit tutulması sağlanmaktadır. Çözü gerginliği SDL gerilim ölçer ile doğrudan çözü ipliklerinden ve hareket sensörü ile arka köprünün hareketinin ölçülmesi olmak üzere iki ayrı yöntemle yapılmıştır. Kontrol esnasında hareket sensöründen birim zamanda çok hızlı (2400 veri/dak.) veri okumasından dolayı çözü gerginliğinin tespitinde tercih edilmiştir. Gerilim ölçerden elde edilen veriler (cN), hareket sensöründen “volt” cinsinden elde edilen çözü gerginliği değerlerinin kalibrasyonunda kullanılmıştır. Bu ölçümler sonunda gerilim ölçerden elde edilen çözü gerilimi yaklaşık 23-53 cN arasında değişmektedir. SDL gerginlik ölçerden elde edilen gerginlik değerleri “cN”, hareket sensöründen “Volt” olarak ölçülmüştür. Hareket sensöründen elde edilen elektriksel voltaj geriliminin büyüklüğü çözü ipliği gerginliği ile ters orantılı olarak çalışmaktadır. Çünkü arka köprüye bağlı olan metal parça hareket sensörüne yaklaştığı durumda sensör küçük voltaj gerilimi, uzaklaştığında ise yüksek voltaj gerilimi üretmektedir. Dokuma makinesinin çalışması sırasında çözü gerginliğinin yüksek olduğu durumda arka köprü aşağı doğru hareket ettiğinden dolayı çözü geriliminin artması ile sensör küçük voltaj

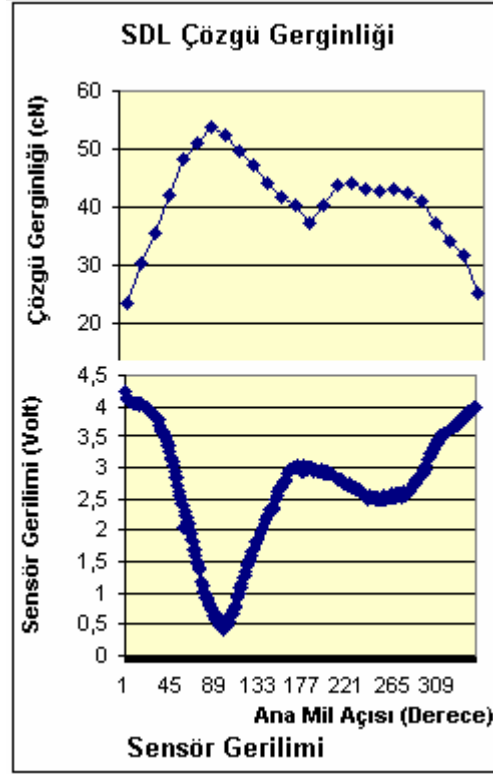
gerilimi, azalması ile büyük voltaj gerilimi üretmektedir. Gerginlik ölçerden elde edilen çözgü gerilimi değeri minimum “23 cN” iken hareket sensöründen elde edilen voltaj değeri maksimum “4,2 volt”, gerginlik ölçerden okunan çözgü gerilimi değerinin maksimum “53 cN” olması durumunda ise hareket sensöründen 0,4 volt elektriksel voltaj gerilimi elde edilmektedir. Hareket sensöründen elde edilen Voltaj değeri bu orana göre SDL gerginlik ölçerden elde edilen gerginlik değerine (cN) dönüştürülmüştür. Bu dönüşüm sırasında matematiksel bir ilişki elde edilmiştir. Elde edilen matematiksel ilişki çalışmanın bundan sonraki kontrol yöntemlerinde kullanılarak ölçülen “elektriksel voltaj” değerlerinin “cN” cinsinden gerginlik değerlerine dönüştürülmesinde kullanılmıştır. Elde edilen matematiksel ilişki aşağıda verilmiştir.

$$\text{Çözgü Gerginliği} = -(\text{Sensör Gerilimi} * 7,5) + 57 \text{ (cN)}$$

Matematiksel ilişkiden ve SDL gerilim ölçerden elde edilen çözgü gerginliği değerleri çizelge 7’ de verilmiştir. Şekil 3.21 ve çizelge 7’de görüldüğü gibi SDL gerilim ölçer ile formülden elde edilen çözgü gerginliği değerleri arasında %94’ ün üzerinde paralellik göstermektedir. Elde edilen ilişki ve formül sadece bu çalışmada kullanılan koşullarda geçerlidir.

Çizelge 7 Matematiksel ilişkiden ve SDL gerilim ölçerden elde edilen çözgü gerginliği değerleri

SDL (cN)	Sensör (Volt)	Formül (cN)	Fark(%)	Ana Mil Açısı
23,4	4,25	24	0,6(%2,5)	0 ⁰
30,2	3,8	28,5	1,7(%5,6)	30 ⁰
35,5	3	34,5	1(%2,8)	40 ⁰
42	2,1	41,25	0,75(%1,8)	50 ⁰
48	1,6	45,75	2,25(%4,7)	80 ⁰
51	1	49,5	1,5(%5,6)	85 ⁰
53,75	0,4	54	0,25(%0,5)	90 ⁰
52,25	0,7	51,75	0,5(%1)	100 ⁰
49,5	1,3	47,25	2,25(%4,5)	120 ⁰
47,25	1,5	45,75	1,5(%3,2)	140 ⁰
44	1,9	42,75	1,25(%2,8)	160 ⁰
41	2,2	40,5	0,5(%1,2)	170 ⁰
37,75	3,3	34,5	2,5(%)	210 ⁰
34	3,45	31,75	2,25(%6,6)	340 ⁰
31,75	3,5	30,75	1(%3,1)	350 ⁰
25	4,1	26	1(%4)	360 ⁰

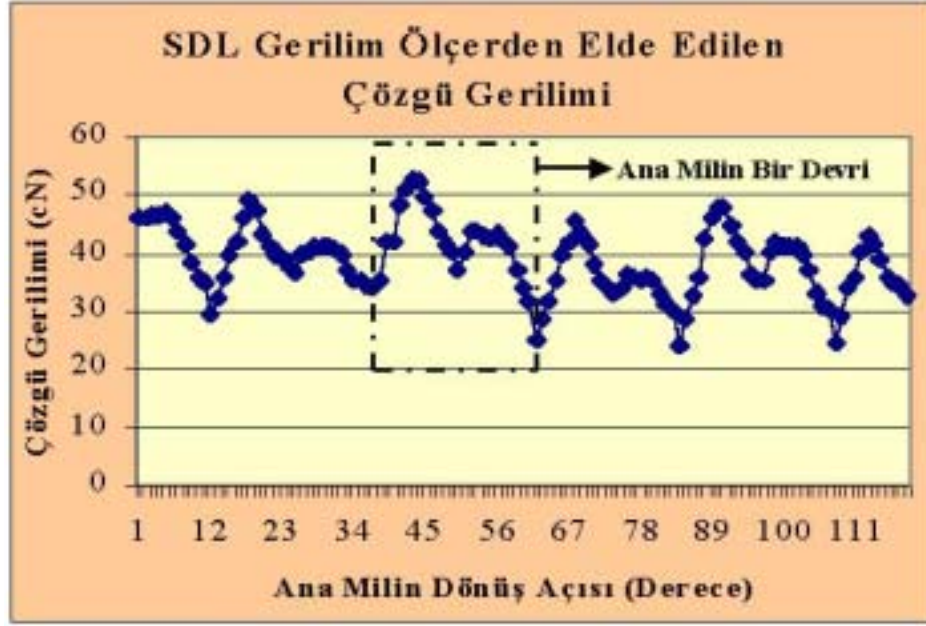


Şekil 3.21 Hareket Sensöründen ve SDL Gerilim Ölçerden Elde Edilen Grafikler

Şekil 3.21, 3.22 ve 3.23' de görüldüğü gibi sensör ve gerilim ölçerden elde edilen değerler ters orantılı olarak elde edilmiştir. Bundan dolayı sensör gerilimi değerleri eksi ile çarpılarak yönlerinin değiştirilmesi sağlanır. Bu işlemde sonra elde edilen değerler 7,5 ile çarpılarak genliğin 30 cN olması sağlanır. İşlem sonunda elde edilen değerlerin 57 sayısı ile toplanmasıyla da çözümlü gerginliği değerlerinin 23-53 cN aralığına gelmesi sağlanır.



Şekil 3.22 Hareket Sensöründen Elde Edilen Voltaj Gerilimi



Şekil 3.23 SDL Gerilim Ölçerden Elde Edilen Çözgü Gerilimi

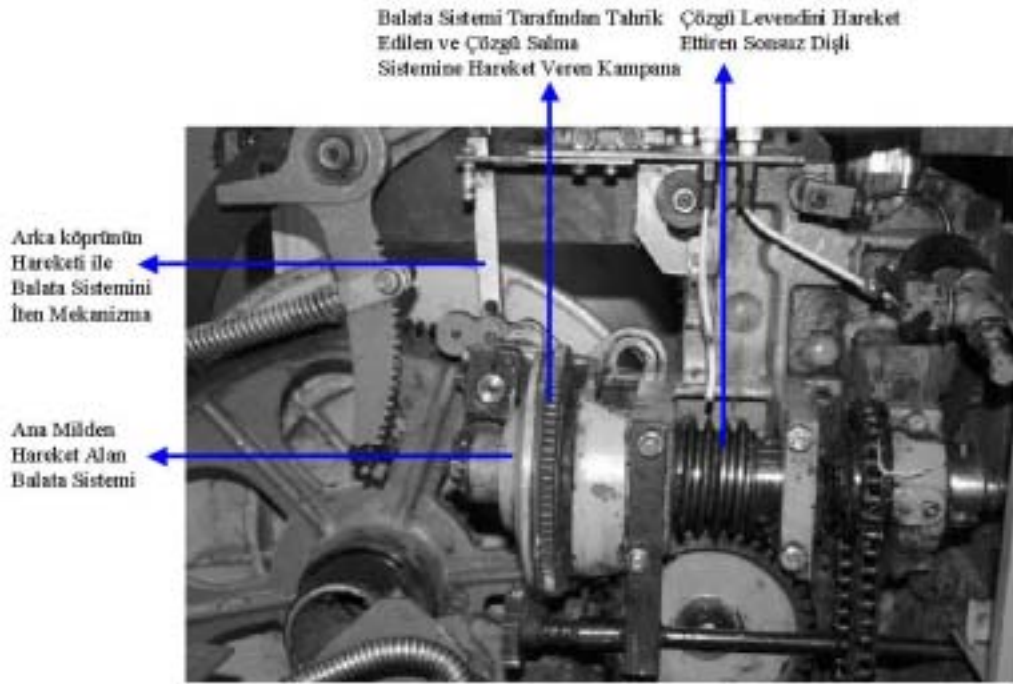
3.2.2 Çözgü Salma Sisteminin Kontrolü

Bu bölümde, çözgü salma sisteminin konvansiyonel, PID, Evrimsel Programlama ve Bulanık Mantık kontrol yöntemlerinin kullanılması ile yapılan kontrol işlemleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Dokuma makinesinin çözgü salma sisteminin servo motor ile kontrol edilmesi kontrol işleminin çok daha esnek bir şekilde uygulanabilmesine imkan tanımaktadır. Modern dokuma makinelerinde kullanılan PID kontrol bunlardan birisidir. Aynı zamanda günümüzde her alanda kullanım oranı her geçen gün artan Evrimsel programlama ve Bulanık Mantık kontrol yöntemleri ile çözgü salma sisteminin kontrolü gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.1 Çözgü Salma Sisteminin Konvansiyonel Yöntemle Kontrolü

Deneyleerde kullanılan konvansiyonel dokuma makinesinde, ana mile bağlı olan çözgü salma ünitesi çözgü geriliminin artması ile arka köprü aşağıya doğru hareket ederek çözgü salma sistemini tahrik etmektedir. Çözgü geriliminin yüksekliği arka köprünün hareket miktarını, arka köprünün hareket miktarı da çözgü salma sisteminin ana mil ile olan temas süresini ve miktarını direkt olarak belirlemektedir.

Çözüğü geriliminin yükselmesi arka köprünün aşağıya hareket etmesine neden olmasından dolayı balata sisteminin ana mil ile temas etmesini sağlar. Balata sisteminin ana milden sürtünmeden dolayı aldığı hareketi kampana vasıtası ile çözüğü salma dişlilerine ve çözüğü levendini döndürmesi ile çözüğü gerilimi istenilen seviyede tutulmaktadır. Böylece çözüğü salma miktarını belirleyen tek faktör çözüğü gerilimi artışı olmaktadır (şekil 3.24).



Şekil 3.24 Deneysel Kullanılan Dokuma Makinesinin Çözüğü Salma Sistemi

3.2.2.2 Çözüğü Salma Sisteminin PID Kontrolü

Çözüğü geriliminin artması ile arka köprü aşağıya doğru hareket edecektir. Hareket sensörü algılama sınırları içinde arka köprünün hareketini ölçebilmesi için dokuma makinesinin şasisine uygun yere yeterli mesafede monte edilmiştir. Hareket sensörü arka köprünün hareketiyle voltaj gerilimi üretmektedir. Böylece çözüğü geriliminde oluşan değişim hareket sensörü tarafından bilgi toplama kartı aracılığı ile hazırlanan programa analog bilgi olarak gelmektedir. Ölçüm esnasında elde edilen gerçek çözüğü gerilimi değeri başlangıçta belirlenen ve dokuma işlemi boyunca sabit olması istenen referans çözüğü gerginliği değeri ile yazılan kontrol programında karşılaştırılır.

Karşılaştırma sonunda elde edilen değer hata sinyali olarak kaydedilmektedir. Hata sinyali ölçüm anındaki gerçek çözgü gerilimi değeri ile istenen çözgü gerilimi arasındaki farkı göstermektedir. Elde edilen hata sinyali seçilen kontrol elemanın özelliklerine göre belirlenen orantı, integral ve türev kontrol etkilerine göre bazı değişikliklere uğrayarak kontrol elemanı çıkış sinyali olarak servo motor ve sürücüsüne gönderilir. Bu çalışmada orantı, integral ve türev denetim etkileri ile birlikte kullanılarak PID kontrol yöntemi kullanılmıştır.

PID kontrol yönteminde, orantı etkinin en önemli özelliği yapısının basit olmasıdır. Fakat yalnız orantı etkinin kullanılması durumunda sistem kalıcı bir duruma ulaştığında hedeften belli bir sapma göstermektedir. Kalıcı durum hatası adı verilen bu hatanın azaltılması orantı kazancı olarak isimlendirilen K_p sabitinin artırılması ile mümkün olabilir. Ancak orantı sabitinin çok büyük olması sistemin kararsız davranmasına neden olmaktadır.

Kontrol elemanının sadece orantı etki içermesi durumunda, hata $e(t)$ bir sabitle çarpıldıktan sonra kontrol elemanı çıkış sinyali olarak $m(t)$ elde edilmektedir.

$$m(t) = K_p * e(t)$$

İntegral etki, geçmişte meydana gelen hata sinyalinin birikimi ile orantılı olduğundan herhangi bir anda hatanın integrali büyük olduğundan büyük bir düzeltme etkisi sağlamaktadır. Sonuçta, integral etkinin ilavesi ile hata sıfır olana kadar değişimi sürdüren bir denetim etkisi sağlamakta ve kalıcı durum hatası giderilmektedir. Ancak integral etki, sistemin kararsız çalışmaya doğru gitmesine sebep olur.

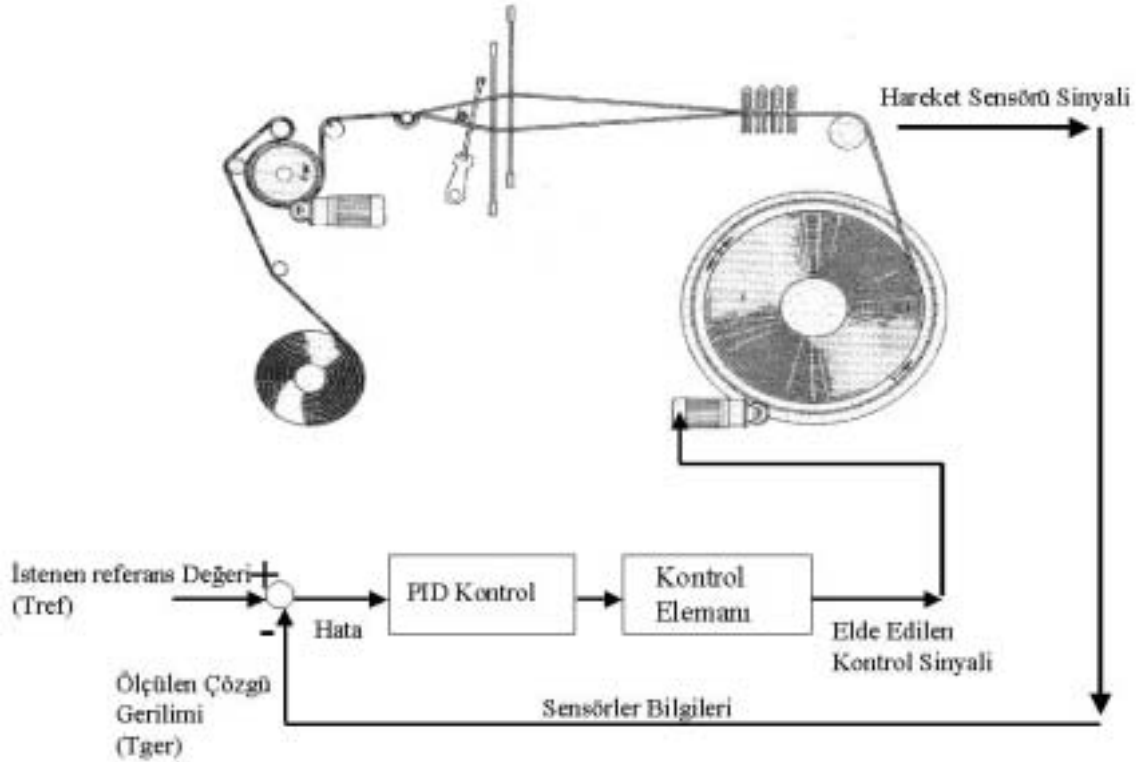
Kontrol elemanının orantı + integral tipinde seçilmesi durumunda, kontrol elemanı çıkış sinyali toplam hata sinyalinin integral etki kazancı (K_i) adı verilen bir sabitle ve buna orantı etkinin ilavesi ile elde edilmektedir.

$$m(t) = K_i * \int e(t) * d(t) + K_p * e(t)$$

Burada K_d türev denetim kazancı olmaktadır. Türev denetim hatanın zamana göre türevini aldığından yalnızca PI denetim etkisine göre sistemin cevap hızını arttırmaktadır. Orantı + integral + türev etkilerin birlikte kullanılması ile elde edilen PID denetimde kontrol elemanı çıkış sinyali aşağıdaki şekilde olmaktadır (Yüksel 1995).

$$m(t) = K_i * \int e(t) * dt + K_p * e(t) + K_d * (de/dt)$$

PID gerçek zamanlı kontrolde, sensörden elde edilen voltaj değerleri her bir açı değeri için referans gerginlik değeri ile kıyaslanarak aradaki fark tespit edilir. Bulunan fark değeri PID etki kontrol katsayıları ile çarpılarak PID kontrol sinyali üretilir. Elde edilen kontrol sinyali servo motor sürücüsüne gönderilir. Üretilen kontrol sinyali hatanın miktarına göre +10 ile -10 volt arasında elde edilir. Kontrol sinyali 0 ise motor hareket etmez. 10 volta doğru motor hızı artar ve 10 voltta motor hızı 3000 devir/dakika' ya ulaşır. (şekil 3.25)



Şekil 3.25 Dokuma Makinesinin PID Kontrolü

3.2.2.3 Çözgü Salma Sisteminin Evrimsel Programlama ile Kontrolü

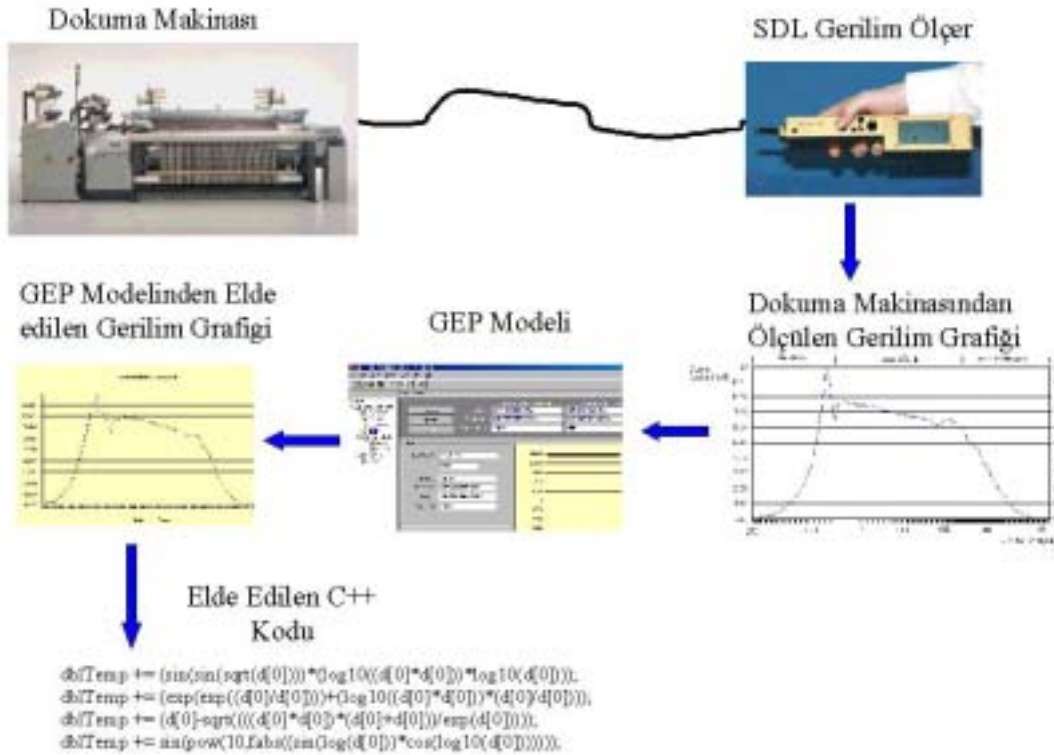
Bu bölümde, Evrimsel programlama yöntemi kullanılarak dokuma sırasında çözgü ipliğinde meydana gelen gerilimin matematiksel fonksiyonunun tespiti ve elde edilen bu fonksiyonun çözgü salma sisteminin kontrolü anlatılmaktadır.

3.2.2.3.1 Evrimsel Programlama ile Çözgü Gerilimi Fonksiyonunun Tespiti

Çözgü ipliği dokuma işlemi boyunca her devirde tekrar eden bir gerilime maruz kalır. Bu gerginlik değişiminin büyüklüğü çözgü ipliğinin mekanik olarak yorulmasına ve kopuşların artmasına neden olmaktadır. Dokuma sırasında çözgü ipliği kopuşlarının azaltılması ve dokuma veriminin artırılması çözgü ipliğinde oluşan değişim aralığının genişliğinin kontrollü olarak küçültülmesiyle mümkün olacaktır. Gerginlik değişiminin minimum düzeyde denetim altında tutulabilmesi, gerginlik değişiminin matematiksel fonksiyon olarak elde edilebilmesi ve bu ifade de etkili olan parametrelerin dokuma sürecinde değiştirilebiliyor olmasından dolayı mümkündür.

Çözgü gerilimi dokuma işlemi sırasında dokuma makinesinden eşzamanlı olarak Gerilim Ölçer (SDL tenso metre) ile bilgisayara kaydedilmiştir. Ölçümler 350 dev/dak devirle çalışan dokuma makinesi üzerinden üç değişik çözgü ipliğinden üç ayrı ölçüm yapılarak alınmıştır. Aynı ipliklerden üç farklı zamanda alınan gerginlik değerlerinin ortalaması alınarak deney verisi olarak belirlenmiştir. Elde edilen deneysel veriler Cross-Validation yöntemi kullanılarak *Öğrenme* ve *Test* olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Cross-Validation yöntemi özellikle yapay zeka yöntemlerinde kullanılan verilerin eğitim ve test verilerinin belirlenmesinde kullanılır. Cross-Validationla oluşturulan eğitim ve test setlerinin iki benzer örneği içinden rasgele bir örneğini kullanarak basit bir plan oluşturur. Aynı zamanda bu yöntem eğitim modeli veya tahmini parametreler içinde kullanılabilir. Deneysel verilerden elde edilen toplam 360 değer için öğrenme ve test setleri EP programında sistemin eğitilmesinde kullanılmıştır. Bu verilerin %80' ni öğrenme seti ve %20' si de test seti olarak

ayrılmıştır. Dokuma makinesi üzerinden gerginlik ölçer kullanılarak yapılan deney düzeneği şekil 3.26’ da verilmiştir.



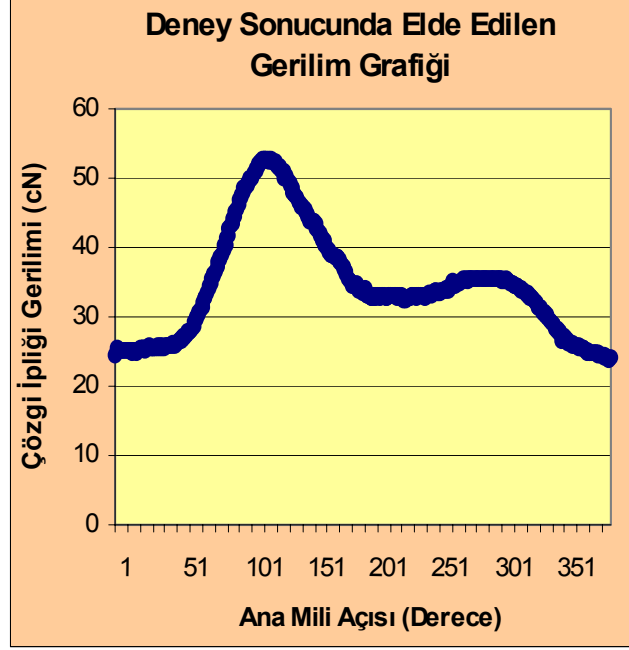
Şekil 3.26 Dokuma Makinesinde Çözgü Gerilimi Ölçüm Düzeneği

Deney sonucu elde edilen veriler kullanılarak Evrimsel Programlama yardımıyla çok sayıda model kurulmuştur. Bu modellerin her birinde genetik operatörlere ve genetik fonksiyonlara etki eden parametreler sırasıyla tek tek değiştirilmiştir. Bu modellerden en iyi sonucu veren modelin özellikleri çizelge 8’ de (seçilen fonksiyon tür ve sayıları, genetik işlemlerle alakalı parametreler) verilmiştir.

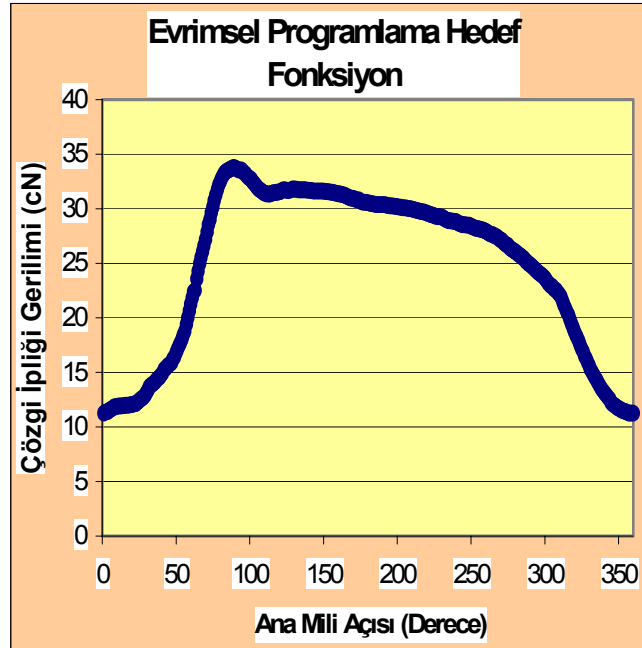
Çizelge 8 Çözgü gerilimi Fonksiyonu için EP Algoritmasında Kullanılan Operatörler

EP Operatör İsmi	Sayısı	EP Fonksiyon İsmi	Sayısı
Giriş Değişkenleri(Ana milin bir devri (360 ⁰))	1	Toplama	4
Çıkış Değişken sayısı (Çözgü Gerilimi (cN))	1	Çıkarma	4
Öğrenme Veri Seti	288	Çarpma	4
Test Veri Seti	72	Bölme	4
Toplam Nesil Sayısı	558485	Güç	4
Kromozom Boyutu	50	Karekök	4
Gen Sayısı	3	Üstel	4
Baş	5	Ln	1
Mutasyon Oranı	0,044	Log	1
Öğrenme Oranı	%96.63	Sin	4
		Cos	4
		Tan	4

Elde edilen çözgü gerilimini veren fonksiyon çözgü salma sistemi için yazılan kontrol programında hedef fonksiyon olarak kullanılmıştır. Şekil 3.27 ve 3.28’ de deneysel çalışmadan elde edilen ve EP’ dan elde edilmiş çözgü gerilimi grafikleri görülmektedir.



Şekil 3.27 Deney Sonucunda Elde Edilen Gerilim Grafiği



Şekil 3.28 EP Programlama Sonucunda Elde Edilen Gerilim Grafiği

Kurulan her EP modeli için elde edilen sonuçlar grafikler, karva notasyonu, Visual Basic ve C++ program fonksiyonu (alt programı) olarak elde edilmesi mümkündür. Oluşturulan EP modellerinden gerçek çözgü gerilimi değerlerine en yakın olan fonksiyonun grafiği şekil 3.28’ de verilmiştir. Grafikten de açıkça anlaşılacağı gibi EP ve deneylerden elde edilen gerginlik grafikleri birbirinin aynısı değildir. İki grafik arasında en belirgin farklılık maksimum çözgü gerilimi değeri ve gerginlik değişim aralığıdır. EP algoritmasıyla elde edilen modelin C++ fonksiyonu kullanılarak hazırlanan program aracılığı ile ana milin açısına bağlı olarak çözgü gerginlik değişiminin kontrolü yapılmıştır. En iyi sonucu veren EP modelinden elde edilen C++ ve *Visual Basic* fonksiyonu ve matematiksel formülü aşağıdaki gibidir.

C++ Kodu;

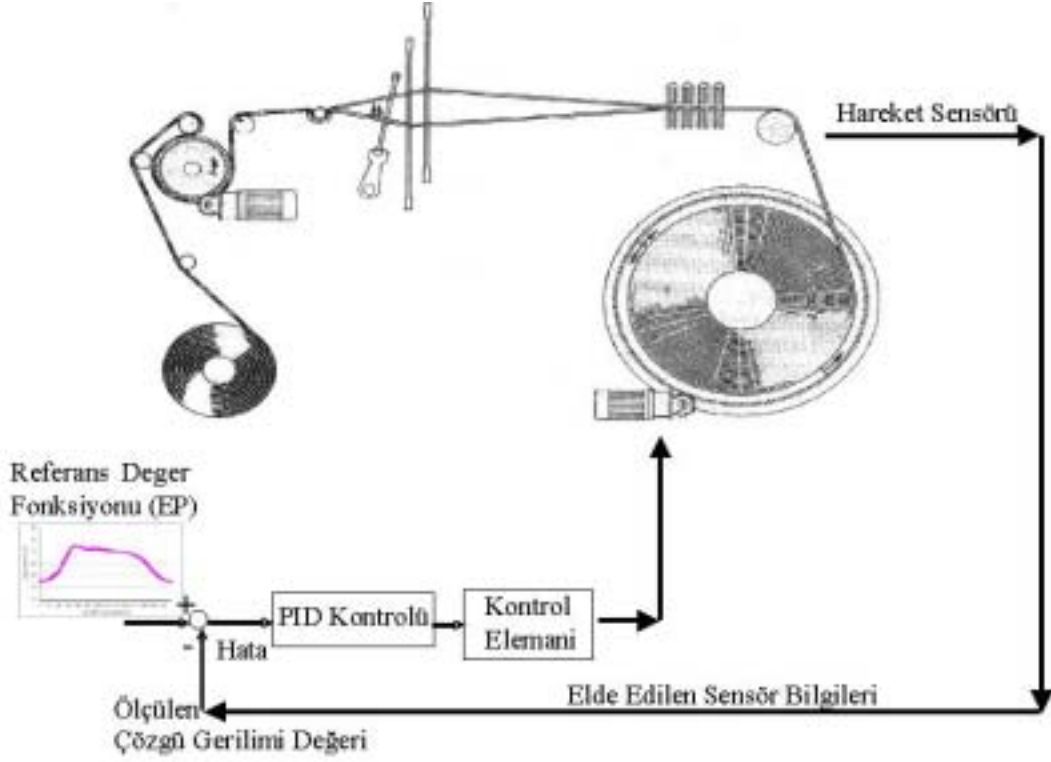
```
{
    double dblTemp = 0;
    dblTemp += (d[0]-d[0]);
    dblTemp += sin((((cos(d[0])-d[0])/sqrt(d[0]))-fabs(sqrt(d[0]))));
    dblTemp += (((d[0]+d[0])*(d[0]+d[0])/exp(d[0]))-ceil((d[0]+d[0])));
    dblTemp += tan(sin((sin(log10((d[0]*d[0])))*fabs(sqrt(d[0]))));
    dblTemp += 1/(pow(10,tan((sin(log(d[0]))+(log10(d[0])/d[0]))));
    dblTemp += (sin(sin(sqrt(d[0]))*(log10((d[0]*d[0]))*log10(d[0])));
    dblTemp += (exp(exp((d[0]/d[0]))+(log10((d[0]*d[0]))*(d[0]/d[0])));
    dblTemp += (d[0]-sqrt((((d[0]*d[0])*(d[0]+d[0])/exp(d[0]))));
    dblTemp += sin(pow(10,fabs((sin(log(d[0]))*cos(log10(d[0]))));
    dblTemp += (d[0]-pow(10,(((d[0]/d[0])-sin(d[0]))/d[0])));
    return dblTemp; }
```

EP modelinden elde edilen fonksiyonun matematiksel formülü aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned}
T_{Gerçek} = db1Temp = & \sin\left(\frac{\cos(d(0) - d(0))}{\sqrt{d(0)}} - \left|\sqrt{d(0)}\right|\right) + \frac{(d(0) + d(0)) * (d(0) + d(0))}{e^{d(0) - \text{ceil}(d(0) + d(0))}} + \\
& \tan\left(\sin\left(\sin\left(\log_{10}(d(0) + d(0)) * \left|\sqrt{d(0)}\right|\right)\right)\right) + \frac{1}{10^{\tan(\sin(\log(d(0)) + (\log_{10}(d(0)/d(0))))}} + \\
& \sin\left(\sin\left(\sqrt{d(0)}\right) * (\log_{10}(d(0) * d(0)) * \log_{10}(d(0)))\right) + e^{((d(0)/d(0)) + \log_{10}((d(0)*d(0))*(d(0)/d(0))))} + \\
& d(0) - \sqrt{\frac{((d(0) * d(0)) * (d(0) + d(0)))}{e^{d(0)}}} + \sin\left(10^{\left|((\sin(\log d(0)))^{\cos(\log_{10}(d(0)))}\right)}\right) + \\
& d(0) - 10^{(((d(0)/d(0)) - \sin(d(0)/d(0))))}
\end{aligned}$$

3.2.2.3.2 Evrimsel Programlama ile Çözümlü Gerilimi Kontrolü

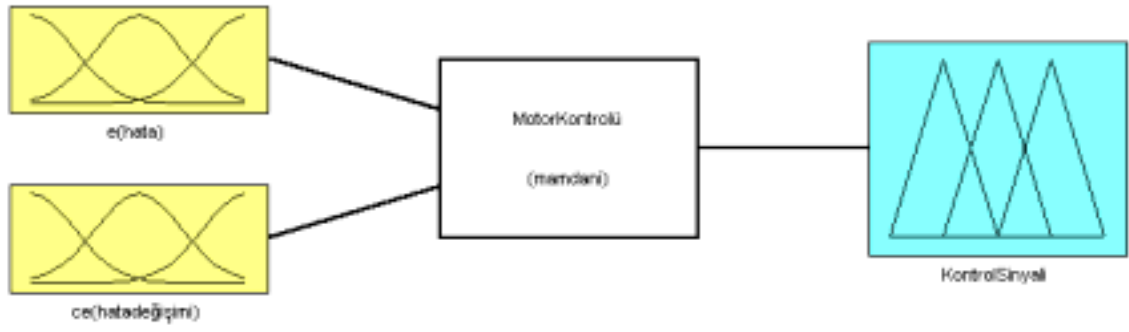
Hareket sensörü, arka köprünün hareketiyle arka köprü üzerinde bulunan metal parçanın sensörden uzaklaşıp yaklaşmasına göre voltaj gerilimi üretmektedir. Böylece çözgü geriliminde oluşan değişim sensör tarafından analog veri olarak bilgi toplama kartı aracılığı ile yazılan kontrol programına gelmektedir. Kontrol programı, ölçülen gerçek çözgü gerilimi değerini Evrimsel Programlama ile belirlenen referans çözgü gerginliği değeri (şekil 3.28) ile ana milin her açı değerinde karşılaştırmaktadır. Karşılaştırma sonunda elde edilen fark hata sinyali olarak tanımlanmıştır. Hata sinyali seçilen kontrol elemanının özelliklerine göre belirlenen orantı katsayısı, integral ve türev işlemi sonrası bazı değişikliklere uğrayarak kontrol elemanı çıkış sinyali olarak servo motor ve sürücüsüne gönderilir. Evrimsel Programlama ile kontrolde, elde edilen fark değerinin PID kontrol katsayılarının çarpımı, integral ve türevinin alınması ile PID kontrol sinyali üretilir. Elde edilen kontrol sinyali servo motor sürücüsüne gönderilir. Üretilen kontrol sinyali hatanın miktarına göre küçük veya büyük elde edilebilir. EP kontrol sinyali büyüklüğü -10 volt ile +10 volt arasında üretilir. Evrimsel Programlama ile dokuma makinesinin kontrolü şekil 3.29' da görüldüğü gibi gerçekleştirilmektedir.



Şekil 3.29 Dokuma Makinesinin EP İle Kontrolü

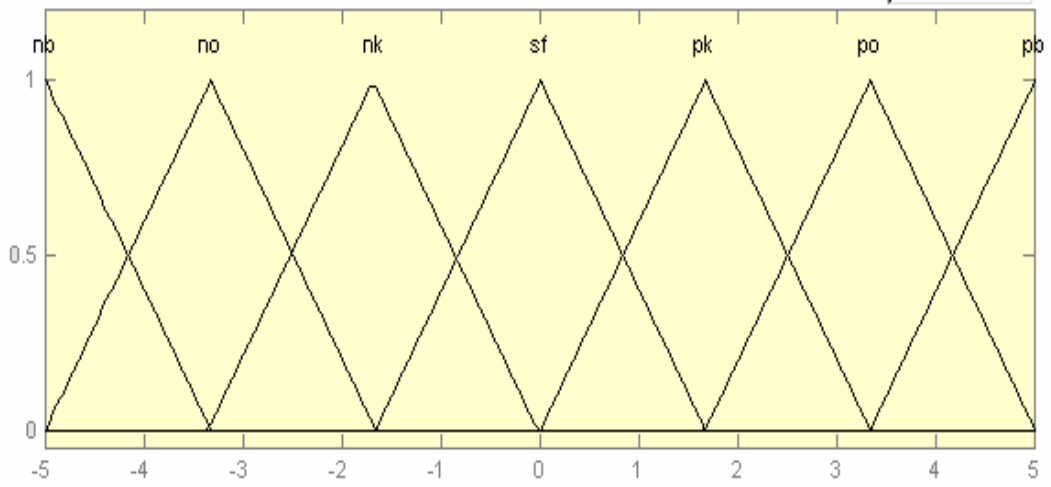
3.2.2.4 Çözgü Salma Sisteminin Bulanık Mantık ile Kontrolü

Bulanık mantıkla çözgü geriliminin kontrol edilebilmesi için giriş üyelik fonksiyonlarının tespit edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada Bulanık mantık kontrol ile istenen çözgü geriliminin elde edilmesinde giriş üyelik fonksiyonu olarak hata ve hata değişimi alınmıştır. Bulanık mantık kontrolde dokuma işlemi sırasında ölçülen çözgü gerilimi ile önceden belirlenen referans gerginlik değerleri (şekil 3.28) arasındaki fark alınarak hata (e) tespit edilir. Elde edilen hata ile bir önceki hata değerinin karşılaştırılmasıyla da hata değişimi (ce) değeri olarak bulunmuş olur. Çözgü geriliminin kontrolü amacıyla oluşturulan bulanık mantık yöntemi şekil 3.30' da verilmiştir.

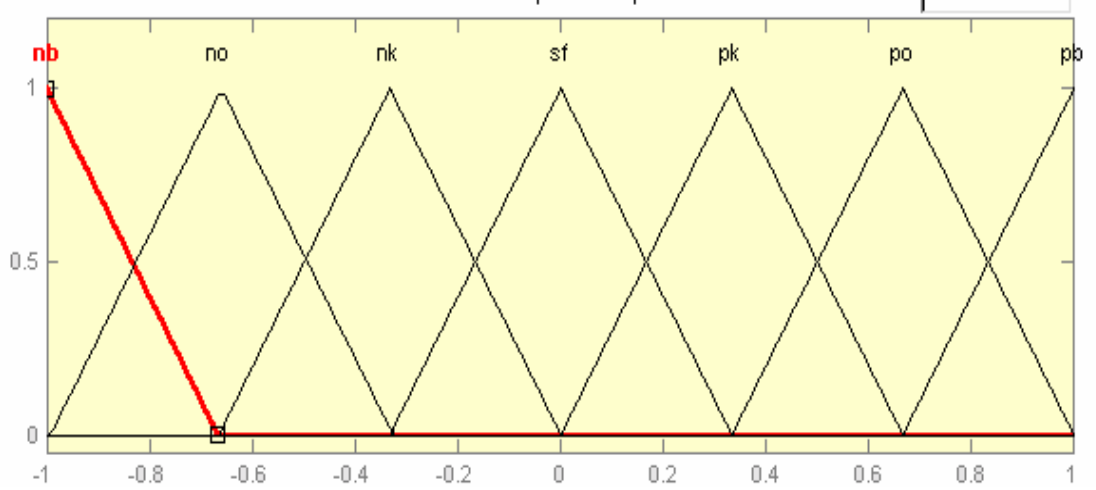


Şekil 3.30 Kontrol Sinyalinin Oluşturulması İçin Kullanılan Bulanık Mantık Modelinin Şematik Gösterimi

Çözümlü geriliminin kontrolünde hata(e) ve hata değişimi(ce) değişkenlerinin üyelik fonksiyon sayıları (yedi bölüme ayrılmıştır) ve ayak genişliklerinin tespiti deneysel çalışmalardan elde edilen verilerden ve uzman görüşlerden yararlanarak tespit edilmiştir. Şekil 3.31 ve 3.32’de giriş üyelik fonksiyonları verilmiştir.

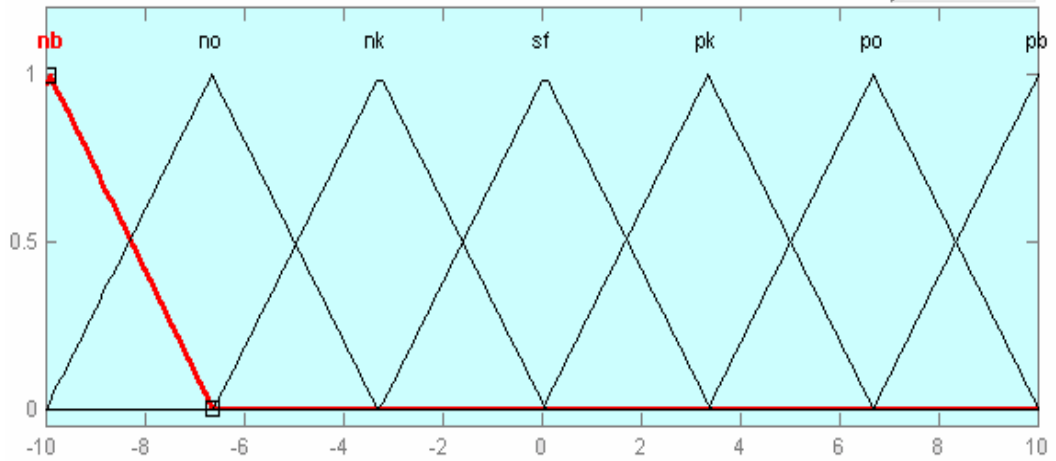


Şekil 3.31 Giriş “hata(e)” üyelik fonksiyonu



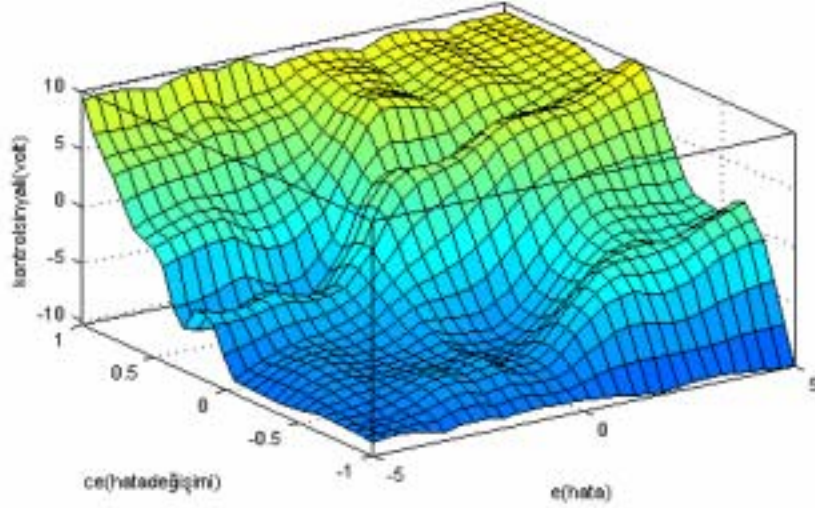
Şekil 3.32 Giriş “hatadeğişimi(ce)” üyelik fonksiyonu

Çıkış üyelik fonksiyonu olarak seçilen “kontrol sinyali” üyelik fonksiyon sayısı ve ayak genişlikleri şekil 3.33’ de verilmiştir.



Şekil 3.33 Çıkış “kontROLSinyali” üyelik fonksiyonu

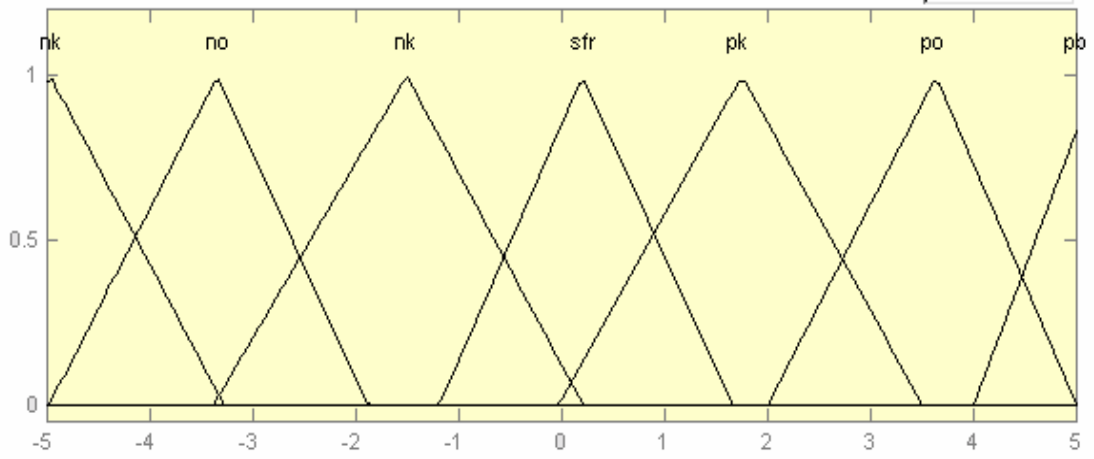
Belirlenen üyelik fonksiyonlarının birbiri arasındaki ilişkiler deneysel verilerden ve uzman görüşlerden yararlanarak oluşturulan kural tabanı ile Matlab programında çözülerek kontrol için gerekli sinyaller üretilmektedir. Elde edilen çözümler şekil 3.34’ de verilmiştir.



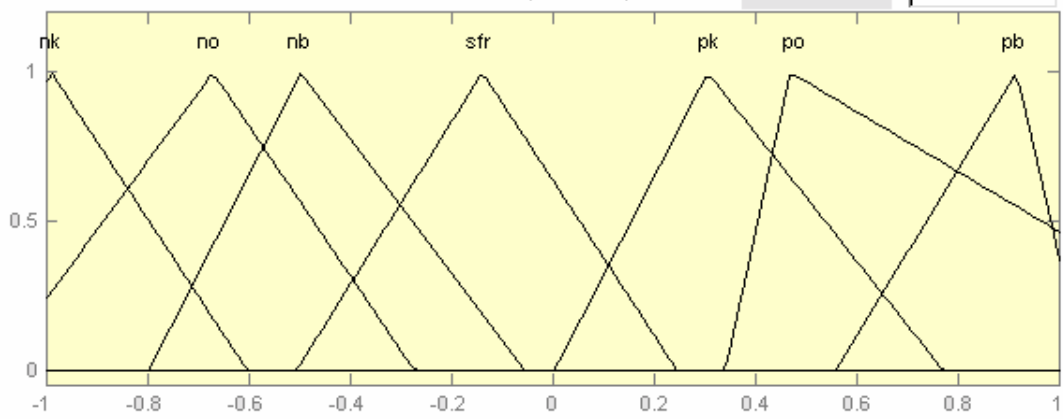
Şekil 3.34 Hata ve Hata Değişimi Üyelik Fonksiyonunun Çözü Salma Sistemi Üzerine Etkisi

Bulanık mantık kontrolde giriş üyelik fonksiyonlarının ayak aralığının tespiti ve kural tabanının oluşturulmasında uzman görüş ve deneysel sonuçlar belirleyicidir. Deneysel verilerin yetersiz olduğu durumlarda sonucu belirleyici olan tamamen uzman görüşler olmaktadır. Bu durumda kişisel hata veya eksikliklerin sonucu olumsuz etkileme durumu olduğundan kontrol zafiyetinin olmaması için giriş üyelik fonksiyonlarının ayak aralığının tespiti ve kural tabanının oluşturulmasında Anfis yönteminin kullanılır. Anfis yönteminin kullanılması (Adaptive Neuro-Fuzzy) çok az deney sonucundan bile en iyi bulanık mantık modelinin oluşturulmasıyla kişisel hata veya eksikliklerin giderilmesi açısından çok büyük bir eksikliği ortadan kaldırmıştır.

Çözü salma sisteminin Bulanık mantıkla kontrolünde her iki yöntemin kullanılması ile çözümler yapılmıştır. Anfis yöntemi ile oluşturulan Bulanık Mantık kontrol yönteminin giriş üyelik fonksiyonları şekil 3.35 ve 3.36' de görülmektedir.

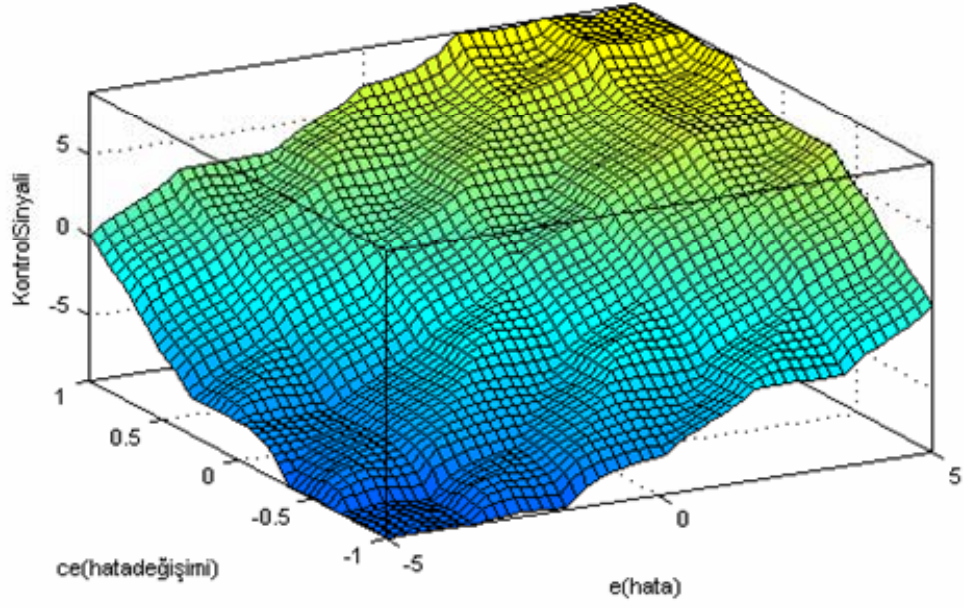


Şekil 3.35 Anfis Modelinin “e(hata)” Giriş Üyelik Fonksiyonu



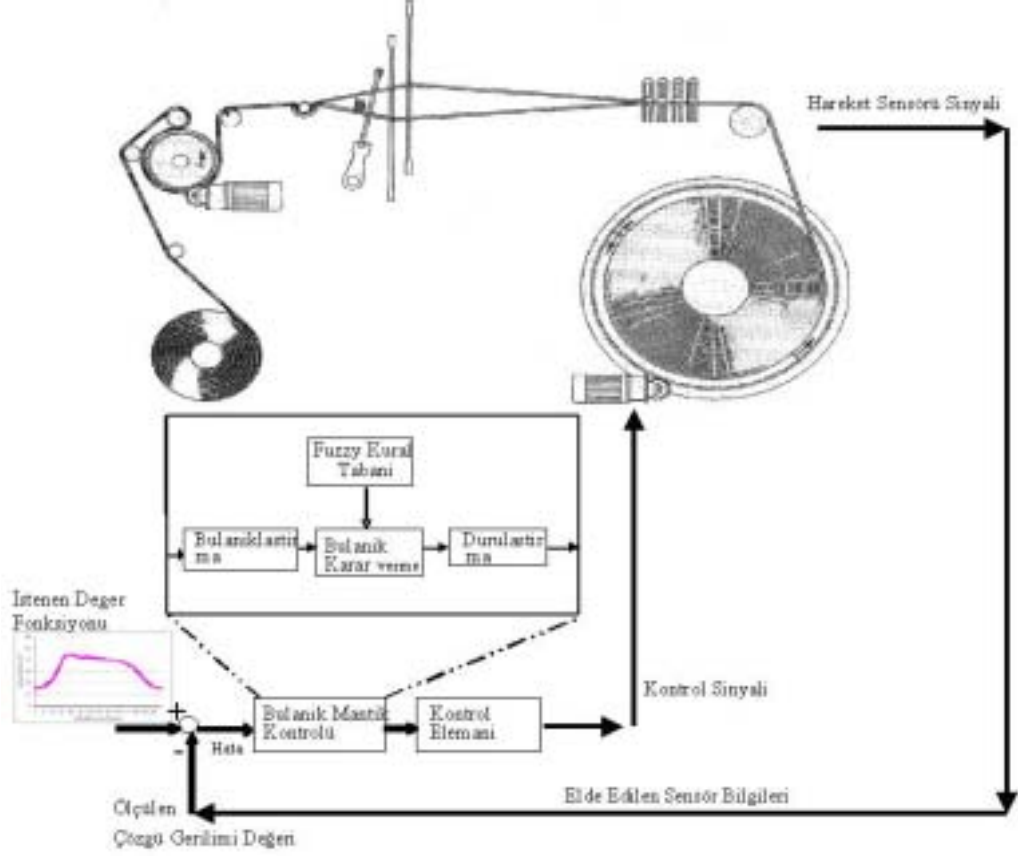
Şekil 3.36 Anfis Modelinin “ce(hatadeğişimi)” Giriş Üyelik Fonksiyonu

Belirlenen üyelik fonksiyonlarının birbiri arasındaki ilişkiler deneysel verilerden yararlanarak Anfis yöntemi tarafından kural tabanı ve üyelik fonksiyonlarının ayak genişlikleri belirlenmiştir. Belirlenen bu özellikler Matlab programında çözümlenerek kontrol için gerekli sinyaller üretilmektedir. Elde edilen kontrol sinyali çözümleri şekil 3.37’de verilmiştir. Şekil 3.34 ve şekil 3.37 karşılaştırıldığında anfis yöntemi ile elde edilen çözüm grafiğinde hata ve hata değişiminin büyümesi ve küçülmesi ile kontrol sinyallerinin daha makul arttığı ve azaldığı görülmektedir.



Şekil 3.37 Anfis Modelinden Elde Edilen Hata ve Hata Değişimi Üyelik Fonksiyonunun Çözü Salma Sistemi Üzerine Etkisi

Bulanık Mantık gerçek zamanlı kontrolde, sensörden elde edilen çözgü gerilimi değerleri ana milin her bir aç değeri için referans gerginlik değerleri ile kıyaslanarak aralarındaki fark tespit edilmiştir. Bulunan fark değeri yani sistemde meydana gelen hata ve bir önceki hata arasındaki hata değışimi değerleri bulanık mantık giriş fonksiyonlarını oluşturmaktadır. Bulanık mantık kontrolde kural tabanına göre meydana gelen hatanın sıfırlanması için kontrol sinyali elde edilir. Elde edilen sinyal servo motor sürücüsüne gönderilerek gerçek zamanlı olarak Bulanık Mantık kontrol işlemi gerçekleştirilir(şekil 3.38).



Şekil 3.38 Dokuma Makinesinin Bulanık Mantıkla Kontrolü

3.2.3 Çözü İpliği Kopma Deneyi ve Kumaş Testleri

Kontrol yöntemlerinin gerçekleştirilmesinden sonra kullanılan bu yöntemlerin çözgü ipliği kopuş sayısı ve kumaş özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

3.2.3.1 Çözü İpliği Kopma Deneyi

Çözgü salma sistemi kontrol yöntemlerinin çözgü kopuşu üzerine etkisinin incelenmesi amacı ile her kontrol yöntemi için 100.000 atkı süresince kopan çözgü iplikleri sayılarak toplam çözgü kopuş oranı tespit edilmiştir. Deneyler sırasında her deneyde kopan çözgü iplikleri bağlanmayıp deney sonunda toplu halde sayılmıştır.

3.2.3.2 Kumaş Testleri

Konvansiyonel, PID, Evrimsel Programlama ve Bulanık Mantık kontrol yöntemleri ile elde edilen kumaşların gramaj (TS 251), atkı ve çözgü kısalma oranları (TS 254), sıklıklar (TS 250 EN 1049-2), kumaş kopma mukavemetleri ve kopma uzaması değerleri test edilmiştir. Mukavemet deneyleri Türk Standartları Enstitüsü “TS EN ISO 13934-2 kavrama metodu” na göre Lloyd mukavemet test cihazında yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Deney verileri Konvansiyonel kontrol yöntemi, PID kontrol yöntemi, Evrimsel programlama ve Bulanık Mantık kontrol yöntemlerinden elde edilen çözgü gerilimleri olmak üzere dört kısımda incelenmiştir.

4.1 Konvansiyonel Kontrol Yöntemi İle Elde Edilen Çözgü Gerilimi

Deneylerde kullanılan dokuma tezgahının çözgü salma sistemi tarafından çözgü geriliminin artışına bağlı olarak çözgü levendi salınmaktadır. Bu ölçümler sonunda elde edilen çözgü gerilimi yaklaşık 23-53 cN arasında elde edilmiştir.

Hareket sensöründen elde edilen elektriksel voltaj değerleri (şekil 4.1) daha önce tespit edilen matematiksel ilişki kullanılarak “cN” a dönüşümü yapılmıştır. Bu dönüşüm sonrasında elde edilen çözgü gerginlik grafiği (cN) şekil 4.2’ de verilmiştir. Şekil 4.3’ den de görüldüğü gibi çözgü gerilimi 23-53 cN arasında elde edilmiştir. Konvansiyonel kontrolde gerginlik değişim aralığı 30 cN’ olarak gerçekleşmiştir.

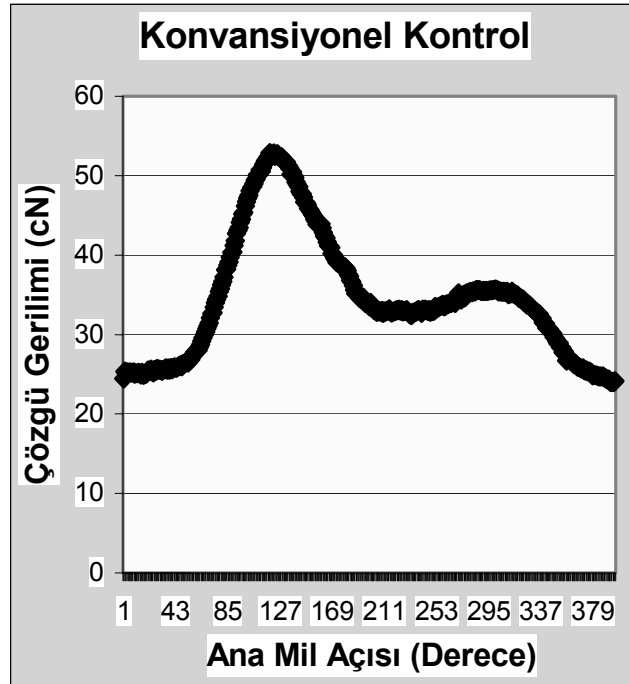


Şekil 4.1 Hareket sensöründen elde edilen Voltaj Gerilimi



Şekil 4.2 Elektriksel Voltaj Geriliminin Dönüşümü Sonucu Elde Edilen Çözgü Gerilimi

Şekil 4.2’ de görüldüğü gibi çözgü gerilimi değerleri bir devirde yüksek sonraki devirde daha düşük olmaktadır. Bunun nedeni arka köprü pozisyonundan dolayı ağızlığın asimetrik olmasıdır.



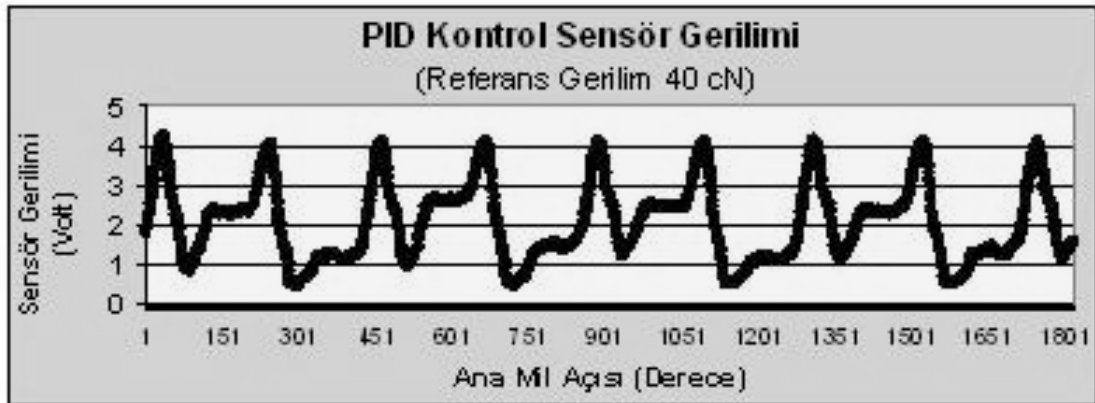
Şekil 4.3 Ana Milin Bir Devrinde Gerçekleşen Çözgü Gerilimi

4.2 PID Kontrol Yöntemi İle Elde Edilen Çözümlü Gerilimi

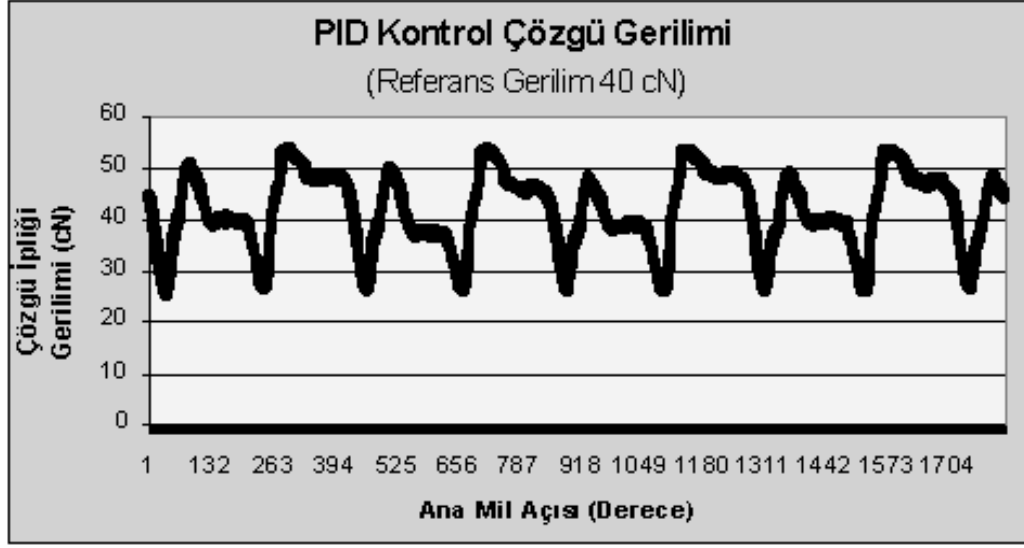
Konvansiyonel çözümlü salma sisteminin yerine sistem servo motor ile kontrol edilmiştir. Servo kontrolde PID (Orantı, İntegral ve Türev) etki kullanılmıştır. Deneyler sırasında servo motorun kararlı bir şekilde çalışmasını sağlayan orantı, integral ve türev etki katsayıları tespit edilmiştir ($K_p:100$, $K_d:3$, $K_i:1$). PID etki kontrolde çözümlü geriliminin belirli bir büyüklükte alt ve üst sınırının belirlenerek gerçekleşen çözümlü geriliminin bu sınır değerler arasında kalması amaçlanır. Bazen bu aralık yerine referans gerginlik değeri tespit edilir. Çözümlü geriliminin belirlenen referans gerginlik değerini aşmaması sağlanmaya çalışılır. Bu çalışmada referans değeri 40 cN, 30 cN ve 20 cN (2 Volt, 3 Volt ve 4 Volt) olarak belirlenerek her bir durum için çözümlü geriliminin kontrolü gerçekleştirilmiştir. Böylece referans gerginlik değerinin çözümlü gerilimi üzerine etkisinin ve en düşük ortalama çözümlü geriliminin tespiti amaçlanmıştır.

4.2.1 PID Kontrol Yönteminde (Referans Gerginlik 40 cN) Elde Edilen Çözümlü Gerilimi

PID kontrolde referans değeri 2 volt (yaklaşık 40 cN' a karşılık gelir) olarak alındığında yapılan deneyler sonucunda elde edilen sensör gerginlik değerleri ve çözümlü ipliği gerginlik değerleri şekil 4.4 ve şekil 4.5' de verilmiştir.



Şekil 4.4 PID Kontrol Yönteminde Referans Gerginlik 40 cN (2 Volt) ile Elde Edilen Sensör Gerilimi

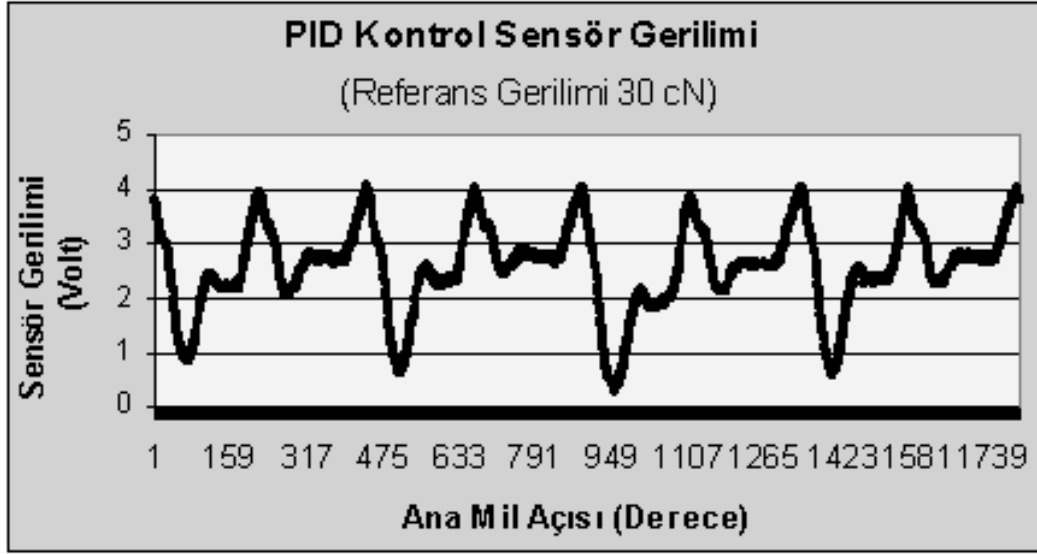


Şekil 4.5 PID Kontrol Yönteminde Referans Gerginlik 40 cN (2 Volt) ile Elde Edilen Çözgü

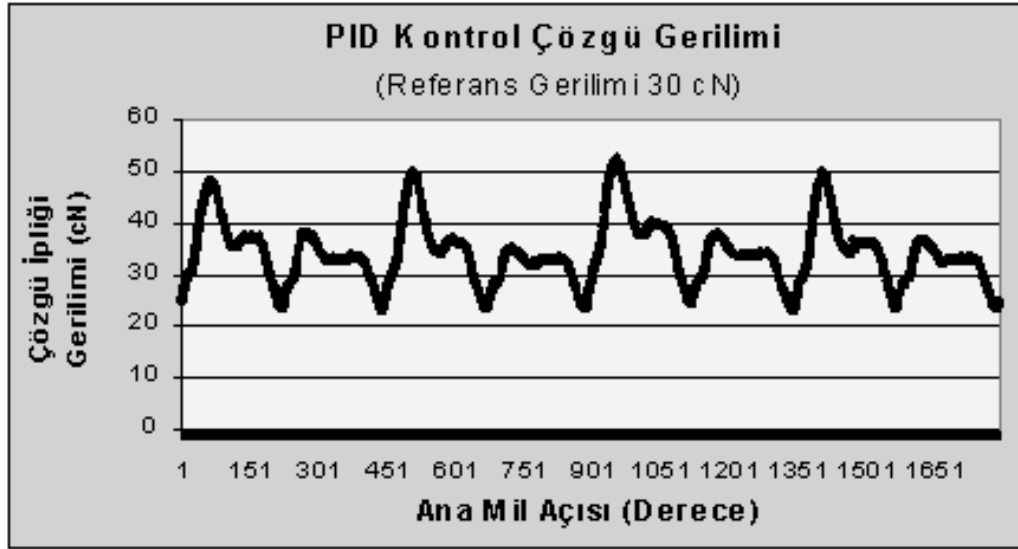
Şekil 4.5' den de görüldüğü gibi referans gerginlik değerinin 40 cN olması durumunda çözgü ipliği gerginliğinin konvansiyonel kontrolden elde edilen çözgü gerilimi değerlerine (55 cN) yakın olduğu görülmektedir.

4.2.2 PID Kontrol Yönteminde (Referans Gerginlik 30 cN) Elde Edilen Çözgü Gerilimi

PID kontrolde referans değer 3 volt (yaklaşık 30 cN' a karşılık gelir) olarak alındığında yapılan deneyler sonucunda sensörün ürettiği voltaj değerleri ve çözgü ipliği gerginlik değerleri şekil 4.6 ve şekil 4.7' de verilmiştir.



Şekil 4.6 PID Kontrol Yönteminde Referans Gerginlik 30 cN (3 Volt) ile Elde Edilen Sensör Gerilimi

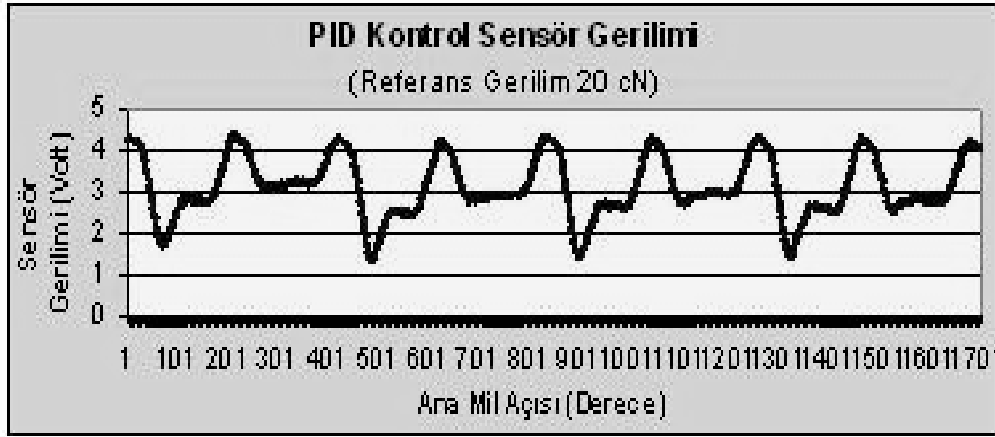


Şekil 4.7 PID Kontrol Yönteminde Referans Gerginlik 30 cN (3 Volt) ile Elde Edilen Çözgü Gerilimi

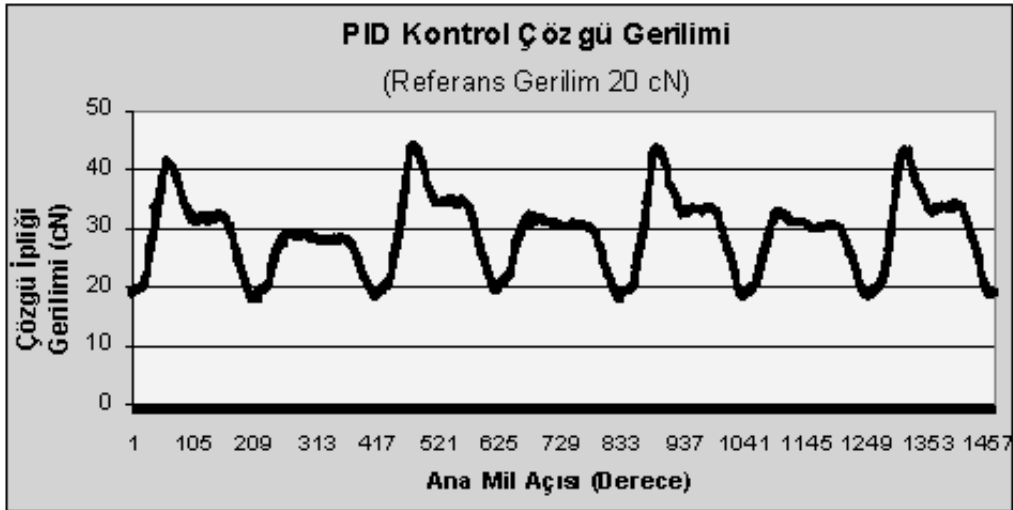
Referans gerginlik değerinin 30 cN olarak seçildiği durumda konvansiyonel ve 40 cN referans değere sahip PID kontrolden daha düşük gerginlik değerleri elde edilmiştir.

4.2.3 PID Kontrol Yönteminde (Referans Gerginlik 20 cN) Elde Edilen Çözgü Gerilimi

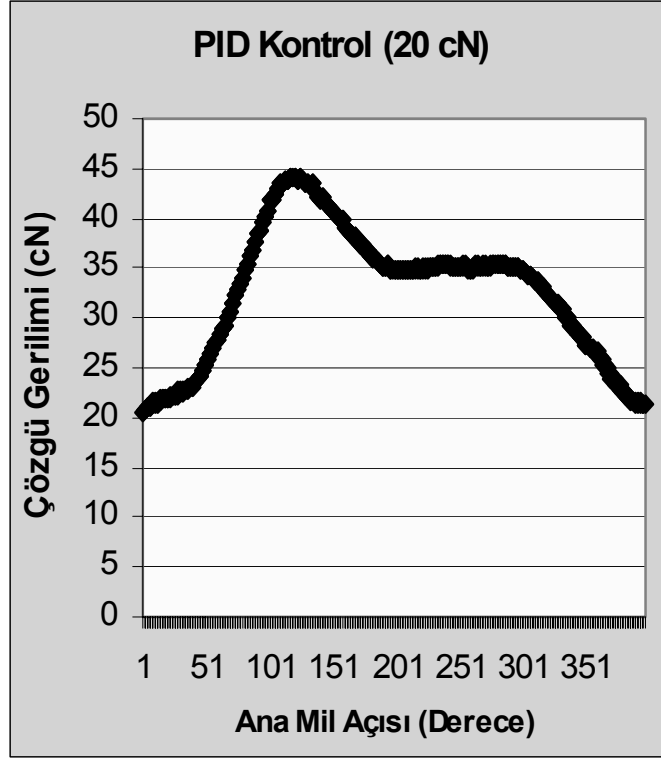
PID kontrolde referans değer 4 volt (yaklaşık 30 cN' a karşılık gelir) olarak alındığında yapılan deneyler sonucunda hareket sensöründen elde edilen voltaj gerginlik değerleri ve çözgü ipliği gerginlik değerleri şekil 4.8 ve şekil 4.9' da verilmiştir.



Şekil 4.8 PID Kontrol Yönteminde Hareket Sensöründen Elde Edilen Sensör Gerilimi



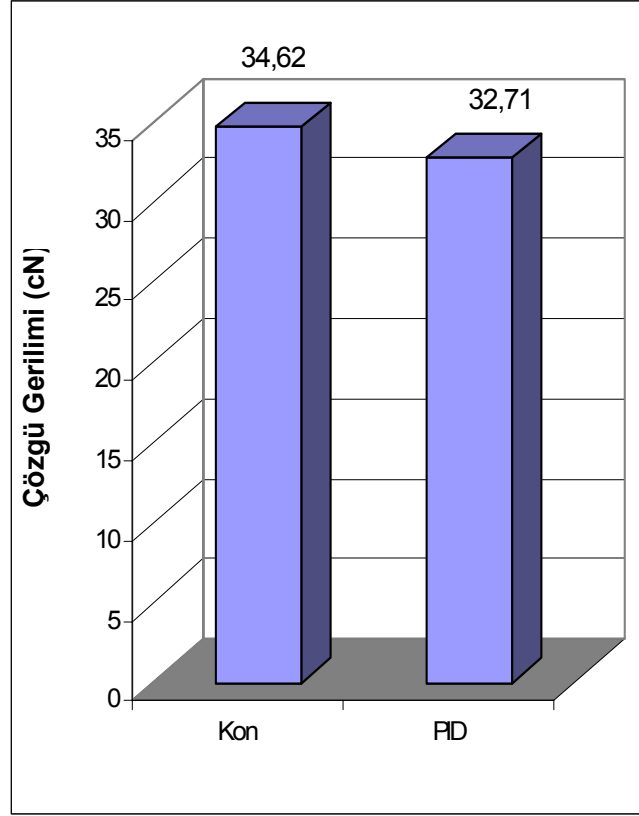
Şekil 4.9 PID Kontrol Yönteminde Hareket Sensöründen Elde Edilen Çözgü Gerilimi



Şekil 4.10 PID Kontrol Yönteminde Hareket Sensöründen Ana Milin Bir Devrinde Elde Edilen Çözümlü Gerilimi

Referans gerginlik değerinin 20 cN olarak seçilmesi durumunda ise konvansiyonel ve 40, 30 cN referans değerlere sahip PID kontrollerden daha düşük gerginlik değerleri elde edilmiştir. Bunun nedeninin referans değerinin olduğu açık şekilde görülmektedir.

Konvansiyonel ile PID kontrol yöntemlerinden beş farklı testten elde edilen ortalama çözümlü gerilimi değerleri şekil 4.11' de verilmiştir. PID kontrolün konvansiyonel kontrole göre yaklaşık 2 cN daha düşük gerginlik ortalamasına sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 4.11 Konvansiyonel ile PID Kontrol Yöntemlerinden Elde Edilen Ortalama Çözümlü Gerilimi

Çizelge 9’ da görüldüğü gibi konvansiyonel ile PID kontrol yöntemi arasında yapılan t testi sonuçlarında iki kontrol yönteminden elde edilen sonuçlar arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir

Çizelge 9 Konvansiyonel ile PID kontrol Yönteminden Elde Edilen Çözümlü Gerilimi Değerleri Arasında Yapılan t Testi Sonuçları

	Ortalama	Std. Sapma	t Değeri	P(analiz değeri)
Konvansiyonel	34,6	7,865	3,687	0,193*
PID	32,7	6,664		

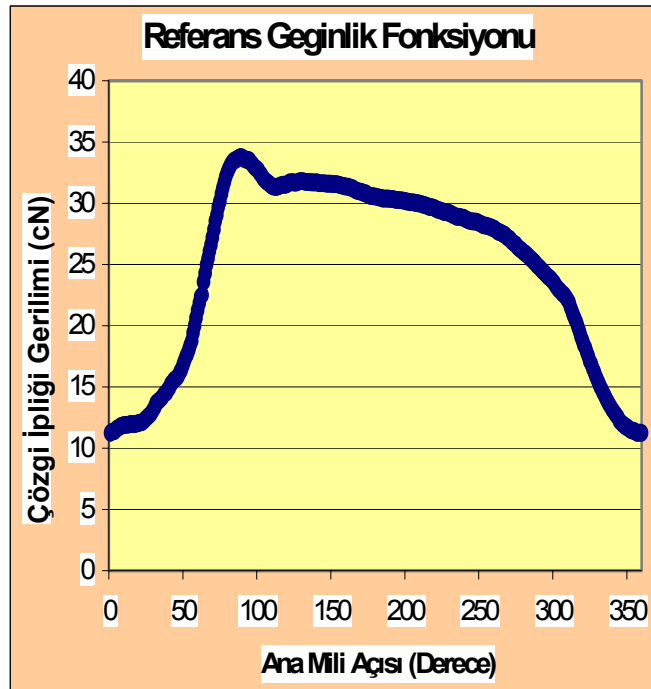
P(analiz değeri) < 0.05 olduğunda istatistiksel açıdan fark vardır.

4.3 Yapay Zeka Yöntemi İle Elde Edilen Çözgü Gerilimi

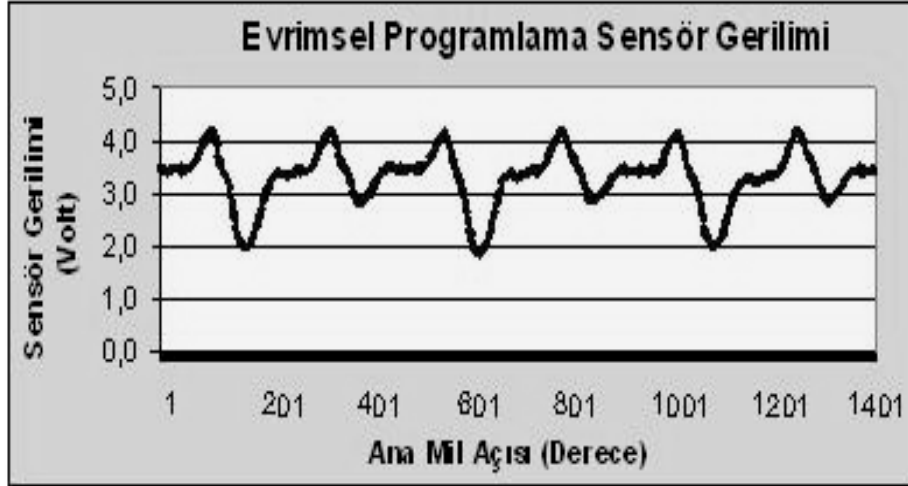
Bu çalışmanın son aşamasında çözgü geriliminin kontrolünde iki farklı yapay zeka yöntemi kullanılmıştır. Bunlardan ilki Evrimsel Programlama, ikincisi Bulanık Mantık kontrolüdür. Evrimsel Programlama ile deneysel çalışmalardan elde edilen çözgü gerilimi değerleri kullanılarak elde edilen çözgü gerilimi fonksiyonu kullanılarak çözgü salma sistemi kontrol edilmiştir. Son olarak Bulanık Mantık kontrol yöntemi ile çözgü salma sisteminin kontrolü gerçekleştirilmiştir.

4.3.1 Çözgü Salma Sisteminin Evrimsel Programlama Yöntemi ile Kontrolü

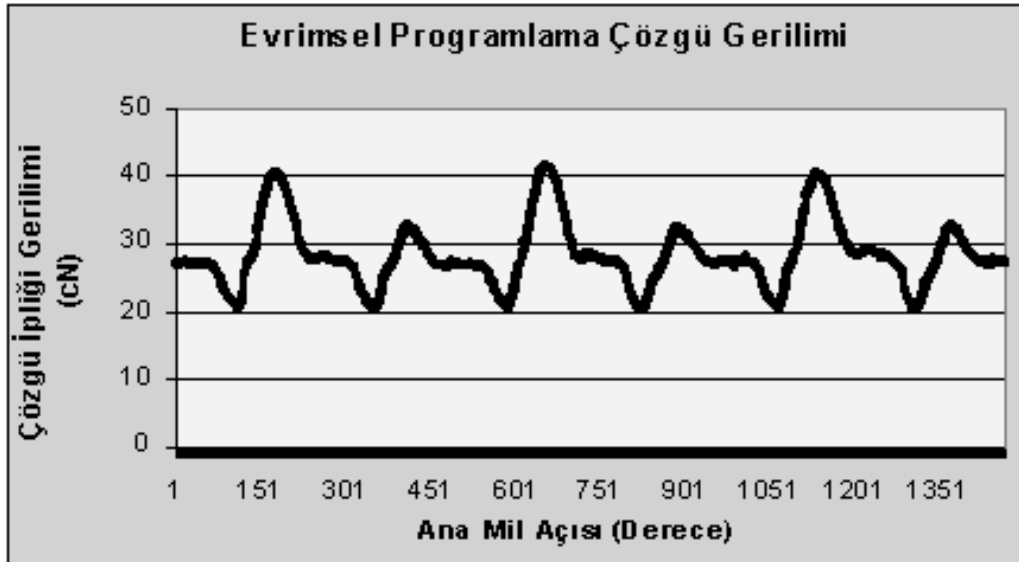
Evrimsel Programlama yöntemi ile yapılan kontrolde referans değer PID etki kontrolde olduğu gibi tek bir değer olarak belirlenmemiştir. Evrimsel Programlamada deneysel verilerin kullanılması ile elde edilen çözgü gerilimi fonksiyonu referans değer olarak kabul edilmiştir (şekil 4.12). Bu yöntemle yapılan kontrol sonucunda yapılan deneylerden kaydedilen iplik gerilimi ve voltaj değerlerinin grafikleri şekil 4.13 ve şekil 4.14' de verilmiştir.



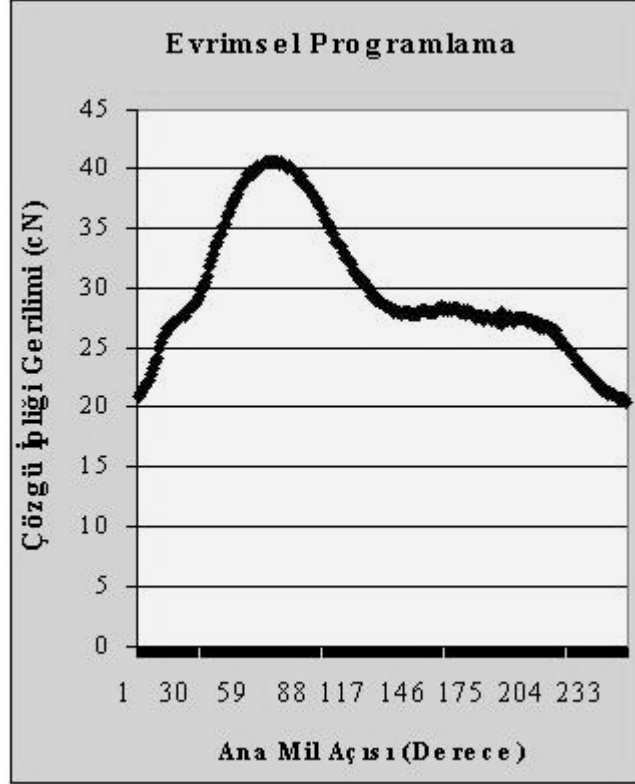
Şekil 4.12 Evrimsel Programlama İle Elde Edilen Referans Geginlik Fonksiyonu



Şekil 4.13 Evrimsel Programlama Kontrol Yönteminde Hareket Sensöründen Elde Edilen Sensör Gerilimi



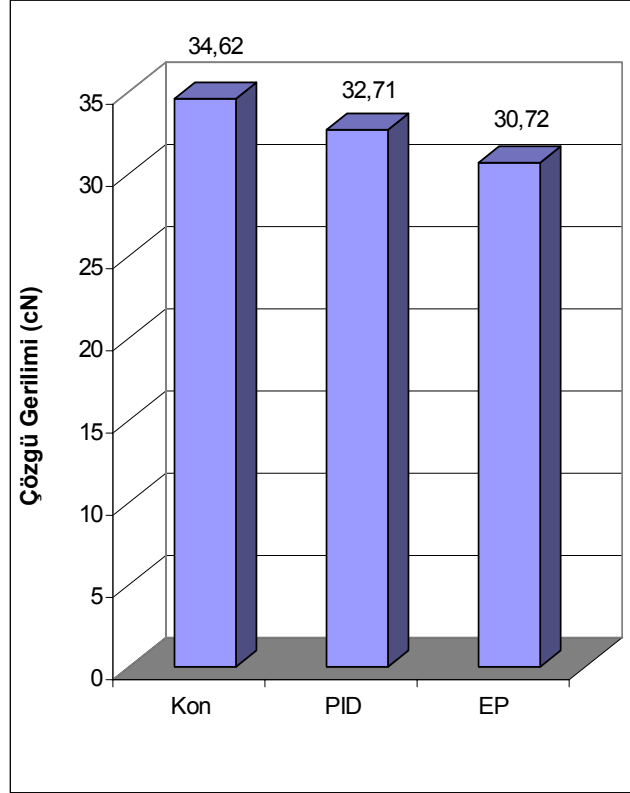
Şekil 4.14 Evrimsel Programlama Kontrol Yönteminde Hareket Sensöründen Elde Edilen Çözgü Gerginliği



Şekil 4.15 Evrimsel Programlama Kontrol Yönteminde Ana Milin Bir Devrinde Hareket Sensöründen Elde Edilen Çözgü Gerginliği

Evrimsel Programlama ile kontrolde çözgü gerilimi PID kontrole oranla daha düşük olarak elde edilmiştir. PID (referans değer 20 cN) kontrolden sadece farkı referans değerinin sabit bir değer olarak değil de bir fonksiyon olmasıdır.

Şekil 4.16' da Konvansiyonel, PID ve EP kontrol yöntemlerinden elde edilen beş farklı testin ortalama çözgü gerilimi değerleri görülmektedir. Ortalama gerginlik grafiğine göre EP kontrolün konvansiyonel kontrole göre yaklaşık 4 cN, PID kontrolün konvansiyonel kontrole göre yaklaşık 2 cN daha düşüktür.



Şekil 4.16 Konvansiyonel, PID ve EP kontrol yöntemlerinden elde edilen ortalama çözgü gerilimi değerleri

Konvansiyonel ile EP kontrol yöntemi arasında yapılan t testi sonuçlarında iki kontrol yönteminden elde edilen sonuçlar arasında istatistiksel açıdan (P analiz değeri 0,000 olarak gerçekleştiğinden) önemli bir fark olduğu tespit edilmiştir (çizelge 10).

Çizelge 10 Konvansiyonel ile EP Kontrol Yönteminden Elde Edilen Çözgü Gerilimi Değerleri Arasında Yapılan t Testi Sonuçları

	Ortalama	Std. Sapma	t Değeri	P(analiz değeri)
Konvansiyonel	34,6	7,865	8,031	0,000*
EP	30,7	5,666		

* P(analiz değeri) < 0.05 olduğunda istatistiksel açıdan fark vardır.

Yine PID ile EP kontrol yöntemi arasında yapılan t testi sonuçlarında iki kontrol yönteminden elde edilen sonuçlarda istatistiksel açıdan (P analiz değeri < 0.05 olarak gerçekleştiğinden) önemli bir fark olduğu görülmüştür (çizelge 11).

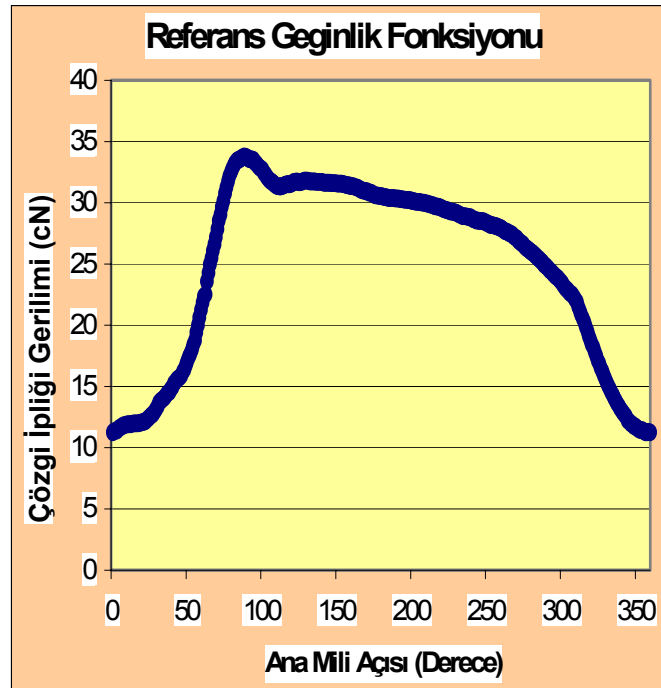
Çizelge 11 PID ile EP Kontrol Yönteminden Elde Edilen Çözgü Gerilimi Değerleri Arasında Yapılan t Testi Sonuçları

	Ortalama	Std. Sapma	t Değeri	P(analiz değeri)
PID	32,7	6,664	1,108	0,000*
EP	30,7	5,666		

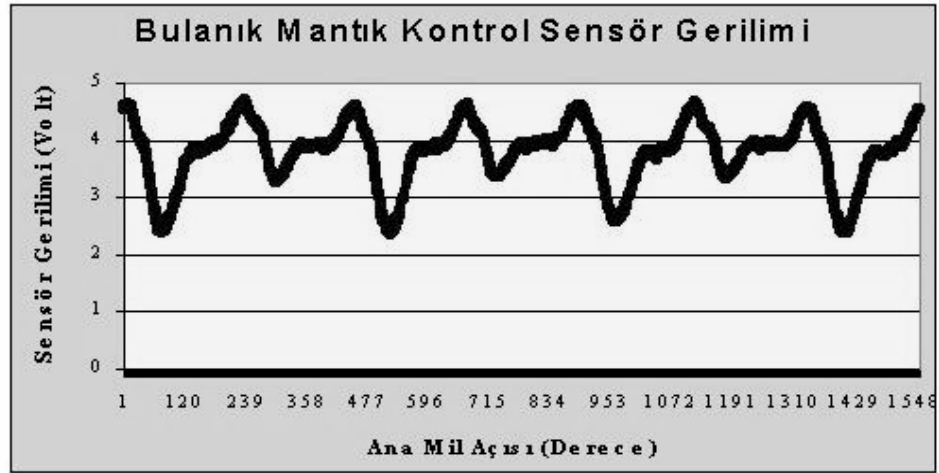
* P(analiz değeri) < 0.05 olduğunda istatistiksel açıdan fark vardır.

4.3.2 Çözgü Salma Sisteminin Bulanık Mantık Yöntemi ile Kontrolü

Bulanık Mantıkla kontrolde referans değer PID etki kontrolde olduğu gibi tek bir değer olarak belirlenmemiştir. Evrimsel Programlama ile deneysel verilerin kullanılmasıyla elde edilen çözgü gerilimi fonksiyonu referans değer olarak kabul edilmiştir (şekil 4.17). Bu yöntem sonucu yapılan deneylerden kaydedilen iplik gerginlik ve voltaj değerlerinin grafikleri şekil 4.18 - şekil 4.20' de verilmiştir.



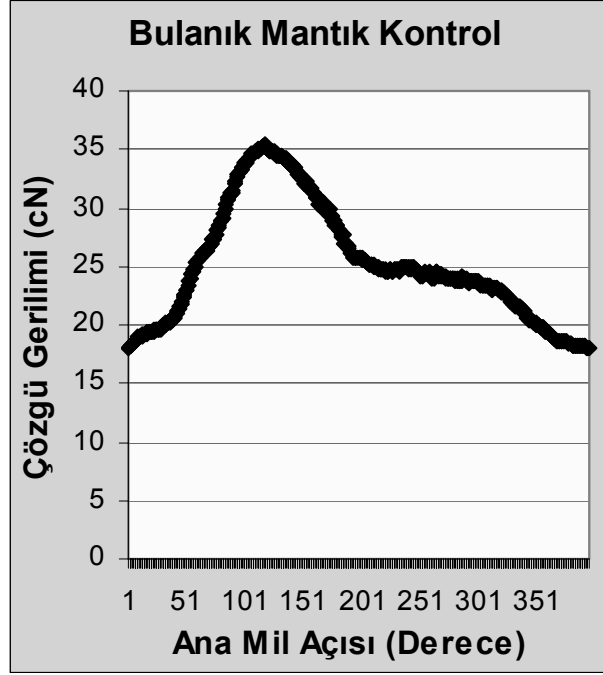
Şekil 4.17 Evrimsel Programlama İle Elde Edilen Referans Gerginlik Fonksiyonu



Şekil 4.18 Bulanık Mantık Kontrol Yönteminde Hareket Sensöründen Elde Edilen Sensör Gerilimi



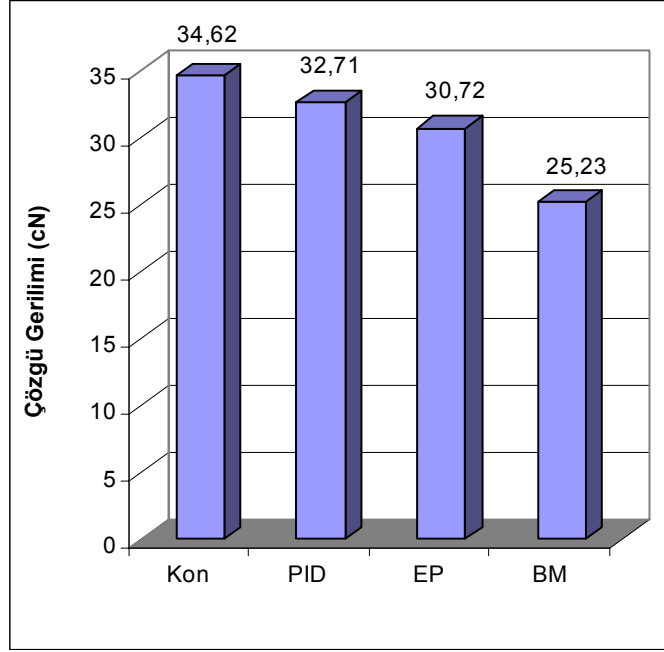
Şekil 4.19 Bulanık Mantık Kontrol Yönteminde Hareket Sensöründen Elde Edilen Çözgü Gerilimi



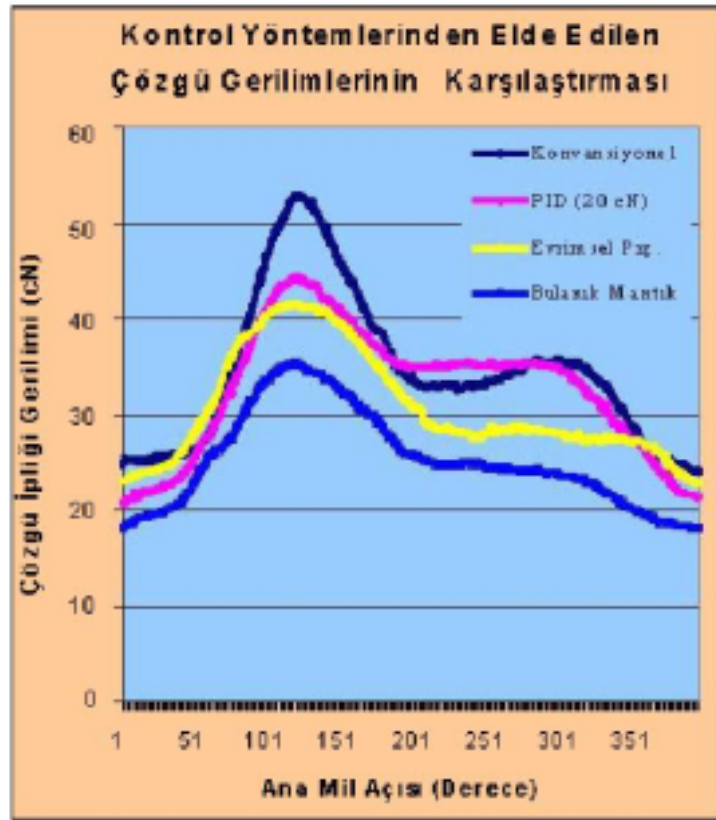
Şekil 4.20 Bulanık Mantık Kontrol Yönteminde Hareket Sensöründen Ana Milin Bir Devrinde Elde Edilen Çözümlü Gerilimi

Çözgü salma sisteminin Bulanık Mantık yöntemi ile kontrolünde daha önceki kontrol yöntemlerine göre çok düşük çözgü gerilimi değerleri elde edilmiştir. Maksimum çözgü gerilimi 53 cN' dan 35 cN' a düşmüştür. Çözgü gerilimi değişim aralığı ise 30 cN' dan 17 cN' a düştüğü tespit edilmiştir.

Şekil 4.21 ve 22' de konvansiyonel, PID, EP ve BM kontrol yöntemlerinden elde edilen beş farklı testin ana milin bir devrinde gerçekleşen ve ortalama çözgü gerilimi değerleri verilmiştir. En yüksek ortalama çözgü gerginliğinin konvansiyonel kontrol, en düşük ortalama çözgü gerginliğinin BM kontrol yönteminden elde edildiği ve aralarındaki farkın “9 cN” olduğu net bir şekilde görülmektedir.



Şekil 4.21 Konvansiyonel, PID, EP ve Bulanık Mantık Kontrol Yöntemlerinden Elde Edilen Ortalama Çözümlü Gerilimi Değerleri



Şekil 4.22 Çözümlü Kontrol Yöntemlerine Göre Elde Edilen Gerginlik Grafikleri

Çözü salma sisteminin kontrolünde kullanılan konvansiyonel, PID ve EP ile BM yöntemi arasında yapılan t testi sonuçlarında kontrol yöntemlerinden elde edilen sonuçlar arasında istatistiksel açıdan (P analiz değeri 0,000 olarak gerçekleştiğinden) önemli bir fark vardır (çizelge 12, 13, 14).

Çizelge 12 Konvansiyonel ile Bulanık Mantık Kontrol Yönteminden Elde Edilen Çözgü Gerilimi Değerleri Arasında Yapılan t Testi Sonuçları

	Ortalama	Std. Sapma	t Değeri	P(analiz değeri)
Konvansiyonel	34,6	7,865	20,017	0,000*
Bulanık Mantık	25,2	5,044		

- P analiz değeri < 0.05 olduğunda istatistiksel açıdan fark vardır.

Çizelge 13 PID ile Bulanık Mantık Kontrol Yönteminden Elde Edilen Çözgü Gerilimi Değerleri Arasında Yapılan T Testi Sonuçları

	Ortalama	Std. Sapma	t Değeri	P(analiz değeri)
PID	32,7	6,664	6,588	0,000*
Bulanık Mantık	25,2	5,044		

* P analiz değeri < 0.05 olduğunda istatistiksel açıdan fark vardır.

Çizelge 14 EP ile Bulanık Mantık Kontrol Yönteminden Elde Edilen Çözgü Gerilimi Değerleri Arasında Yapılan t Testi Sonuçları

	Ortalama	Std. Sapma	t Değeri	P(analiz değeri)
EP	30,7	5,666	4,589	0,000*
Bulanık Mantık	25,2	5,044		

* P analiz değeri < 0.05 olduğunda istatistiksel açıdan fark vardır.

4.4 Çözgü İpliği Kopma Deneyleri ve Kumaş Testleri

Kontrol işlemlerinin performanslarının ve kumaş kalitesi üzerine etkilerinin incelenmesi amacı ile çözgü ipliği kopma deneyleri ve kontrol yöntemlerine göre elde edilen kumaşların testleri yapılmıştır.

4.4.1 Kopma Deneyleri

Konvansiyonel, PID, Evrimsel Programlama ve Bulanık Mantık çözgü kontrolü yöntemleri ile yapılan deneyler sonucunda çözgü ipliğinde meydana gelen kopma sayıları çizelge 15’ de verilmiştir. Kopma sayılarına bakıldığında özellikle EP ve Bulanık Mantık yöntemlerinde Konvansiyonel kontrol yöntemine göre kopuş sayılarının daha düşük olduğu görülmektedir. Konvansiyonel ile Bulanık Mantık kontrol yöntemleri arasında % 59,7 oranında çözgü ipliği kopuşunun azaldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 15 Konvansiyonel, PID ve Yapay Zeka Kontrol Yöntemlerinde Çözgü Kopuş Oranı

Kontrol Yöntemi	Toplam Kopuş Sayısı/10 ⁵ Atkı
Konvansiyonel Çözgü Kontrol	87
PID Çözgü Kontrol (Referans Değer 20 cN)	68
Evrimsel Programlama Çözgü Kontrol	52
Bulanık Mantık Çözgü Kontrol	35

4.4.2 Kumaş Testleri

Kontrol yöntemlerinden elde edilen kumaşlara atkı ve çözgü yönü testleri yapılmıştır.

4.4.2.1 Kumaşların Atkı Yönü Testleri

Kontrol yöntemlerinden elde edilen kumaşların atkı yönünde yapılan test sonuçları çizelge 16’ da verilmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre kopma mukavemetinde Konvansiyonel ile PID kontrol arasında istatistiksel açıdan fark görülmemektedir. Fakat Konvansiyonel ile EP ve Bulanık Mantık yöntemleri arasında istatistiksel açıdan fark tespit edilmiştir (çizelge 17).

Çizelge 16 Kumaşların Atkı Yönü Test Sonuçları

Kontrol Yöntemleri	Kumaş Kopma Mukavemeti (N)	Kopma Uzaması (%)	Gramaj (g/m ²)	Sıklık (Tel/cm)	Kısalma Oranı (%)	Numara (Ne)
Konvansiyonel Kontrol	604,30	15,29	109,42	20	2,98	24/2
PID Kontrol	605,48	15,93	110,00		3	
EP Kontrol	608,39	15,30	110,64		2,96	
Bulanık Mantık Kontrol	629,28	14,86	111,23		2,92	

Çizelge 17 Kumaşların Atkı Yönü Kopma Kuvvetine ait Test Sonuçları (LSD)

Kontrol Yöntemi		Ortalama Fark	Std. Sapma	Sig.
Konvansiyonel	PID	-1,18	24,688	0,661
	EP	-4,09	17,681	0,037*
	Bulanık Mantık	-24,98	40,438	0,000*
PID	Konvansiyonel	1,18	29,809	0,661
	EP	-2,91	17,681	0,012*
	Bulanık Mantık	-23,8	40,438	0,006*
EP	Konvansiyonel	2,91	29,809	0,037*
	PID	4,09	24,688	0,012*
	Bulanık Mantık	-20,89	40,438	0,022*
Bulanık Mantık	Konvansiyonel	24,98	29,809	0,000*
	PID	23,8	24,688	0,006*
	EP	20,89	17,681	0,022*

*significant < 0.05 olduğunda istatistiksel açıdan fark vardır.

Kumaşların atkı yönünde yapılan kopma uzaması test sonuçlarında hiçbir kontrol yönteminde istatistiksel açıdan fark yoktur. İstatistiksel analiz sonuçları çizelge 18’ de verilmiştir.

Çizelge 18 Kumaşların Atkı Yönü Kopma Uzamasına ait Test Sonuçları (LSD)

Kontrol Yöntemi		Ortalama Fark	Std. Sapma	Sig.
Konvansiyonel	PID	-0,340	0,772	0,665
	EP	-1,760	0,739	0,981
	Bulanık Mantık	0,524	0,772	0,506
PID	Konvansiyonel	0,340	0,772	0,665
	EP	0,322	0,739	0,668
	Bulanık Mantık	0,864	0,772	0,279
EP	Konvansiyonel	1,760	0,739	0,981
	PID	-0,322	0,739	0,668
	Bulanık Mantık	0,542	0,739	0,474
Bulanık Mantık	Konvansiyonel	-0,522	0,772	0,506
	PID	-0,864	0,772	0,279
	EP	-0,542	0,739	0,474

*significant < 0.05 olduğunda istatistiksel açıdan fark vardır.

4.4.2.2 Kumaşların Çözgü Yönü Testleri

Kumaşların çözgü yönünde yapılan test sonuçları çizelge 19' da verilmiştir. Kumaşların çözgü yönünde yapılan kopma mukavemeti test sonuçlarında hiçbir kontrol yönteminde istatistiksel açıdan fark tespit edilememiştir. İstatistiksel analiz sonuçları Çizelge 20' de verilmiştir.

Çizelge 19 Kumaşların Çözgü Yönü Test Sonuçları

Kontrol Yöntemleri	Kumaş Kopma Mukavemeti (N)	Kopma Uzaması (%)	Gramaj (g/m ²)	Sıklık (Tel/cm)	Kısalma Oranı (%)	Numara (Denye)
Konvansiyonel Kontrol	516,03	40,06	109,42	25	4,5	70
PID Kontrol	500,49	43,66	110,00		4,65	
EP Kontrol	505,69	45,01	110,64		4,66	
Bulanık Mantık Kontrol	550,25	47,90	111,23		4,7	

Çizelge 20 Kumaşların Çözgü Yönü Kopma Kuvvetine ait Test Sonuçları (LSD)

Kontrol Yöntemi		Ortalama Fark	Std. Sapma	Sig.
Konvansiyonel	PID	24,575686	41,164372	0,558
	EP	10,343183	39,805435	0,798
	Bulanık Mantık	34,222966	42,994784	0,436
PID	Konvansiyonel	24,575686	41,164372	0,558
	EP	34,918869	37,820983	0,367
	Bulanık Mantık	-9,647280	41,164372	0,817
EP	Konvansiyonel	10,343183	39,805435	0,798
	PID	34,918869	37,820983	0,367
	Bulanık Mantık	44,566149	39,805435	0,277
Bulanık Mantık	Konvansiyonel	34,222966	42,994784	0,436
	PID	-9,647280	41,164372	0,817
	EP	44,566149	39,805435	0,277

*significant < 0.05 olduğunda istatistiksel açıdan fark vardır.

Kumaşların çözgü yönünde yapılan kopma uzaması test sonuçlarında Konvansiyonel ile PID kontrol, EP ile Bulanık Mantık kontrol yöntemleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur. Fakat yapay zeka yöntemleri ile hem konvansiyonel hem de PID kontrol yöntemleri arasında istatistiksel açıdan fark olduğu çizelge 21' den görülmektedir.

Çizelge 21 Kumaşların Çözgü Yönü Kopma Uzamasına Ait Test Sonuçları (LSD)

Kontrol Yöntemi		Ortalama Fark	Std. Sapma	Sig.
Konvansiyonel	PID	1,133	2,018	0,581
	EP	-4,943	1,951	0,020*
	Bulanık Mantık	-7,833	2,108	0,001*
PID	Konvansiyonel	-1,133	2,018	0,581
	EP	-6,076	1,854	0,004*
	Bulanık Mantık	-8,966	2,018	0,000*
EP	Konvansiyonel	4,943	1,951	0,020*
	PID	6,076	1,854	0,004*
	Bulanık Mantık	-2,889	1,951	0,155
Bulanık Mantık	Konvansiyonel	7,883	2,108	0,001*
	PID	8,966	2,018	0,000*
	EP	2,889	1,951	0,155

*significant < 0.05 olduğunda istatistiksel açıdan fark vardır.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, dokuma işlemi sırasında çözgü ipliği üzerinde oluşan gerginlik değişiminin küçültülmesi için çözgü salma sistemi bilgisayar aracılığı ile kontrol edilmiştir. Çözgü salma sisteminin bilgisayar ile kontrolünde çeşitli kontrol metotları kullanılarak (Konvansiyonel, PID, Evrimsel Programlama ve Bulanık Mantık) her kontrol yöntemi için çözgü ipliği gerginlik değişim değerleri ölçülerek karşılaştırılmıştır.

Yapılan deneylerde yarı pozitif çözgü salma sistemine sahip konvansiyonel dokuma tezgahı üzerinden çözgü ipliği gerginlik değerleri ölçülmüştür. Çözgü iplikleri üzerinden alınan gerginlik değerleri maksimum çözgü gerilimi **53 cN**, dokumaya başlangıç gerilimi (minimum gerilim) ise **23 cN** olarak ölçülmüştür. Dokuma işlemi boyunca ortalama çözgü gerilimi **34,6 cN** olarak gerçekleşmiştir. Konvansiyonel çözgü salma sisteminde çözgü gerilimi değişim aralığı **30 cN** gibi çok yüksek sayılabilecek bir aralıkta gerçekleşmektedir.

Daha sonra konvansiyonel çözgü salma sistemi sökülerek yerine servo motor monte edilmiştir. Böylece çözgü salma sistemi bilgisayardan kontrol edilmiştir. Bu sayede çözgü salma sistemi günümüzde modern dokuma makinelerinde kullanılan PID kontrol yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. PID kontrollü çözgü salma sisteminde çözgü iplikleri üzerinde oluşan maksimum çözgü gerilimi **44,9 cN**, başlangıç gerilimi ise **20,2 cN** olarak ölçülmüştür. Çözgü salma sistemi PID kontrollü olarak çalışan dokuma makinesinde dokuma işlemi boyunca ortalama çözgü gerilimi **28,9 cN** olarak gerçekleşmiştir. PID kontrollü çözgü salma sisteminde çözgü ipliği değişim aralığı konvansiyonel çözgü salma sistemine göre daha küçük bir aralıkta **24,7 cN** olarak tespit edilmiştir. PID kontrol ile kontrol edilen çözgü salma sisteminde konvansiyonel yöntemle kontrol edilen çözgü salma sisteminden elde edilen çözgü ipliği gerginliklerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada son olarak, çözgü salma sistemi yapay zeka yöntemi kullanılarak kontrol edilmiştir. Yapay zeka kontrolü ilk olarak Evrimsel Programlama kontrol yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Evrimsel Programlama yöntemi ile yapılan kontrolde

çözgü iplikleri üzerinde oluşan maksimum çözgü gerilimi **42,1 cN**, başlangıç gerilimi ise **22 cN** olarak ölçülmüştür. Evrimsel Programlama kontrollü olarak çalışan çözgü salma ünitesinden dokuma işlemi boyunca ortalama çözgü gerilimi **26,7 cN** olarak gerçekleşmiştir. Evrimsel Programlama kontrollü çözgü salma sisteminde çözgü ipliği değişim aralığı PID çözgü salma sistemine göre daha küçük bir aralıkta **20,1 cN** olarak tespit edilmiştir. Burada dikkat çeken bir sonuçta EP kontrolde referans değerlerinin sabit değer olarak değil bir fonksiyon olarak verilmesi durumunda daha iyi sonuçların alınmasıdır.

Yapay zeka kontrolü ikinci olarak Bulanık Mantık yöntemi ile kontrol edilmiştir. Bulanık Mantık kontrol yönteminde çözgü iplikleri üzerinde oluşan maksimum çözgü gerilimi **36,1 cN** başlangıç gerilimi ise **18 cN** olarak ölçülmüştür. Bulanık Mantık kontrollü olarak çalışan dokuma makinesinde dokuma işlemi boyunca ortalama çözgü gerilimi **23,5 cN** olarak tespit edilmiştir. Bulanık Mantık kontrollü çözgü salma sisteminde gerçekleşen çözgü ipliği değişim aralığı konvansiyonel, PID ve Evrimsel programlama ile kontrol edilen çözgü salma sistemlerine göre daha küçük bir aralıkta (**17 cN**) gerçekleşmiştir.

Bu çalışmada yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Cahng, C., H., ve Wen, H., Y., (2001) ve Kim, S., ve Vachtsevanos, G. J., (2000) yaptıkları çalışma sonucunda elde ettikleri Bulanık mantık ve PID kontrol sonuçlarından elde ettikleri sonuçlara benzerdir. Yine Chang, C., ve Kim, S., yaptıkları deneyler sonucunda bulanık mantık kontrolden elde edilen sonuçların PID kontrol sonucu elde edilen değerlerden geçiş periyodunun daha kısa zamanda geçildiğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmada yapılan kontrol deneyleri sonucunda, PID kontrol ile yapılan deney sonucunda Konvansiyonel kontrol yönteminden elde edilen sonuçlara göre çok daha düşük gerginlik değerleri elde edilmiştir. Bunun yanında Evrimsel programlama ile yapılan kontrolde sabit referans değere sahip PID etki kontrolden daha düşük çözgü gerginlikleri elde edildiği görülmüştür. Yapılan deneyler sonucunda en iyi sonucun maksimum gerilimi 36 cN olarak gerçekleşen Bulanık Mantık kontrol yöntemi ile elde edildiği tespit edilmiştir.

Yapılan istatistiksel analiz sonuçları da Yapay zeka yöntemleri ile çözgü geriliminin azaldığını göstermektedir. Yapılan t testi sonuçlarında Konvansiyonel yöntemle EP ve Bulanık Mantık kontrol yöntemlerinden elde edilen çözgü gerilimlerinin farklı olduğu görülmüştür. Yine PID kontrol ile EP ve Bulanık Mantık kontrol yöntemlerinden elde edilen çözgü gerilimlerinin kesinlikle farklı olduğu yapılan istatistiksel analiz sonuçlarından anlaşılmaktadır.

Bu çalışma ile, dokuma işlemi sırasında çözgü iplikleri üzerinde oluşan gerilimin değişim aralığının küçültülebileceği görülmüştür. Çözgü salma sisteminde servo motorun kullanılması ile sistemin cevap verme hızı artarak kararsızlık süresi azalmıştır. Sistemin çevikliğinin artmasından dolayı çözgü geriliminin kontrolü daha etkin bir şekilde yapılmıştır. Bunun yanında Evrimsel programlama ve Bulanık mantık kontrol yöntemleri çözgü salma sisteminin daha hızlı ve daha çevik olarak çalışmasında çok büyük rol oynayarak çözgü ipliği üzerinde oluşan gerginlik değişiminin azalması sağlanmıştır.

Yapılan çözgü ipliği kopma deneylerinden en az kopuş sayısının Bulanık Mantık kontrol yönteminden elde edildiği, ondan sonra EP ve PID kontrol yöntemlerinin geldiği görülmüştür. En fazla kopuş Konvansiyonel kontrolde gerçekleşmiştir. Bulanık Mantık kontrol yöntemi ile % 59,7 oranında çözgü ipliği kopuşunun azaldığı tespit edilmiştir. Elde edilen bu deney sonuçları, dokuma işlemi sırasında çözgü gerilimi değişim aralığının azaltılması ile çözgü ipliği kopuş sayısının azaltılabileceğini göstermektedir.

Kontrol yöntemlerinden elde edilen kumaşların atkı ve çözgü kısalma oranları, iplik numaraları, sıklıklar, kumaş kopma mukavemetleri ve kopma uzaması özellikleri test edilmiştir. Yapılan test sonuçları istatistiksel yöntemlerle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucu kumaşların atkı ve çözgü yönünde kopma mukavemeti, kopma uzaması, atkı ve çözgü kısalma oranı test değerlerinde küçük de olsa farklılığın olduğu, iplik numarası ve sıklık değerleri arasında farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak bu çalışmada; yapay zeka kontrol yöntemlerinin kullanılması ile çözü salma sisteminin kontrolü gerçekleştirilerek çözü gerginliği değişimi 30 cN' dan 18 cN' a, maksimum çözü gerilimi değeri ise 53 cN' dan 36 cN' a düşürülmüştür. Buna bağlı olarak, kontrol yöntemlerinden elde edilen kumaş testlerinde atkı sıklığında farklılığın olmadığı aynı zamanda çözü kopuş sayısının %59,7 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Dokuma makinesinin çalışması sırasında diğer tüm duruş zamanlarının ihmal edilmesi durumunda 100.000 atkı atma süresinde çözü ipliği duruş zamanının toplam çalışma zamanına oranı %14,5' den %5,8' e düştüğü görülmüştür.

Bu konuyla ilgili bundan sonra yapılacak çalışmalarda aşağıdaki çalışma konularının dikkate alınması yeni yapılacak çalışmalara derinlik kazandıracığı düşünülmektedir.

-Arka köprünün sabitlenerek çözü geriliminin tefeye daha yakın bir bölgeden doğrudan çözü tellerinden algılanarak yapay zeka yöntemiyle kontrolü yapılabilir. Böylece arka köprü yayının oluşturduğu titreşimler elimine edilerek çözü geriliminin daha kararlı olması sağlanabilecektir.

-Aynı sistem ve kontrol yöntemi farklı atkı sıklığı ve numarasında, farklı çözü sıklığı ve numarasında uygulanabilir. Böylece yapay zeka yönteminin farklı dokuma şartlarına uyumu ölçülebilir.

-Diğer optimize yöntemlerinin ilavesi ile çözü salma sistemi kontrol edilerek yapay zeka yöntemleri arasındaki çözü gerilimleri ölçülerek performansları karşılaştırılabilir. En kararlı ve optimize yöntem tespit edilebilir.

-Yapay zeka kontrollü çözü salma sistemi farklı elyaf ve iplik cinsleri çalışmada uygulanarak çözü kopuş oranları ve makine randımanı üzerine etkisi incelenebilir. Özellikle kesik elyaf iplikleri ile çalışan dokuma makinelerindeki performansı ölçülebilir.

6. KAYNAKLAR

Adanur, S., Gowayed, Y., and Thomas, H., 1996. On-Line Measurement of Fabric Mechanical Properties for Process Control. National Textile Center Annual Report, A96-4, November, pp. 67-70.

Akmermer, S., 1990. Dokuma Makinelerinde Bilgisayar Destekli Dinamik Analiz. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.

Allan, G., Fotheringham, A., Weedall, P., 2002. The Use of Plasma and Neural Modalling to Optimise the Application of A Repellent Coating to Disposable Surgical Garments. Autex Research Journal, Vol.2, June.

Alpay, H., R., 1983. Dokuma Makineleri, Makine Mühendisleri Odası, 92-310 s., Bursa.

Anandjiwala, R., D., Carmical, M., ve Groswami, B., C., 1995. Tensile Properties and Static Fatigue Behavior of Cotton Warp Yarns. Textile Research Journal, July, 65(3), pp.131-149.

Asnaldi, F., Arnoldi, P., 1989. Hava Jetli ve Esnek Kancalı Tezgahlarda Son Gelişmeler. V. Uluslar arası Tekstil Sempozyumu, Altinyunus-Çeşme, D53-55.

Babaoğlu, G., (2002), Elektrik Motorları, Birsen Yayınevi, 1-43 s, İstanbul.

Badve, N., P., 1964. Dynamics of cloth formation. Leeds University, Ph. D. Thesis.

Bahlman, C., Hiedemann, G., ve Ritter, H., 1999. Artificial Neural Networks for Automated Quality Control of Textile Seams. Pattern Recognition. Volume 32, No.6, pp. 1049-1060, June.

- Banzhaf, W., P. Nordin, R. E. Keller, and F. D. Francone, 1998. Genetic Programming: An Introduction: On the Automatic Evolution of Computer Programs and its Applications. Morgan Kaufmann.
- Barr, L., and Feigenbaum, M., 1981, The Handbook of Artificial Intelligence, Pitman Books, US.
- Bullerwell, A. C., and Mohamed, M. H., 1991. Dynamic Analysis Of The Beat-Up Process. Research Journal, April, pp. 214-222.
- Chamberlain N. H., and Snowden, D. C., 1948. Determine of Warp Thread Tension During Beat-up in Weaving Loom. Journal of Textile Institute, 64, No.5, pp.233-249.
- Chen, W., P., Tsair Chun Liavg, Hon Fai Yau, Wan Li Sun ve Nai Chueh Wang (1998), Classifying Textile Faults With a Back-Propagation Neural Network Using Power Spectra. Textile Research Journal, February 68(2), pp. 121-126.
- Chang, C., H., Wen, H., Y., 2001. Applying a fuzzy gain-scheduled PID controller to dye bath pH. Textile Research Journal, Vol. 71, Iss. 12; pg. 1074, 5 pgs
- Choi, H., T., Jeong, S., R., Kim, S., H., Jaung J., Y., and Kim, S., H., 2001. Detecting Fabric Defect with Computer Vision and Fuzzy Rule Generation. Textile Research Journal, July 71(7), pp. 563-573.
- Cramer, N. L., 1985. A Representation for the Adaptive Generation of Simple Sequential Programs. In J. J. Grefenstette, ed., Proceedings of the First International Conference on Genetic Algorithms and Their Applications, Erlbaum.
- Demir, A., Günay, M., 1997. 'Dokuma Makineleri için Servo motor Tahrikli Çözümlü Salma Sisteminin Geliştirilmesi. DETMA'1-97: 1. Denizli Tekstil ve Konfeksiyon Makineleri Kongresi, 21-22 Mart, Denizli

- Ding, X., 1986. A Surface Profiling System for Measurement of Engineering Structures. Leeds University, Ph. D. Thesis.
- Dolecki, S., K., 1973. The Causes of Warp Breaks in The Waving of Spun Yarns. Journal of Textile Institute. 64, 506, pp.68-74.
- Dore, D. B., 1990. USA Patent, 0389,445,26, Sept. 09.
- Egbers, G., Azarschab, M., Murrweib, H., Weindörfer, H., Wolfrum, J., 1985. Measures to Improve Affectivity in Weaving, Meliand, 8, 543-548.
- Eldeeb, A.S. 1982. The Theory of Pickspacing and Beat up Force. Leeds University, Ph. D. Thesis.
- Engin, O., Fığlalı, A., 2002, Akış Tipi Çizelgeleme Problemlerinin Genetik Algoritma Yardımı İle Çözümünde Uygun Çaprazlama Operatörünün Belirlenmesi, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, Sayı:6, S:27-35.
- Eren, R., 1997. Kancalı Dokuma Makinalarında Atkı Atma Sistemi Üzerine Genel Bir Değerlendirme. *Tekstil Teknik Dergisi*, Mart Sayısı, s. 66-84.
- Eren, R., 1996. Dokuma Makinalarında Çözgü Salma Mekanizmalarının Gelişimi ve Atkı Sıklığının Kontrolü. *Tekstil Maraton Dergisi*, Sayı 5, s.31-40.
- Eren, R., 1993. An Integrated Electronic Control of Take-up and Let-off Motions in A Weaving Machine. Ph.D. Thesis, The Victoria University of Manchester.
- Ethridge, D., ve Zhu, R., 1996. Prediction of Rotor Spun Cotton Yarn Quality: A Comparison of Neural Network and Regression Algorithms. The Proceedings of The Belt wide Cotton Conference, Volume 2, pp. 1314-1317.

- Ferreira, C., 2002. Function Finding and the Creation of Numerical Constants in Gene Expression Programming. 7th Online World Conference on Soft Computing in Industrial Applications, September 23 - October 4.
- Ferreira, C., 2002. Analyzing The Founder Effect In Simulated Evolutionary Processes Using Gene Expression Programming. Soft Computing Systems: Design, Management and Applications, pp. 153-162, IOS Press, Netherlands
- Ferreira, C., 2002. Mutation, Transposition, and Recombination: An Analysis of the Evolutionary Dynamics 4th International Workshop on Frontiers in Evolutionary Algorithms, pages 614-617, Research Triangle Park, North Carolina, USA.
- Gahide, S., 2001. Exploration of Micro machines to Textiles: Monitoring Warp Tension and Breaks During the Formation of Woven Fabrics. Ph.D. Thesis, North Carolina State University.
- Galuszinski, S., 1982. The Measurement of Bet up Force in Weaving Looms. Leeds University, Ph. D. Thesis.
- Göktepe, Ö., 1993. Dokuma Esnasında Çözümlü Gerilimine Etki Eden Faktörler. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Greenwood, K., 1956. The Theory of Pickspacing in Woven Fabrics. Journal of Textile Institute, 47, T241.
- Greenwood, K., Covhig, W., T., 1956. The Optimization of The Cloth Feel in Power Looms Part I. Journal of Textile Institute, 47, T255.
- Greenwood, K., Covhig, W., T., 1956. The Optimization of The Cloth Feel in Power Looms Part II. Journal of Textile Institute, 47, T274.

- Greenwood, K., Vaughan, G., N., 1957. The Optimization of The Cloth Feel in Power Looms Part III. Experimental. Journal of Textile Institute, 48, T39.
- Greenwood, K., Vaughan, G., N., 1959. The effect of Weft Yarn Irregularity Pickspacing and Weft Cover Factor. Journal of Textile Institute, May.
- Greenwood, K., M.Sc., A. Inst.P., F.T.I., 1965. Irregular Pickspacing- Loom Fault or Yarn Fault. Textile Recorder, p.66-69, T314.
- Holcombe, B., V., 1974. Measurement of The Dynamic Warp and Weft Tension on The Sulzer Weaving Machine. University of New South Wales, Ph. D. Thesis.
- Huang, G., 1984. Reduction of Warp Tension Fluctuation and Beat-up Strip With in Weaving. Textile Research Institute, March, pp.143-148.
- Hüttl, E., 1989. Possibilities for Automation in The Weaving Mil, Melliand, 9, 632-638.
- Imamura et all., 1984. USA Patent 4,480,665, Nov. 6.
- Inui, N., 1968. Controlled of Pickspacing in Woven Fabrics I. Journal of Textile Mach. Soc. Jap., V 14, No.15, pp. 143-152.
- Inui, N., 1969. Controlled of Pickspacing in Woven Fabrics II. Journal of Textile Mach. Soc. Jap., V 15, No.3, pp. 85-97.
- Inui, N., Kurata, M., 1970. Operation control of internally conductor Pickspacing. Journal of Textile Mach. Soc. Jap., V 16, No.5, pp. 193-203.
- Irano, H., 1986. USA Patent, 4,464,050, Jan. 14.
- İven, W., 1989. Program Düzenlemesi Açısından Dokuma Optimizasyonu. V. Uluslararası Tekstil Sempozyumu, Altinyunus-Çeşme, 375-381.

- Jeddi A, Nosraty H, Ordoukhany D, Rashidian M, 1999. A comparative study on the performance of electronically- and mechanically-controlled warp yarn let-off systems, *Indian Journal Of Fiber & Textile Research* 24 (4): 258-263 Dec.
- Kim, S., ve Vachtsevanos, G., J., 2000. An Intelligent Approach to Integration and Control of Textile Processes. *Information Science an International Journal*, 123, pp. 181-199.
- Kim, H., S., Sung-Bae Cho, S., B., 2000. Application of Interactive Genetic Algorithm to Fashion Design. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 13, pp. 635-644, 2000.
- Kohlhass, O., 1981. An Investigation of The Factors Influencing Strains on Warp Ends. *I.T.B. Weaving* 1, 69-80.
- Kohlhass, O., 1981. An Investigation of The Factors Influencing Strains on Warp Ends. *I.T.B. Weaving* 1, 135-141.
- Kohlhass, O., 1982. Eine Mabmethode zur Ermittlung der Kettfadene Kräfte im Vorderfach der Webmaschine. *Textile Praxis*, February, 122-127.
- Kovacevic, S., Hajdarovic, K., ve Grancaric, M., 2000. Influence of Loading on Weaving Machines Upon Yarn Deformation. *Textile Research Journal*, July, 70(7), pp.603-610.
- Kumara, K., and Soyster, N., 1988, *Artificial Intelligence and Manufacturing: An Introduction*, Kumara, Soundar T, p 2 Norcross, Ga
- Leung, K., 1974. *Advances in Lighting Design Methods for Non-Empty*. Leeds University, M. Sc. Thesis.

- Lunenschloss, J., Schlichter, S., 1978. A Research Of Warp Thread Tension During Beat-up Motion. I.T.B. Fabric Forming, Third Quarter, pp.56-71.
- Lünenschloss, J., Schlichter, S., 1987. Yarns Under Stress. Textile Asia, September, 158-164.
- Lutton, E. Foster, Miller, J.A. Ryan, J. C. and A. G. B. 2002. Discovery of the Boolean Functions to the Best Density-Classification Rules Using Gene Expression Programming. Tettamanzi, eds., Proceedings of the 4th European Conference on Genetic Programming, EuroGP 2002, volume 2278 of Lecture Notes in Computer Science, pages 51-60, Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Lünenschloss, J., Schlichter, S., 1989. The Development of New Measuring Elements for Electronically Controlled Warp Let-off Units. I.T.B. Fabric Forming 3, 56-71.
- Mamur, T., (1996), Fırçasız Servo Motorlar Yapıları ve Kontrol Esasları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 1-24 s.
- Masajtis, J., 1989. Dokuma İşlemlerinde Optimizasyon Metotları. V. Uluslararası Tekstil Sempozyumu, Altinyunus-Çeşme, D1-D7.
- Nosek, S., 1974. Research of Parameter Beat-up Force in Weaving Looms. Textile Science and Research Czechoslovakia, XV, pp. 65-108.
- Nuttle, H.L.W., King, R.E., Hunter, N.A., Wilson, J.R., Fang, S.C., 2000. Simulation Modeling of the textile supply chain - Part 1: The textile-plant models. Journal Of The Textile Institute, 91 (1): 35-50. Part 2
- Özdemir, Ö., 1991. Ağızlık Açma İşlemine, Çözümlü İpliği Özelliklerinin ve Ağızlık Geometrisinin Etkilerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

- Özkan, G., 1999. Dokuma Makinelerinde Elektronik Çözümler Salma Mekanizmalarının Matematiksel Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Picciotto, R., ve Herst, S., P., 1972. The Tensile Fatigue of a Warp Yarn and Its Influence on Weaving Performance. *Textile Research Journal*, September, pp. 512-523.
- Plate, D.A.E. and Hepworth, 1973. The Position of The Cloth Fell in Power Looms. *Journal of Textile Institute*, 64, No.10, pp.515-531.
- Rajasekaran S., 1997. Training-Free Counter Propagation Neural Network for Pattern Recognition of Fabric Defects. *Textile Research Journal*, 67(6), pp. 401-405.
- Reglig, W., 1988. USA Patent, 4,750,527, Jun. 14.
- Roy, R. Köppen, M. Ovaska, Furuhashi, S., T. and Hoffmann, F., 2002. Gene Expression Programming in Problem Solving. *Soft Computing and Industry – Recent Applications*, pages 635-654.
- Santos, J. M. and Zapico, A., 2003. Combinatorial Optimization by Gene Expression Programming: Inversion Revisited Proceedings of the Argentine Symposium on Artificial Intelligence, pages 160-174, Santa Fe, Argentina.
- Schutz, A., R., Renner, M., 1988. Requirements of Smooth and Textured Filament Yarns and Wrapped Yarns for high-Speed Weaving Machine. *I.T.B. Fabric Forming*, 1, 7-11.
- Seliger, G., and Stephan, J., 1998. Flexible Garment Handling with Adaptive Control Strategies. The 29th International Symposium on Robotics, 27th April – 1st May, N.E.C., Birmingham, pp. 483-487, 1998.

- Sette, S., ve Langenhove, L., V., 2002. Optimizing The Fiber-To-Yarn Production Process: Finding a Blend of Fiber Qualities to Create an Optimal Price/Quality Yarn. *Autex Research Journal*, Vol. 2, No.2, June.
- Sette, S., Boullart, L., 2001. Genetic Programming: Principles and Applications. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 14, pp. 727-736.
- Sette, S., Boullart, L., 2000. An Implementation of Genetic Algorithms for Rule Based Machine Learning. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 13, pp. 381-390.
- Sternheim, A., and Grosberg, P., 1991. Effect of Slay Motion on The Beat-up Force. *Journal of Textile Institute*, 82 No.3, pp.325-331.
- Sternheim, A., 1989. Weaving With Constant Beat-up Force. Leeds University, Ph. D. Thesis.
- Sugita et all. 1984. USA Patent, 4,609,858, Sept. 2.
- Swed, G., 1937. Einflub der Kettenspannung auf Arbetsaufwand der Webstühle. *Textile Loyyd*, 592.
- Şen, Z., (1999) "Mühendislikte Bulanık Modelleleme İlkeleri" Yüksek Lisans Ders Notları, İstanbul, 1-30 s.
- Traynort, O., 1983. Optimum Adjustment of warp shedding. *Fabric Forming*, 1, 25-30.
- Tsai, S., ve Chuan Hu, M., (1996), Automatic Inspection of Fabric Defects Using an Artificial Neural Network Technique. *Textile Research Journal*, July 66(7), pp. 474-482.

- Tsai, S., ve Lin, C., H., ve Lin, J., J., 1995. Applying an Artificial Neural Network to Pattern Recognition in Fabric Defects. *Textile Research Journal*, March 65(3), pp. 123-130.
- Tümer, T., Bozdağ, M., 1986. Mathematical Description of The Operation of Positive Let-Off Motions. *Journal of Textile Institute*, No.1, pp. 44-55.
- Vachtsevanos, G.J., Dorrits, J.L., Kim, S., ve Kumar, A., 1993. Advanced Application of Statistical and Fuzzy Logic Control to Textile Processes. *National Textile Center Annual Report*, September 30, pp. 127-135.
- Yehia, A., B., The Position of The Cloth Fell Impact With Beat Up Force in Power Looms 1974. Leeds University, M. Phil. Thesis.
- Yukhin, S., S., ve Yukhina, A., 1996. A Theoretical Consideration of the Warp and Weft Contractions in Woven Fabrics. *Journal of Textile Institute*, 87, part 1, No.3.
- Yüksel, İ., 1995. Otomatik Kontrol Sistem Dinamiği ve Denetim Sistemleri. Uludağ Üniversitesi Basımevi, s. 363, Bursa.
- Weinsdörfer, H., Wimalaweera, W., Egbers, G., 1987. Methods of Measurement of Testing and Evaluation in The Estimation of Warp Thread Stresses in Weaving Machines. *Melliand*, 9, 629-633.
- Weissenberger, W., 1989. Ekonomik Yüksek Hızlı Dokumacılığın Bu Günü ve Geleceği. V. arası Tekstil Sempozyumu, Altınyunus-Çeşme, D8-D37.
- Vangheluwe, L., ve Kiekens, P., 1996. Modeling Mechanical Behavior of Fabric and Warp Yarn During loom stops. *Textile Research Journal*, November, pp.722-726.

Wu, C., C., ve Chang, N., B., 2003. Global Strategy for Optimizing Textile Dyeing Manufacturing Process Via GA Based Gray Nonlinear Integer Programming. Computer and Chemical Engineering, 00 pp. 1-22.

Wu, P., Fang, S., C., Nutte, H., L., W., Wilson J., R., ve King, R., E., 1995. Guided Neural Network Learning Using a Fuzzy Controller, with Applications to Textile Spinning. International Transactions in Operations Research, 2, 259-272.

Wulfhorst, B., and Obolenski, B., 1990. Pilling an textilen Flächengebilden. Melliand Textilberichte 103, 1/1990, pp. 24-34.

Zhang, Z., and Mohamed, M. H., 1989. Theoretical Investigations of Beat-Up. Textile Research Journal, July, pp. 395-404.

Zadeh, L. A., 1965. Fuzzy Sets, Information and Control 8, 338-353.

Zadeh, L. A., 1978. Fuzzy Sets As A Basis For A Theory Of Possibility, Fuzzy Sets and Systems, vol.1, pp 3-28.

<http://library.thinkquest.org/2705/history.html>

<http://www.cs.uwa.edu.au/robvis/theses.html>

EK 1. Çözgü Salma Sistemi Kontrol Programı

```

*****
*****Bulanık Mantık Servo Kontrolü*****
*****Mehmet DAYIK - Mayıs 2004- Isparta,TÜRKİYE*****
*****
*****
}
interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, Menus, ExtCtrls,math, cbw;

type
  TForm1 = class(TForm)
    MainMenu1: TMainMenu;
    Dosya1: TMenuItem;
    Dzelt1: TMenuItem;
    Ekle1: TMenuItem;
    Giri1: TMenuItem;
    Ayarlar1: TMenuItem;
    Kontrolr1: TMenuItem;
    Grafikler1: TMenuItem;
    Yardm1: TMenuItem;
    Hakknda1: TMenuItem;
    plikGerilim1: TMenuItem;
    GroupBox2: TGroupBox;
    Label9: TLabel;
    Label10: TLabel;
    Label11: TLabel;
    Label12: TLabel;
    Label13: TLabel;
    Label14: TLabel;
    Label15: TLabel;
    Label16: TLabel;
    UyelikFonkTanimla: TButton;
    Edit9: TEdit;
    Edit10: TEdit;
    Edit11: TEdit;
    Edit12: TEdit;
    Edit13: TEdit;
    Edit14: TEdit;
    Edit15: TEdit;
    Edit16: TEdit;
    GroupBox3: TGroupBox;
    PID: TRadioButton;
    Fuzzy: TRadioButton;
    Edit18: TEdit;
    Label17: TLabel;
    Label18: TLabel;
    Edit17: TEdit;
    Shapel: TShape;
    Button4: TButton;
    CheckBox1: TCheckBox;
    Baslat: TButton;
    SaveDialog1: TSaveDialog;
    OpenFileDialog1: TOpenDialog;
    A1: TMenuItem;
  end;

```

```

Kaydet1: TMenuItem;
Timer1: TTimer;
GroupBox1: TGroupBox;
Edit1: TEdit;
Edit2: TEdit;
Edit3: TEdit;
Label1: TLabel;
Label2: TLabel;
Label3: TLabel;
Button1: TButton;
Button2: TButton;
GEP: TRadioButton;
procedure UyelikFonkTanimlaClick(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure BaslatClick(Sender: TObject);
procedure A1Click(Sender: TObject);
procedure Kaydet1Click(Sender: TObject);
procedure Button1Click(Sender: TObject);
procedure Button2Click(Sender: TObject);
procedure Kontrolr1Click(Sender: TObject);

private
  procedure Noktaekle;
  procedure AlanEkle;
  function Bulaniklastir(deger:single; Alannum:integer; uyelikfonkno:integer):single;
  function beraklastir(deger:single; Alan:single):single;
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;
TRealPoint = record
  X, Y:double;
end;
{TPNokta veri tipi vertexlerin koordinatlarının kaydedilmesinde kullanılacak.}

TPNokta = ^TNokta;
TNokta = record
Noktano: integer;//her kenarın bir numarası olacak
x: single;
y: single;
once: TPNokta;
end;
//üyelik fonksiyonlarının içerdiği alanların saklanması için
//oluşturulan veri tipi.
TPAlanlar = ^TAlanlar;
TAlanlar = record
Alanno: integer;//her kenarın bir numarası olacak
Nokta: array [1..3] of integer;//Alanı sınırlayan noktaların numarası
//Nokta2: integer;
//Nokta3: integer;
uyelikfonkno: integer;//Alanın ait olduğu üyelik fonksiyonunun numarası
giris: boolean;//üyelik fonksiyonu giriş ise true, değilse false..
once: TPAAlanlar;
end;

var
Form1: TForm1;
noktaisaretcı, yeninokta, oncekinokta, mevcutnokta: TPNokta;
Yenialan,oncekialan,alanisaretcı: TPAAlanlar;

```

```

ToplamAlan, ToplamMomentx, ToplamMomenty, x,y,negbuyuk, negorta,
negkucuk,sifir,pozukucuk,pozorta,pozbuyuk:single;
noktano,Alanno,Alannum,ufn,uyelikfonkno: integer;//ufn:uyelikfonkno
giris: boolean;
Durum: Integer; //ULStat
SayacNo: Integer; //CounterNumber
RegisterIsmi: Integer;//RegName
Konfigurasyon: Integer;//Config
LoadValue: Integer;//LoadValue
Sayac,Sayacdeg: Word;//Sayac
HataRaporu: Integer;//ErrReporting
HataIslemi: Integer;//ErrHandling
SurumNo: Single;// Revlevel
Kanal: Integer;//Channel
Veridegeri: Word;//DataValue
PortNo: Integer;//PortNum
Kod: Integer;//Code
Yuklenecekdeger: Integer;//LoadValue
Tmax,Tgercek,offset,T2,T2onck,T3onck,K,K1,K2,Tref,e1,e2,e3,PIDout,S: Single;//T2-EngUnits
Kp, Ki, Kd: real;
idealGerilme: Array[0..400]of single;
Dosya_Deg: TextFile;
basili,basili2,durdurseccili: Boolean;
//x:integer;
Tmin: single;
oran,ustesik,altesik: single;

```

```
const
```

```

KardNo: Integer = 1 ;//BoardNumber
Aralik: LongInt = BIP10VOLTS; {Giriş aralığı +/-10 volt}
Varsayılan Kanal: Integer = 0;
ks: single = 1.1;

```

```
implementation
```

```
{ $R *.dfm }
```

```
procedure TForm1.Noktaekle;
```

```
{**öncelikle tanımlanmak istenen noktanın daha önce tanımlanıp tanımlanmadığına bakılıyor. Eğer tanımlanmamış ise tanımlanıyor, daha önce tanımlanmışsa daha önceki noktanın numarası referans alınıyor.}
```

```
var
```

```
yeninoktatanimla: boolean;
```

```
begin
```

```
yeninoktatanimla:=true;
```

```
while noktaisaretcı <> nil do
```

```
begin
```

```
if (noktaisaretcı^.x=x) and (noktaisaretcı^.y=y) then
```

```
begin
```

```
Yeninokta^.Noktano:=noktaisaretcı^.Noktano;
```

```
yeninoktatanimla:=false;
```

```
end;
```

```
noktaisaretcı:=noktaisaretcı^.once ;
```

```
end;
```

```
if yeninoktatanimla then
```

```
begin
```

```
New(YeniNokta);
```

```
YeniNokta^.x:=x;
```

```
YeniNokta^.y:=y;
```

```
YeniNokta^.noktano:=noktano;
```

```
YeniNokta^.once:=oncekinokta;
```

```

oncekinokta:=YeniNokta;
//mevcutnokta:=sonrakinokta;
end;
noktaisaretc:=YeniNokta;
end;
procedure TForm1.AlanEkle;
begin
  New(YeniAlan);
  YeniAlan^.Alanno:=Alanno;
  YeniAlan^.nokta[1]:=noktano;
  YeniAlan^.nokta[2]:=noktano+1;
  YeniAlan^.nokta[3]:=noktano+2;
  YeniAlan^.uyelikfonkno:=ufn;
  YeniAlan^.giris:=giris;
  YeniAlan^.once:=oncekialan;
  oncekialan:=YeniAlan;
end;
procedure TForm1.UyelikFonkTanimlaClick(Sender: TObject);
var
  NoktaNo,uas,min,max,k: integer;//k: üyelik fonksiyonu eleman sayısı,ufn:üyelikfonks.no
  delta:single;
  //sayacı delta: üyelik fonksiyonu ayak aralığı, uas: üyelik fonk. eleman sayısı
begin
  min:=strtoint(Edit17.text);
  max:=strtoint(Edit18.text);
  k:=strtoint(Edit10.text);
  delta:=(min-max)/(k-1);
  ufn:=strtoint(edit9.text);
  noktano:=1;
  Alanno:=1;
  if checkbox1.checked=true then
    giris:=false
  else
    giris:=true;
  while k>0 do
  begin
  if k=uas then
  begin
  x:=max-delta;
  NoktaEkle;
  NoktaNo:=NoktaNo+1;
  x:=max;
  NoktaEkle;
  NoktaNo:=NoktaNo+1;
  x:=max;
  NoktaEkle;
  NoktaNo:=NoktaNo+1;
  k:=k-1;
  AlanEkle;
  Alanno:=Alanno+1;
  Noktano:=0;
  end;
  if (k>2)and (k<uas) then
  begin
  x:=min+delta*(k-2);
  NoktaEkle;
  NoktaNo:=NoktaNo+1;
  x:=min+delta*(k-1);
  NoktaEkle;

```



```

NoktaNo:=NoktaNo+1;
x:=min+delta*k;
NoktaEkle;
NoktaNo:=NoktaNo+1;
k:=k-1;
AlanEkle;
Alanno:=Alanno+1;
Noktano:=0;
end;
if k=2 then
begin
x:=min;
NoktaEkle;
NoktaNo:=NoktaNo+1;
x:=min+delta;
NoktaEkle;
NoktaNo:=NoktaNo+1;
x:=min+2*delta;
NoktaEkle;
NoktaNo:=NoktaNo+1;
k:=k-1;
AlanEkle;
Alanno:=Alanno+1;
Noktano:=0;
end;
if k=1 then
begin
x:=min;
NoktaEkle;
NoktaNo:=NoktaNo+1;
x:=min;
NoktaEkle;
NoktaNo:=NoktaNo+1;
x:=min+delta;
NoktaEkle;
NoktaNo:=NoktaNo+1;
k:=k-1;
AlanEkle;
Alanno:=Alanno+1;
Noktano:=0;
end;
end;
function TForm1.Bulaniklastir;
{verilen bir degerin verilen alanı kestigi noktayı bulur ve sonucu result
olarak geri döndürür.}
var
alanisaretci2:TPalanlar;
noktaisaretci1:TPNokta;
i:integer;
nokta,x,y: array [1..3] of single;
n: single;
begin
alanisaretci2:=yenialan;
while alanisaretci2^.once<>nil do
begin
if (alanisaretci2^.Alanno=Alannum) and
(alanisaretci2^.uyelikfonkno=uyelikfonkno) then

```

```

begin
nokta[1]:=alanisaretc2^.Nokta[1];
nokta[2]:=alanisaretc2^.Nokta[2];
nokta[3]:=alanisaretc2^.Nokta[3];
for i:=1 to 3 do
begin
noktaisaretc1:=yeninokta;
while noktaisaretc1^.once<>nil do
begin
if noktaisaretc1^.Noktano =nokta[i] then
begin
x[i]:=noktaisaretc1^.x;
y[i]:=noktaisaretc1^.y;
end;
end;
end;
if deger<x[2] then
begin
n:=(deger-x[1])/(x[2]-x[1]);
result:=n*(y[2]-y[1])+y[1];
end;
if deger>x[2] then
begin
n:=(deger-x[3])/(x[2]-x[3]);
result:=n*(y[2]-y[3])+y[3];
end;
end;
end;
end;
function TForm1.beraklastir;//(min(hata[kk],chata[ll]),sinyal)
{

$$\frac{3}{6 \cdot \frac{7}{11} \cdot \frac{4 \cdot \frac{5}{8} \cdot \frac{9}{10} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}}}$$

üçgen üzerinde noktaların yerleşimi 4-5 kuralın fonksiyonu kestiği noktalar
6-7 üstteki üçgen parçasının kenar ortay noktaları, 8-9 bütün üçgenin kenar
ortay noktaları,10-11 kenarortayların kesim noktaları}
var
alanisaretc2:TPalanlar;
noktaisaretc1:TPNokta;
i:integer;
x,y: array [1..11] of single;
nokta: array [1..3] of single;
xken1,yken1,xken2,yken2,n,A1,A2 : single;

begin
if alan=negbuyuk then
Alannum:=0;
if alan=negorta then
Alannum:=1;
if alan=negkucuk then
Alannum:=2;
if alan=sifir then
Alannum:=3;
if alan=pozkuçuk then

```

```

Alannum:=4;
if alan=pozorta then
Alannum:=5;
if alan=pozbuyuk then
Alannum:=6;

alanisaretc2:=yenialan;
while alanisaretc2^.once<>nil do
begin
if (alanisaretc2^.Alanno=Alannum) and
(alanisaretc2^.uyelikfonkno=uyelikfonkno) then
begin
nokta[1]:=alanisaretc2^.Nokta[1];
nokta[2]:=alanisaretc2^.Nokta[2];
nokta[3]:=alanisaretc2^.Nokta[3];
end;
alanisaretc2:=alanisaretc2^.once;
end;
for i:=1 to 3 do
begin
noktaisaretc1:=yeninokta;
while noktaisaretc1^.once<>nil do
begin
if noktaisaretc1^.Noktano =nokta[i] then
begin
x[i]:=noktaisaretc1^.x;
y[i]:=noktaisaretc1^.y;
end;
end;
end;
n:=(deger-y[1])/(y[2]-y[1]);
y[4]:=deger;
x[4]:=n*(x[2]-x[1])+x[1];
n:=(deger-y[3])/(y[2]-y[3]);
y[5]:=deger;
x[5]:=n*(x[2]-x[3])+x[3];
x[6]:=0.5*(x[2]-x[4])+x[4];
y[6]:=0.5*(y[2]-y[4])+y[4];
x[7]:=0.5*(x[2]-x[5])+x[5];
y[7]:=0.5*(y[2]-y[5])+y[5];
A2:=(x[5]-x[4])*(y[2]-y[4])/2;
n:=(y[5]-y[4])/(((x[6]-x[5])+x[5]*(y[7]-y[4]))/x[7]-y[6]+y[5]);
xken2:=n*(x[6]-x[5])+x[5];
yken2:=n*(y[6]-y[5])+y[5];
x[8]:=0.5*(x[2]-x[4])+x[4];
y[8]:=0.5*(y[2]-y[1])+y[1];
x[9]:=0.5*(x[2]-x[3])+x[3];
y[9]:=0.5*(y[2]-y[3])+y[3];
A1:=(x[3]-x[1])*(y[2]-y[1])/2;
n:=(y[3]-y[1])/(((x[8]-x[3])+x[3]*(y[9]-y[1]))/x[9]-y[8]+y[3]);
xken1:=n*(x[8]-x[3])+x[3];
yken1:=n*(y[8]-y[3])+y[3];
ToplamAlan:=ToplamAlan+A1-A2;
ToplamMomentx:=ToplamMomentx+A1*xken1-A2*xken2;
ToplamMomenty:=ToplamMomenty+A1*yken1-A2*yken2;
result:=ToplamMomentx/ToplamAlan;
end;

procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);

```

```
begin
noktano:=0;
Alanno:=0;
GroupBox1.visible:=false;
GroupBox2.visible:=false;
{ideal Gerilme Degerleri}
idealgerilme[1]:=11.250;
idealgerilme[2]:=11.325;
idealgerilme[3]:=11.381;
idealgerilme[4]:=11.4;
idealgerilme[5]:=11.55;
idealgerilme[6]:=11.629;
idealgerilme[7]:=11.7;
idealgerilme[8]:=11.821;
idealgerilme[9]:=11.831;
idealgerilme[10]:=11.87;
idealgerilme[11]:=11.9;
idealgerilme[12]:=11.903;
idealgerilme[13]:=11.926;
idealgerilme[14]:=11.953;
idealgerilme[15]:=11.964;
idealgerilme[16]:=11.971;
idealgerilme[17]:=11.978;
idealgerilme[18]:=11.99;
idealgerilme[19]:=12.01;
idealgerilme[20]:=12.063;
idealgerilme[21]:=12.075;
idealgerilme[22]:=12.122;
idealgerilme[23]:=12.15;
idealgerilme[24]:=12.296;
idealgerilme[25]:=12.38;
idealgerilme[26]:=12.536;
idealgerilme[27]:=12.627;
idealgerilme[28]:=12.735;
idealgerilme[29]:=12.9;
idealgerilme[30]:=13.125;
idealgerilme[31]:=13.366;
idealgerilme[32]:=13.685;
idealgerilme[33]:=13.833;
idealgerilme[34]:=13.887;
idealgerilme[35]:=14.025;
idealgerilme[36]:=14.149;
idealgerilme[37]:=14.356;
idealgerilme[38]:=14.497;
idealgerilme[39]:=14.56;
idealgerilme[40]:=14.775;
idealgerilme[41]:=14.917;
idealgerilme[42]:=15.249;
idealgerilme[43]:=15.375;
idealgerilme[44]:=15.558;
idealgerilme[45]:=15.675;
idealgerilme[46]:=15.76;
idealgerilme[47]:=15.9;
idealgerilme[48]:=16.2;
idealgerilme[49]:=16.405;
idealgerilme[50]:=16.787;
idealgerilme[51]:=17.1;
idealgerilme[52]:=17.43;
idealgerilme[53]:=17.69;
```

idealgerilme[54]:=18.007;
idealgerilme[55]:=18.403;
idealgerilme[56]:=18.75;
idealgerilme[57]:=19.424;
idealgerilme[58]:=20.001;
idealgerilme[59]:=20.612;
idealgerilme[60]:=21.237;
idealgerilme[61]:=21.824;
idealgerilme[62]:=22.375;
idealgerilme[63]:=22.5;
idealgerilme[64]:=23.581;
idealgerilme[65]:=24.268;
idealgerilme[66]:=24.949;
idealgerilme[67]:=25.5;
idealgerilme[68]:=26.065;
idealgerilme[69]:=26.587;
idealgerilme[70]:=27.186;
idealgerilme[71]:=27.862;
idealgerilme[72]:=28.535;
idealgerilme[73]:=29.025;
idealgerilme[74]:=29.643;
idealgerilme[75]:=30.14;
idealgerilme[76]:=30.75;
idealgerilme[77]:=31.234;
idealgerilme[78]:=31.751;
idealgerilme[79]:=32.166;
idealgerilme[80]:=32.496;
idealgerilme[81]:=32.783;
idealgerilme[82]:=33.045;
idealgerilme[83]:=33.273;
idealgerilme[84]:=33.427;
idealgerilme[85]:=33.502;
idealgerilme[86]:=33.557;
idealgerilme[87]:=33.639;
idealgerilme[88]:=33.731;
idealgerilme[89]:=33.782;
idealgerilme[90]:=33.753;
idealgerilme[91]:=33.675;
idealgerilme[92]:=33.574;
idealgerilme[93]:=33.546;
idealgerilme[94]:=33.548;
idealgerilme[95]:=33.511;
idealgerilme[96]:=33.3;
idealgerilme[97]:=33.192;
idealgerilme[98]:=33.008;
idealgerilme[99]:=32.881;
idealgerilme[100]:=32.798;
idealgerilme[102]:=32.475;
idealgerilme[103]:=32.323;
idealgerilme[104]:=32.115;
idealgerilme[105]:=31.949;
idealgerilme[106]:=31.8;
idealgerilme[107]:=31.727;
idealgerilme[108]:=31.62;
idealgerilme[109]:=31.511;
idealgerilme[110]:=31.426;
idealgerilme[111]:=31.369;
idealgerilme[112]:=31.35;
idealgerilme[113]:=31.329;

idealgerilme[114]:=31.35;
idealgerilme[115]:=31.395;
idealgerilme[116]:=31.457;
idealgerilme[117]:=31.485;
idealgerilme[118]:=31.513;
idealgerilme[119]:=31.51;
idealgerilme[120]:=31.533;
idealgerilme[121]:=31.597;
idealgerilme[122]:=31.685;
idealgerilme[123]:=31.71;
idealgerilme[124]:=31.739;
idealgerilme[125]:=31.694;
idealgerilme[126]:=31.667;
idealgerilme[127]:=31.699;
idealgerilme[128]:=31.725;
idealgerilme[129]:=31.8;
idealgerilme[130]:=31.819;
idealgerilme[131]:=31.805;
idealgerilme[132]:=31.763;
idealgerilme[133]:=31.74;
idealgerilme[134]:=31.728;
idealgerilme[135]:=31.721;
idealgerilme[136]:=31.72;
idealgerilme[137]:=31.718;
idealgerilme[138]:=31.712;
idealgerilme[139]:=31.703;
idealgerilme[140]:=31.695;
idealgerilme[141]:=31.689;
idealgerilme[142]:=31.637;
idealgerilme[143]:=31.632;
idealgerilme[144]:=31.629;
idealgerilme[145]:=31.62;
idealgerilme[146]:=31.616;
idealgerilme[147]:=31.613;
idealgerilme[148]:=31.61;
idealgerilme[149]:=31.605;
idealgerilme[150]:=31.603;
idealgerilme[151]:=31.572;
idealgerilme[152]:=31.564;
idealgerilme[153]:=31.557;
idealgerilme[154]:=31.55;
idealgerilme[155]:=31.523;
idealgerilme[156]:=31.5;
idealgerilme[157]:=31.467;
idealgerilme[158]:=31.425;
idealgerilme[159]:=31.41;
idealgerilme[160]:=31.371;
idealgerilme[161]:=31.35;
idealgerilme[162]:=31.34;
idealgerilme[163]:=31.275;
idealgerilme[164]:=31.238;
idealgerilme[165]:=31.21;
idealgerilme[166]:=31.1;
idealgerilme[167]:=31.05;
idealgerilme[168]:=31.007;
idealgerilme[169]:=30.959;
idealgerilme[170]:=30.945;
idealgerilme[171]:=30.936;
idealgerilme[172]:=30.84;

idealgerilme[173]:=30.825;
idealgerilme[174]:=30.809;
idealgerilme[175]:=30.694;
idealgerilme[176]:=30.638;
idealgerilme[177]:=30.6;
idealgerilme[178]:=30.573;
idealgerilme[179]:=30.57;
idealgerilme[180]:=30.553;
idealgerilme[181]:=30.528;
idealgerilme[182]:=30.488;
idealgerilme[183]:=30.45;
idealgerilme[184]:=30.443;
idealgerilme[185]:=30.391;
idealgerilme[186]:=30.384;
idealgerilme[187]:=30.375;
idealgerilme[188]:=30.373;
idealgerilme[189]:=30.367;
idealgerilme[190]:=30.36;
idealgerilme[191]:=30.354;
idealgerilme[192]:=30.352;
idealgerilme[193]:=30.3;
idealgerilme[194]:=30.285;
idealgerilme[195]:=30.27;
idealgerilme[196]:=30.255;
idealgerilme[197]:=30.249;
idealgerilme[198]:=30.236;
idealgerilme[199]:=30.225;
idealgerilme[200]:=30.193;
idealgerilme[201]:=30.15;
idealgerilme[202]:=30.14;
idealgerilme[203]:=30.1;
idealgerilme[204]:=30.083;
idealgerilme[205]:=30.075;
idealgerilme[206]:=30.058;
idealgerilme[207]:=30.023;
idealgerilme[208]:=30;
idealgerilme[209]:=29.995;
idealgerilme[210]:=29.95;
idealgerilme[211]:=29.925;
idealgerilme[212]:=29.904;
idealgerilme[213]:=29.849;
idealgerilme[214]:=29.813;
idealgerilme[215]:=29.775;
idealgerilme[216]:=29.736;
idealgerilme[217]:=29.7;
idealgerilme[218]:=29.691;
idealgerilme[219]:=29.655;
idealgerilme[220]:=29.612;
idealgerilme[221]:=29.543;
idealgerilme[222]:=29.475;
idealgerilme[223]:=29.45;
idealgerilme[224]:=29.4;
idealgerilme[225]:=29.364;
idealgerilme[226]:=29.307;
idealgerilme[227]:=29.288;
idealgerilme[228]:=29.277;
idealgerilme[229]:=29.25;
idealgerilme[230]:=29.213;
idealgerilme[231]:=29.181;

idealgerilme[232]:=29.077;
idealgerilme[233]:=29.025;
idealgerilme[234]:=28.9;
idealgerilme[235]:=28.902;
idealgerilme[236]:=28.89;
idealgerilme[237]:=28.877;
idealgerilme[238]:=28.845;
idealgerilme[239]:=28.83;
idealgerilme[240]:=28.817;
idealgerilme[241]:=28.723;
idealgerilme[242]:=28.65;
idealgerilme[243]:=28.615;
idealgerilme[244]:=28.538;
idealgerilme[245]:=28.53;
idealgerilme[246]:=28.515;
idealgerilme[247]:=28.506;
idealgerilme[248]:=28.5;
idealgerilme[249]:=28.474;
idealgerilme[250]:=28.395;
idealgerilme[251]:=28.35;
idealgerilme[252]:=28.29;
idealgerilme[253]:=28.202;
idealgerilme[254]:=28.181;
idealgerilme[255]:=28.155;
idealgerilme[256]:=28.131;
idealgerilme[257]:=28.088;
idealgerilme[258]:=28.05;
idealgerilme[259]:=27.999;
idealgerilme[260]:=27.938;
idealgerilme[261]:=27.884;
idealgerilme[262]:=27.771;
idealgerilme[263]:=27.675;
idealgerilme[264]:=27.638;
idealgerilme[265]:=27.607;
idealgerilme[266]:=27.514;
idealgerilme[267]:=27.45;
idealgerilme[268]:=27.388;
idealgerilme[269]:=27.241;
idealgerilme[270]:=27.15;
idealgerilme[271]:=27.091;
idealgerilme[272]:=26.925;
idealgerilme[273]:=26.802;
idealgerilme[274]:=26.7;
idealgerilme[275]:=26.637;
idealgerilme[276]:=26.447;
idealgerilme[277]:=26.325;
idealgerilme[278]:=26.25;
idealgerilme[279]:=26.138;
idealgerilme[280]:=26.054;
idealgerilme[281]:=25.95;
idealgerilme[282]:=25.855;
idealgerilme[283]:=25.725;
idealgerilme[284]:=25.639;
idealgerilme[285]:=25.5;
idealgerilme[286]:=25.395;
idealgerilme[287]:=25.238;
idealgerilme[288]:=25.125;
idealgerilme[289]:=24.975;
idealgerilme[290]:=24.873;

idealgerilme[291]:=24.75;
idealgerilme[292]:=24.629;
idealgerilme[293]:=24.488;
idealgerilme[294]:=24.383;
idealgerilme[295]:=24.225;
idealgerilme[296]:=24.11;
idealgerilme[297]:=24;
idealgerilme[298]:=23.888;
idealgerilme[299]:=23.8;
idealgerilme[300]:=23.625;
idealgerilme[301]:=23.468;
idealgerilme[302]:=23.25;
idealgerilme[303]:=23.1;
idealgerilme[304]:=22.95;
idealgerilme[305]:=22.861;
idealgerilme[306]:=22.688;
idealgerilme[307]:=22.581;
idealgerilme[308]:=22.5;
idealgerilme[309]:=22.275;
idealgerilme[310]:=22.125;
idealgerilme[311]:=21.924;
idealgerilme[312]:=21.525;
idealgerilme[313]:=21.184;
idealgerilme[314]:=20.863;
idealgerilme[315]:=20.565;
idealgerilme[316]:=20.25;
idealgerilme[317]:=19.891;
idealgerilme[318]:=19.501;
idealgerilme[319]:=19.122;
idealgerilme[320]:=18.787;
idealgerilme[321]:=18.45;
idealgerilme[322]:=18.187;
idealgerilme[323]:=17.851;
idealgerilme[324]:=17.484;
idealgerilme[325]:=17.122;
idealgerilme[326]:=16.875;
idealgerilme[327]:=16.515;
idealgerilme[328]:=16.244;
idealgerilme[329]:=15.953;
idealgerilme[330]:=15.638;
idealgerilme[331]:=15.3;
idealgerilme[332]:=15.038;
idealgerilme[333]:=14.786;
idealgerilme[334]:=14.554;
idealgerilme[335]:=14.32;
idealgerilme[336]:=14.073;
idealgerilme[337]:=13.829;
idealgerilme[338]:=13.601;
idealgerilme[339]:=13.395;
idealgerilme[340]:=13.206;
idealgerilme[341]:=13.028;
idealgerilme[342]:=12.853;
idealgerilme[343]:=12.685;
idealgerilme[344]:=12.529;
idealgerilme[345]:=12.234;
idealgerilme[346]:=12.104;
idealgerilme[347]:=11.992;
idealgerilme[348]:=11.898;
idealgerilme[349]:=11.775;

```

idealgerilme[350]:=11.723;
idealgerilme[351]:=11.623;
idealgerilme[352]:=11.532;
idealgerilme[353]:=11.475;
idealgerilme[354]:=11.433;
idealgerilme[355]:=11.413;
idealgerilme[356]:=11.325;
idealgerilme[357]:=11.266;
idealgerilme[358]:=11.233;
idealgerilme[359]:=11.27;
idealgerilme[360]:=11.252;

```

```
{Başlangıç Değerleri}
```

```
e1:=0;
```

```
e2:=0;
```

```
e3:=0;
```

```
K:=1;
```

```
Kp:=strtofloat(edit1.text);
```

```
Ki:=strtofloat(edit2.text);
```

```
Kd:=strtofloat(edit3.text);
```

```
PIDout:=0;
```

```
{ideal Gerilme Degerleri}
```

```
{declare Revision Level}
```

```
SurumNo := CURRENTREVNUM;
```

```
Durum := cbDeclareRevision(SurumNo);
```

```
durdursecili:=false;
```

```
{
```

```
set up internal error handling for the Universal Library
```

```
}
```

```
HataRaporu := PRINTALL; {set Universal Library to print all errors}
```

```
HataIslemi := STOPALL; {set Universal Library to stop on errors}
```

```
Durum := cbErrHandling(HataRaporu, HataIslemi);
```

```
{
```

```
configure the counter for desired operation
```

```
Parameters:
```

```
BoardNum :the number used by CB.CFG to describe this board
```

```
CounterNum :the counter to be setup
```

```
Config :the operation mode of counter to be configured
```

```
}
```

```
SayacNo := 1;
```

```
Konfigurasyon := HIGHONLASTCOUNT;
```

```
Durum := cbC8254Config (KardNo, SayacNo , Konfigurasyon);
```

```
If durum <> 0 then exit;
```

```
{
```

```
Send a starting value to the counter with cbCLoad()
```

```
Parameters:
```

```
BoardNum :the number used by CB.CFG to describe this board
```

```
RegName :the reg. to be loading with the starting value
```

```
LoadValue :the starting value to place in the counter
```

```
}
```

```
Yuklenecekdeger := 400;
```

```
RegisterIsmi := LOADREG1;
```

```
Durum := cbCLoad (KardNo, RegisterIsmi, Yuklenecekdeger);
```

```
If Durum <> 0 then exit;
```

```
//Dosya açılması ve dosya formatının belirlenmesi
```

```
AssignFile(Dosya_Deg,'C:\GerilmeVerisi');
```

```
Rewrite(Dosya_Deg);
```

```

    Writeln(Dosya_Deg,'Aci',      'GercekGerilme',      'IdealGerilme',      'hata',
    'PIDout');
end;

```

```

procedure TForm1.BaslatClick(Sender: TObject);
var
    sinyal,ce, enegbuyuk, enegorta, enegkucuk,e, esifir, epozkucuk, epozorta
    , epozbuyuk, cenegbuyuk, cenegorta, cenegkucuk, cesifir, cepozkucuk, cepozorta,
    cikis, cepozbuyuk: single;
    chata,hata,bulanik1,bulanik2:array of single;
    ufn,k,l,kk,ll:integer;
    x2:integer;//PID
    Tmin,sayac1: single;//PID
begin
    If fuzzy.Checked=true then
    begin
        GroupBox1.visible:=false;
        {Fuzzy sinyal girişi okunacak }
        //iplik gerilme verisini oku ve değeri değişkene ata ve hatayı hesapla...< e >
        //Bir önceki hata ile son hatanın farkını al. < ce >
        //Bu iki parametreyi Fuzzy giriş parametreleri olarak al.
        k:=1;{bulanik1 dizisinin eleman indisi}
        ufn:=1;//üyelik fonksiyon numarası
        if (e<-3.35) and (e>=-5) then
        begin
            hata[k]:=enegbuyuk;
            Alannum:=0;
            bulanik1[k]:=bulaniklastir(e,Alannum,ufn);
            k:=k+1;
            setlength(bulanik1,k);
            setlength(hata,k);
            end;
        if (e<-1.8) and (e>=-5) then
        begin
            hata[k]:=enegorta;
            Alannum:=1;
            bulanik1[k]:=bulaniklastir(e,Alannum,ufn);
            k:=k+1;
            setlength(bulanik1,k);
            setlength(hata,k);
            end;
        if (e<0) and (e>=-3.35) then
        begin
            hata[k]:=enegkucuk;
            Alannum:=2;
            bulanik1[k]:=bulaniklastir(e,Alannum,ufn);
            k:=k+1;
            setlength(bulanik1,k);
            setlength(hata,k);
            end;
        if (e<1.75) and (e>=-1.8) then
        begin
            hata[k]:=esifir;
            Alannum:=3;
            bulanik1[k]:=bulaniklastir(e,Alannum,ufn);
            k:=k+1;
            setlength(bulanik1,k);
            setlength(hata,k);

```

```

end;
if (e<3.2) and (e>=0) then
begin
hata[k]:=epozkucuk;
Alannum:=4;
bulanik1[k]:=bulaniklastir(e,Alannum,ufn);
k:=k+1;
setlength(bulanik1,k);
setlength(hata,k);
end;
if (e<5) and (e>=1.75) then
begin
hata[k]:=epozorta;
Alannum:=5;
bulanik1[k]:=bulaniklastir(e,Alannum,ufn);
k:=k+1;
setlength(bulanik1,k);
setlength(hata,k);
end;
if (e<5) and (e>=3.2) then
begin
hata[k]:=epozbuyuk;
Alannum:=6;
bulanik1[k]:=bulaniklastir(e,Alannum,ufn);
k:=k+1;
setlength(bulanik1,k);
setlength(hata,k);
end;

l:=1; {bulanik2 dizisinin eleman indisi}
ufn:=2; //üyelik fonksiyon numarası
if (ce<-0.65) and (ce>-1) then
begin
chata[l]:=cenegbuyuk;
Alannum:=0;
bulanik2[l]:=bulaniklastir(e,Alannum,ufn);
l:=l+1;
setlength(bulanik2,l);
setlength(chata,l);
end;
ufn:=2;
if (ce<-0.35) and (ce>=-1) then
begin
chata[l]:=cenegorta;
Alannum:=1;
bulanik2[l]:=bulaniklastir(e,Alannum,ufn);
l:=l+1;
setlength(bulanik2,l);
setlength(chata,l);
end;
if (ce<0) and (ce>=-0.65) then
begin
chata[l]:=cenegkucuk;
Alannum:=2;
bulanik2[l]:=bulaniklastir(e,Alannum,ufn);
l:=l+1;
setlength(bulanik2,l);
setlength(chata,l);
end;

```

```

if (ce<0.35) and (ce>=-0.35) then
begin
chata[1]:=cesifir;
Alannum:=3;
bulanik2[1]:=bulaniklastir(e,Alannum,ufn);
l:=l+1;
setlength(bulanik2,l);
setlength(chata,l);
end;
if (ce<0.65) and (ce>=0) then
begin
chata[1]:=cepozkuçuk;
Alannum:=4;
bulanik2[1]:=bulaniklastir(e,Alannum,ufn);
l:=l+1;
setlength(bulanik2,l);
setlength(chata,l);
end;
if (ce<1) and (ce>=0.35) then
begin
chata[1]:=cepozorta;
Alannum:=5;
bulanik2[1]:=bulaniklastir(e,Alannum,ufn);
l:=l+1;
setlength(bulanik2,l);
setlength(chata,l);
end;
if (ce<1) and (ce>=0.65) then
begin
cepozbuyuk:=ce;
chata[1]:=cepozbuyuk;
Alannum:=6;
bulanik2[1]:=bulaniklastir(e,Alannum,ufn);
l:=l+1;
setlength(bulanik2,l);
setlength(chata,l);
end;
for kk:=1 to k-1 do
for ll:=1 to l-1 do
begin
//cks:=min(e,ce);//cikis değeri e ve ce'den küçük olan...
if (hata[kk]=enegbuyuk) and (chata[ll]=cenegbuyuk) then sinyal:=negbuyuk ;
cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[ll]),sinyal);
if (hata[kk]=enegbuyuk) and (chata[ll]=cenegorta) then sinyal:=negbuyuk ;
cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[ll]),sinyal);
if (hata[kk]=enegbuyuk) and (chata[ll]=cenegkuçuk) then sinyal:=negbuyuk ;
cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[ll]),sinyal);
if (hata[kk]=enegbuyuk) and (chata[ll]=cesifir) then sinyal:=negorta ;
cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[ll]),sinyal);
if (hata[kk]=enegbuyuk) and (chata[ll]=cepozkuçuk) then sinyal:=negorta ;
cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[ll]),sinyal);
if (hata[kk]=enegbuyuk) and (chata[ll]=cepozorta) then sinyal:=negkuçuk ;
cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[ll]),sinyal);
if (hata[kk]=enegbuyuk) and (chata[ll]=cepozbuyuk) then sinyal:=sifir ;
cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[ll]),sinyal);
if (hata[kk]=negorta) and (chata[ll]=cenegbuyuk) then sinyal:=negbuyuk ;
cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[ll]),sinyal);
if (hata[kk]=negorta) and (chata[ll]=cenegorta) then sinyal:=negbuyuk ;
cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[ll]),sinyal);

```

```

if (hata[kk]=enegorta) and (chata[l1]=cenegkucuk) then sinyal:=negorta ;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=enegorta) and (chata[l1]=cesifir) then sinyal:= negorta;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=enegorta) and (chata[l1]=cepozkcuk) then sinyal:= negkucuk;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=enegorta) and (chata[l1]=cepozorta) then sinyal:= sifir;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=enegorta) and (chata[l1]=cepozbuyuk) then sinyal:= pozkcuk;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=enegkucuk) and (chata[l1]=cenegbuyuk) then sinyal:=negbuyuk ;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=enegkucuk) and (chata[l1]=cenegorta) then sinyal:=negorta ;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=enegkucuk) and (chata[l1]=cenegkucuk) then sinyal:=negkucuk ;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=enegkucuk) and (chata[l1]=cesifir) then sinyal:=negkucuk ;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=enegkucuk) and (chata[l1]=cepozkcuk) then sinyal:=sifir ;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=enegkucuk) and (chata[l1]=cepozorta) then sinyal:=pozkcuk ;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=enegkucuk) and (chata[l1]=cepozbuyuk) then sinyal:=pozkcuk ;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=esifir) and (chata[l1]=cenegbuyuk) then sinyal:=negorta ;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=esifir) and (chata[l1]=cenegorta) then sinyal:=negkucuk;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=esifir) and (chata[l1]=cenegkucuk) then sinyal:=negkucuk;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=esifir) and (chata[l1]=cesifir) then sinyal:=sifir;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=esifir) and (chata[l1]=cepozkcuk) then sinyal:=pozkcuk ;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=esifir) and (chata[l1]=cepozorta) then sinyal:=pozkcuk;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=esifir) and (chata[l1]=cepozbuyuk) then sinyal:=pozorta;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=epozkcuk) and (chata[l1]=cenegbuyuk) then sinyal:=negkucuk;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=epozkcuk) and (chata[l1]=cenegorta) then sinyal:=negkucuk;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=epozkcuk) and (chata[l1]=cenegkucuk) then sinyal:=sifir;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=epozkcuk) and (chata[l1]=cesifir) then sinyal:=pozkcuk;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=epozkcuk) and (chata[l1]=cepozkcuk) then sinyal:=pozkcuk;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=epozkcuk) and (chata[l1]=cepozorta) then sinyal:=pozorta;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=epozkcuk) and (chata[l1]=cepozbuyuk) then sinyal:=negkucuk;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=epozorta) and (chata[l1]=cenegbuyuk) then sinyal:=sifir;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=epozorta) and (chata[l1]=cenegorta) then sinyal:=pozkcuk;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=epozorta) and (chata[l1]=cenegkucuk) then sinyal:=pozorta;
  cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=epozorta) and (chata[l1]=cesifir) then sinyal:=pozorta;

```

```

    cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=epozorta) and (chata[l1]=cepozkcuk) then sinyal:=pozbuyuk;
    cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=epozorta) and (chata[l1]=cepozorta) then sinyal:=pozbuyuk;
    cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=epozorta) and (chata[l1]=cepozbuyuk) then sinyal:=sifir;
    cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=epozbuyuk) and (chata[l1]=cenegbuyuk) then sinyal:=pozkcuk;
    cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=epozbuyuk) and (chata[l1]=cenegorta) then sinyal:=pozorta;
    cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=epozbuyuk) and (chata[l1]=cenegkcuk) then sinyal:=pozorta;
    cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=epozbuyuk) and (chata[l1]=cesifir) then sinyal:=pozbuyuk;
    cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=epozbuyuk) and (chata[l1]=cepozkcuk) then sinyal:=pozbuyuk;
    cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=epozbuyuk) and (chata[l1]=cepozorta) then sinyal:=pozbuyuk;
    cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);
if (hata[kk]=epozbuyuk) and (chata[l1]=cepozbuyuk) then sinyal:=pozbuyuk;
    cikis:=beraklastir(min(hata[kk],chata[l1]),sinyal);

end; {kk,l1}

// if (e=e) and (ce=ce) then sinyal:= ;

end
else
//PID kontrol algoritması devreye giriyor!!!
begin
if Gep.Checked=True then
begin
Tmax:=0;
Sayacdeg:=360;
Timer1.Enabled := True;
SayacNo := 1;
Konfigurasyon := HIGHONLASTCOUNT;
Durum := cbC8254Config (KardNo, SayacNo , Konfigurasyon);
If durum <> 0 then exit;

{
Send a starting value to the counter with cbCLoad()
Parameters:
BoardNum :the number used by CB.CFG to describe this board
RegName :the reg. to be loading with the starting value
LoadValue :the starting value to place in the counter
}
Yuklenecekdeger := 360;
RegisterIsmi := LOADREG1;
Durum := cbCLoad (KardNo, RegisterIsmi, Yuklenecekdeger);
Tref:=idealgerilme[i];
end;
durdursecili:=false;
PIDOut:=0;
repeat
Durum := cbAIn(KardNo, Kanal, Aralik, VeriDegeri);//sensör ground ile out arasına 100k'lık direnç
konacak.
Durum := cbToEngUnits (KardNo, Aralik, VeriDegeri, T2);

```

```

Tgercek:=T2;
Tref:=4.1;
//edit4.Text:=floattostr(Tgercek);
//edit5.Text:=floattostr(Tref);
if Tgercek<4.3 then
begin
  PIDOut:=0;
  s:=0;
  end;
if Tgercek<3.9 then
begin
  PIDOut:=1.1;
  s:=1.1;
end
else
begin
  Kp:=strtofloat(Edit1.Text);
  Ki:=strtofloat(Edit2.Text);
  Kd:=strtofloat(Edit3.Text);
  e1:=Tref-Tgercek;//gerilme hatasının hesaplanması
  PIDout:=PIDout+Kp*(e1-e2)+Ki*e1+Kd*(e1-2*e2+e3);
  S:=PIDout*ks;//servo sinyalinin üretilmesi
end;
if (s>0.4) then
  s:=0.4;
if s<-0.4 then
  s:=-0.4;
Durum := cbFromEngUnits(KardNo, Aralik, S, Veridegeri);
If Durum < 0 then exit;
Durum := cbAOut (KardNo, 1, Aralik, Veridegeri);//3 nolu kanaldan servo motor
// PIDOut:=0;
//sinyalinin çıkışı
Writeln(Dosya_Deg,sayacdeg,' ',Tgercek,' ',Tref,' ',e1,' ',k);
// If Durum < 0 then exit;
e2:=e1;
e3:=e2;
Application.ProcessMessages;
until durdursecili;
end;
end;

procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
begin
  image1.Canvas.MoveTo(4*round(sayacdeg)-360,4*round(T2));
  image1.Canvas.MoveTo(4*round(SayacDeg)-360,4*round(Tref));
  Durum := cbCIn (KardNo, SayacNo, Sayac); //93 sinyal girişi-96 toprak
  Durum := cbAIn(KardNo, Kanal, Aralik, VeriDegeri);//sensör ground ile out arasına 100k'lık direnc
  konacak.
  If Durum < 0 then exit;
  Durum := cbToEngUnits (KardNo, Aralik, VeriDegeri, T2);
  If Durum < 0 then exit;
  if (T2>Tmax) or (sayac>360) then
  begin
    Tmax:=T2;
    sayacdeg:=89;//Tref'in maks olduğu nokta 89 derece için olduğu için bu nokta ref. olarak alınıyor
    Durum := cbCLoad (KardNo, RegisterIsmi, 360);//Sayac registerine 360 degeri yükleniyor.
    sayac:=360;
    if T2>0 then
      K:=idealgerilme[sayacdeg]/(T2);//gerilme sensöründen okunan voltaj değerinin gerçek gerilme

```



```

//büyüklüğüne çevrilmesi
end;
sayacdeg:=(449-sayac)mod 360;
Tref:=idealgerilme[sayacdeg];//Tref- referans gerilme degerinin bulunması
// image1.Canvas.Pen.Color:=clgreen;
//image1.Canvas.lineto(4*round(SayacDeg)-360, 4*round(T2));
//image1.Canvas.Pen.color:=clred;
//image1.Canvas.lineto(4*round(SayacDeg)-360, 4*round(Tref));
e1:=Tref-K*T2;//gerilme hatasının hesaplanması
PIDout:=PIDout+Kp*(e1-e2)+Ki*e1+Kd*(e1-2*e2+e3);
S:=PIDout*ks;//servo sinyalinin üretilmesi
Durum := cbFromEngUnits(KardNo, Aralik, S, Veridegeri);
If Durum <> 0 then exit;
Durum := cbAOut (KardNo, 1, Aralik, Veridegeri);//3 nolu kanaldan servo motor
//sinyalinin çıkışı
Writeln(Dosya_Deg,sayacdeg,' ',T2,' ',idealgerilme[sayacdeg],' ',e1,' ',PIDout);
If Durum <> 0 then exit;
e2:=e1;
e3:=e2;
end;

```

```

procedure TForm1.A1Click(Sender: TObject);
var
dosya:File;
s: string;
i,Alansayisi,noktasayisi,uyelikfnknum,d1: integer;//döngü sayısı....
PozNext,Alanisaretci3: TPAlanlar;
PozNextNok:TPNokta;
//:^TAlanlar;
PozSing:^single;
PozInt,pozisyon:^integer;
PozByte:^Boolean;
p: pointer;
Nokta:array [1..3] of integer;
giris: boolean;
xx,yy:single;
begin
if OpenFileDialog1.Execute then
begin
noktano:=0;
AlanNo:=0;
AssignFile(Dosya,OpenDialog1.FileName);
Reset(Dosya);
ReadLn(s);
d1:=strtoint(s);
Noktasayisi:=3*d1;
GetMem(P,FileSize(dosya)+1);
pozisyon:=p;
BlockRead(Dosya,pozisyon^,FileSize(Dosya),i);
PozInt:=addr(pozisyon^);
Alansayisi:=PozInt^;
Repeat
inc(pozint,1);
AlanNo:=PozInt^;
inc(pozint,1);
Nokta[1]:=PozInt^;
inc(pozint,1);
Nokta[2]:=PozInt^;
inc(pozint,1);

```

```

Nokta[3]:=PozInt^;
inc(pozint,1);
uyelikfnknum:=PozInt^;
inc(pozint,1);
PozByte:=addr(PozInt^);
giris:=PozByte^;
inc(PozByte,1);
PozNext:=addr(pozByte^);
oncekialan:=PozNext;
inc(PozNext);
PozInt:=addr(PozNext^);

New(YeniAlan);
YeniAlan^.Alanno:=Alanno;
YeniAlan^.nokta[1]:=nokta[1];
YeniAlan^.nokta[2]:=nokta[2];
YeniAlan^.nokta[3]:=nokta[3];
YeniAlan^.uyelikfonkno:=uyelikfnknum;
YeniAlan^.giris:=giris;
YeniAlan^.once:=oncekialan;
oncekialan:=YeniAlan;

Alansayisi:=Alansayisi-1;
until Alansayisi=0;
Repeat
NoktaNo:=PozInt^;
inc(PozInt,1);
PozSing:=addr(PozInt^);
xx:=PozSing^;
inc(PozSing);
yy:=PozSing^;
inc(PozSing);
PozNext:=addr(pozByte^);
oncekinokta:=PozNextnok;

New(YeniNokta);
YeniNokta^.x:=x;
YeniNokta^.y:=y;
YeniNokta^.nuktano:=nuktano;
YeniNokta^.once:=oncekinokta;
oncekinokta:=YeniNokta;
//mevcutnokta:=sonrakinokta;

Noktasayisi:=Noktasayisi-1;
until Noktasayisi=0;
{
inc(CurPos,20);//ASCII formundaki başlık kısmı atlandı...
//CurInt:=Addr(CurPos^);
CurWord:=addr(CurPos^);
Memo1.Lines.Add(IntToStr(CurWord^));
dongsay:=CurWord^;
verisay:=dongsay;
inc(CurPos,1);}
CloseFile(Dosya);
end;
end;

procedure TForm1.Kaydet1Click(Sender: TObject);
var

```

```

ToF: file;
Alansayisi:^integer;
d1,numwritten:integer;
Alanisaretc3:TPAlanlar;
NoktaIsaretc3:TPNokta;
begin
Alanisaretc3:=Yenialan;
NoktaIsaretc3:=yeninokta;
Alansayisi^:=Alanno;//kayıt döngüleri sayısı
if SaveDialog1.Execute then { Display Save dialog box }
begin
AssignFile(ToF, SaveDialog1.FileName); { Open output file }
Rewrite(ToF, 1); { Record size = 1 }
BlockWrite(ToF, Alansayisi,sizeof(Alansayisi), NumWritten);
//writeln(inttostr(Alanno));
repeat
// BlockRead(FromF, Buf, SizeOf(Buf), NumRead);
// BlockWrite(ToF, Buf,sizeof(Alanisaretc3), NumWritten);
BlockWrite(ToF, Alanisaretc3,sizeof(Alanisaretc3), NumWritten);
Alanisaretc3:=Alanisaretc3^.once;
until Alanisaretc3^.once = nil;
repeat
// BlockRead(FromF, Buf, SizeOf(Buf), NumRead);
// BlockWrite(ToF, Buf,sizeof(Alanisaretc3), NumWritten);
BlockWrite(ToF, Noktaisaretc3,sizeof(Noktaisaretc3), NumWritten);
Noktaisaretc3:=Noktaisaretc3^.once;
until Noktaisaretc3^.once = nil;

CloseFile(ToF);
end;
end;

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
GroupBox1.Visible:=false;
end;

procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
GroupBox2.visible:=false;
end;

procedure TForm1.Kontrolr1Click(Sender: TObject);
begin
if fuzzy.Checked= true
then
begin
GroupBox2.visible:=true;
GroupBox1.visible:=false;
end
else
begin
GroupBox2.visible:=false;
GroupBox1.visible:=true;
end;
end;
end.

```

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : **Mehmet DAYIK**
Doğum Yeri : Tavas / DENİZLİ
Doğum Yılı : 01.10.1970
Medeni Hali : Evli

Eğitim ve Akademik Durumu

Lise :1985-1988 Kartal Maltepe Lisesi / İSTANBUL
Lisans :1988-1993 Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil
Mühendisliği Bölümü / BURSA
Yüksek Lisans:1996-1999 Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil
Mühendisliği Anabilim Dalı / BURSA
Yabancı Dil :İngilizce

İş Deneyimi

1993-1995 :Konfeksiyon İşletme Şefi, ÖRSAN Tekstil A.Ş. / DENİZLİ
1995- :Araştırma Görevlisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik-
Mimarlık Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü / ISPARTA