

**ÇÖZGÜ SALMA SİSTEMİ FARKLI YÖNTEMLERLE
KONTROL EDİLEN TEZGAHLARDA DOKUNAN PAMUKLU
KUMAŞLARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Enes ÇAKMAK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALİ
ISPARTA – 2007**

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇÖZGÜ SALMA SİSTEMİ FARKLI YÖNTEMLERLE
KONTROL EDİLEN TEZGAHLARDA DOKUNAN PAMUKLU
KUMAŞLARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Enes ÇAKMAK

Danışman: M. Cengiz KAYACAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALİ
ISPARTA – 2007**

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
KISALTMALAR.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
1.GİRİŞ.....	1
1.1 Dokuma İşlemi Ve Temel Hareketleri.....	4
1.1.1 Ağızlık Açma.....	4
1.1.2 Tefeleme Hareketi.....	8
1.1.3 Çözü Salma Ve Kumaş Çekme Hareketleri.....	10
1.1.3.1 Yarı Pozitif Çözü Salma Mekanizmaları.....	11
1.1.3.2 Mekanik Yarı Pozitif Çözü Salma Mekanizmaları.....	11
1.1.3.3 Elektronik Yarı Pozitif Çözü Salma Mekanizmaları.....	13
1.1.3.4 Atkı Sıklığının Çözü Salma Miktarına Etkisi.....	18
2.KAYNAK BİLGİSİ.....	42
2.1 Ağızlık Açma Sırasında Çözü Geriliminin Değişimi İle İlgili Literatür İncelemesi.....	42
2.2 Tefeleme Sırasında Çözü Geriliminin Değişimi Hakkında Literatür İncelemesi.....	47
2.3 Çözü Salma Sistemleri ve Çözü Gerilimi Tespiti İle İlgili Literatür İncelemesi.....	57
3.MATERYAL VE METOD.....	66
3.1 Deneyde Kullanılan Materyaller.....	66
3.1.1 Dokuma makinesi ve Çözü İpliği.....	67
3.1.2 Servo motor ve Sürücüsü.....	72
3.1.3 Enkoder.....	73
3.1.4 Veri Toplama Kartı.....	74
3.1.5 Hareket Sensörü.....	75
3.2 Deney Düzenegi.....	76
3.2.1 Gerçek gerilimin tesbit edilmesi ve programa eklenmesi.....	76
3.2.2 Kontrol Yazılımı.....	79
3.3.1 Çözü Salma Sisteminin Konvansiyonel Yöntemle Kontrolü.....	82
3.3.2 Çözü Salma Sisteminin PID Kontrolü.....	83
3.3.3 Çözü Salma Sisteminin Evrimsel Programlama ile Kontrolü.....	85
3.3.4 Çözü Salma Sisteminin Bulanık Mantık ile Kontrolü.....	86
4.ARAŞTIRMA BULGULARI.....	91
4.1 Deneyde Kullanılan Algoritmaların Tespiti.....	91
4.1.1 PID Kontrol Formülünün Uygulanması.....	91
4.1.2 Evrimsel Programlama ile Çözü Gerilimi Fonksiyonunun Tespiti.....	91
4.1.3 Bulanık Mantık Programlama ile Çözü Gerilimi Fonksiyonunun Tespiti.....	96
4.2 Deneyde Tespit Edilen Çözü Gerilimleri.....	100
4.2.1 Konvansiyonel Kontrol Yöntemi İle Elde Edilen Çözü Gerilimi.....	100

4.2.2 PID Kontrol Yöntemi İle Elde Edilen Çözü Gerilimleri	101
4.2.3 Genetik Programlama Kontrol Yöntemi İle Elde Edilen Çözü Gerilimi	103
4.2.4 Bulanık Mantık Kontrol Yöntemi İle Elde Edilen Çözü Gerilimi	104
4.2.5 Kontrol Yöntemlerinin Çözü Gerilimleri Değerlendirilmesi	105
4.3 Kopma Deneyleri Karşılaştırılması	107
4.4 Kumaş Mukavemet Testleri	110
4.4.1 Kumaşların Kopma Mukavemeti Testleri	110
4.4.2 Kumaşların Yırtılma Mukavemeti Testleri	112
4.4.2.1 Çözü yırtılma mukavemeti testi (atkı yönünde)	113
4.4.2.1 Kumaşların atkı yırtılma mukavemeti testi (çözü yönünde)	114
5.TARTIŞMA VE SONUÇ.....	115
6.KAYNAKLAR.....	119
EKLER	129
ÖZGEÇMİŞ.....	141

ÖZET**ÇÖZGÜ SALMA SİSTEMİ FARKLI YÖNTEMLERLE KONTROL EDİLEN
TEZGAHLARDA DOKUNAN PAMUKLU KUMAŞLARIN FİZİKSEL
ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI****Enes ÇAKMAK**

Dokuma makinelerinin fonksiyonel ünitelerinden birini oluşturan çözgü salma mekanizmaları, dokuma işleminin sürekliliği ve sabit atkı sıklığının elde edilmesi bakımından büyük öneme sahiptir.

Bu çalışmada, yarı pozitif mekanik çözgü salma sistemine sahip, 2005 yılında SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsünde Dr. Mehmet DAYIK tarafından yapılan doktora çalışması kapsamında, (Dayık, 2005) çözgü salma sistemi servo motor ile modifiye edilmiş bir dokuma makinesinde konvansiyonel yöntem, PID, Evrimsel Programlama ve Bulanık Mantık program algoritmaları kullanılarak pamuklu kumaş dokunmuştur.

Çalışmada, PID ve AI yöntemleri (Evrimsel Programlama ve Bulanık Mantık) algoritmaları için program modülleri görsel C programa dilinde modüller halinde hazırlanmıştır. Hazırlanan bu yazılım ile PID kontrolde 35, 40, 45 cN referans gerilim değerleri ile deneyler yapılmıştır. Yapay zeka algoritmalarından ilk olarak Evrimsel Programlama ile elde edilen çözgü gerilimi fonksiyonu kullanılarak çözgü salma sistemi kontrol edilmiştir. İkinci olarak Bulanık Mantık kontrol yöntemi ile de kontrol edilmiştir. Çözgü ipliklerinde oluşan gerilim değerleri ve kumaş özellikleri her üç yöntem içinde ayrı ayrı tespit edilmiştir.

Çalışmanın sonunda, kontrol yöntemlerinin performansları gerçekleşen çözgü gerilimi değerleri, çözgü ipliği kopma miktarları ve dokunan kumaşların mukavemetleri karşılaştırılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Dokuma, Çözgü gerilimi, Gerçek zamanlı kontrol, Yapay Zeka

ABSTRACT**COMPARISON, THE PHYSICAL PROPERTIES OF COTTON WEAVING FABRICS, PRODUCED BY ARTİFİCİAL İNTELLIGENCE WARP TENSION CONTROLLER INTEGRATED WEAVING LOOMS****Enes ÇAKMAK**

One of the most important unit is let-off mechanisms for successive, continuous and constant weft density ratio in weaving operation.

A conventional weaving loom was modified to servo let-off controlled by Dr. Mehmet DAYIK in period of his PhD thesis that accepted in University of Süleyman Demirel in 2005.(Dayık, 2005) In this study, this conventional weaving loom having semi-positive let-off system has been controlled with conventional PID, EP and Fuzzy Logic control algorithms using visual C programming language. Warp tension variation and affects to weaving machine's performance, physical properties of cotton weaving fabrics have been studied.

For this purpose firstly, warp tension and weft yarn breaks were measured at conventional let-off control system operation during weaving and fabric tear strength and breaking strength values was measured. After conventional let-of system tests performed, conventional let-of system was dismantled and a servomotor was activated. Then let off system was controlled by PID, Evolution Programming and Fuzzy Logic. In PID Control, 35, 40 and 45 cN reference tension values used for the experiments. For each control warp tension, warp breaks, fabric tear strength and breaking strength values was recorded.

At the end of the study, performances of control methods were compaired each other in terms of warp tension and obtained fabric properties. In let –of control systems the least variation range and warp tension and minimum weft brakes was in fuzzy logic method.

KEY WORDS: Weaving, Warp Tension, Artificial Intelligence

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın başından sonuna kadar konuları tartışmamda, çalışmayı yönlendirici kritiklerinden ve sürekli tez çalışma sürecindeki sıcak ilgilerinden dolayı sayın danışman hocam Doç. Dr. M. Cengiz KAYACAN' a değerli hocalarım, Arş. Gör. Dr. Mehmet DAYIK'a, SDÜ Tekstil Mühendisliğindeki hocalarım ve bütün bölüm çalışanlarına, çalışmamı yürütmemde 03 YL 963 numaralı proje ile maddi destek sağlayan SDÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na, çalışmam sırasında sürekli moral motivasyon sağlayan eşim Yasemin ÇAKMAK'a ve tüm arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

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)
$E_{\text{Ç}}$	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	Ağırlık yüksekliği
h_p	İlk iki gücü teli için ağırlık 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_{ζ}	Çözümlü 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_{φ}	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
AI	Yapay Zeka
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

Sayfa

Şekil 1.1 Ağızlık açma esnasında ana mil açısına göre meydana gelen gerilimler (Huang,1984).....	5
Şekil 1.2 Ön ağızlık ve arka ağızlıkta çözgü ipliği uzaması	6
Şekil 1.3 Ağızlık açma işlemi sırasında çözgü iplikleri üzerine gelen kuvvetler	7
Şekil 1.4 Tefeleme hareketi sırasında çözgü ipliğinde oluşan gerilim grafiği (Alpay, 1983).....	9
Şekil 1.5 Tefeleme sırasında kumaş ve çözgüde meydana gelen kuvvetler.....	10
Şekil 1.6 Mekanik yarı pozitif kesiksiz çözgü salma mekanizması (Hunt tipi).....	12
Şekil 1.7 Yük hücreleri ile çözgü gerginliği ölçümünü esas alan elektronik salma mekanizmaları	14
Şekil 1.8 Yer değiştirme sensörlerinden faydalanılarak tasarlanmış çözgü gerilimi kontrol mekanizması	17
Şekil 1.9 Çözgü salma sisteminin 20 atk/cm de çözgü salma geçiş periyodu	18
Şekil 1.10 Çözgü salma sisteminin 10 atk/cm de çözgü salma geçiş periyodu (Özkan, 1999).....	19
Şekil 1.11 Uzman sistemlerin içyapısı (Nabiyev, 2004).....	23
Şekil 1.12 a) Klasik mantıkta hız grafiği b) Bulanık mantıkta hız grafiği	26
Şekil 1.13 Bulanık küme	28
Şekil 1.14 Üyelik fonksiyonun kısımları	29
Şekil 1.15 Bulanık kümeler; (a) normal, (b) normal olmayan	30
Şekil 1.16 Bulanık kümeler; (a) dış bükey, (b) iç bükey	31
Şekil 1.17 Dış bükey bulanık kümelerin kesişimi.....	32
Şekil 1.18 Gauss bulanık kümesi	33
Şekil 1.19 Hassalık (Prezisyon)	34
Şekil 1.20 Sıcaklık bulanık alt kümeleri	35
Şekil 1.21 EP akış diyagramı	38
Şekil 1.22 Matematiksel açıklama ağacına (AA) bir örnek	39
Şekil 2.1 Tefeleme hareketinin başlangıç aşaması (Tefe arka ölü konumda).....	49
Şekil 2.2 Tefenin arka ölü konumdan ön ölü konuma hareketi	49
Şekil 2.3 Tefeleme hareketinin sona erdiği aşama (Tefe ön ölü konumda).....	49
Şekil 2.4 Yeni bir atkının tefelenmesi sırasında oluşan kuvvetler	51
Şekil 3.1 Deney düzeneğinin kullanılan dokuma makinesinin görünümü.....	66
Şekil 3.2 Deneyde kullanılan dokuma makinesinin görünümü.....	67
Şekil 3.3 Dokuma makinesi çözgü salma sisteminin resmi(Dayık vd,2006).....	68
Şekil 3.4 Dokuma makinesine ait çözgü salma sisteminin teknik çizimi	68
Şekil 3.5 Deneyde kullanılan dokuma makinesi çözgü salma ve kumaş sarma bölümlerine ait kinematik şema	69
Şekil 3.6 Haşılı çözgü ipliği kuvvet-uzama grafiği.....	70
Şekil 3.7 Haşılısız çözgü ipliği kuvvet-uzama grafiği	70
Şekil 3.8 Atk ipliği kuvvet-uzama grafiği.....	71
Şekil 3.9 Deneylerde üretilen bezayağı örgüye ait tahar, armür ve çerçeve planları.....	71
Şekil 3.10 Servo motor ve sürücüsü.....	72
Şekil 3.11 Servo motorun dokuma makinesindeki görünümü	73
Şekil 3.12 Artımlı Enkoder	74
Şekil 3.13 Artımlı ana mil üzerinde görünümü.....	74

Şekil 3.14	Veri toplama kartı ve bağlantı aparatı (PCI-DAS6071)	75
Şekil 3.15	Hareket sensörü (Selet B18/50T-0/3)	75
Şekil 3.16	Hareket sensörünün görünümü	76
Şekil 3.17	SDL gerilim ölçümü ile sensor değerlerinin birlikte gösterilmesi	77
Şekil 3.18	Çözümlü gerilimi kontrol şeması (Dayık, 2005).....	78
Şekil 3.19	PID Etki kontrol algoritması blok diyagramı (Dayık, 2005)	79
Şekil 3.20	Bulanık mantık kontrol algoritması blok diyagramı (Dayık, 2005)	79
Şekil 3.21	Deney için hazırlanan kontrol programı	80
Şekil 3.22	Deney için hazırlanan kontrol programını uygulanması.....	80
Şekil 3.23	Deneyde kullanılan dokuma makinesinin çözgü salma sistemi (Dayık vd., 2006).....	83
Şekil 3.24	Dokuma makinesinin PID etki kontrolü (Dayık vd., 2006).....	85
Şekil 3.25	Dokuma makinesinin EP ile kontrolü (Dayık vd, 2006).....	86
Şekil 3.26	Dokuma makinesinin bulanık mantıkla kontrolü (Dayık, 2005)	87
Şekil 3.27	Bulanık mantık modülünün programa eklenmesi	88
Şekil 3.28	Bulanık mantık kütüphanesi değişken tipleri (http://codeproject.com)	89
Şekil 3.29	Bulanık mantık kütüphanesi sınıf görünümü (http://codeproject.com)	90
Şekil 4.1	Dokuma makinesinde çözgü gerilimi ölçüm düzeneği (Dayık, 2005)	93
Şekil 4.2	EP C# programlama dilindeki programı ve hedef fonksiyonu grafiği.....	94
Şekil 4.3	Kullanılan bulanık mantık modelinin şematik gösterimi	96
Şekil 4.4	Giriş “hata(e)” üyelik fonksiyonu	96
Şekil 4.5	Giriş “hata değişimi(ce)” üyelik fonksiyonu	97
Şekil 4.6	Çıkış “kontrol sinyali” üyelik fonksiyonu	97
Şekil 4.7	Hata ve hata değişimi üyelik fonksiyonunun çözgü salma sistemi üzerine etkisi	98
Şekil 4.8	Anfis modelinin “e(hata)” giriş üyelik fonksiyonu.....	98
Şekil 4.9	Anfis modelinin “ce(hata değişimi)” giriş üyelik fonksiyonu	99
Şekil 4.10	Anfis yöntemi ile oluşturulan üyelik fonksiyonlarının grafiği	99
Şekil 4.11	Konvansiyonel kontrol çözgü gerilim grafiği	101
Şekil 4.12	PID kontrol referans gerilimi 45 cN ile elde edilen çözgü gerilimi.....	102
Şekil 4.13	PID Kontrol referans gerilimi 40 cN ile elde edilen çözgü gerilimi.....	102
Şekil 4.14	PID Kontrol referans gerilimi 35 cN ile elde edilen çözgü gerilimi.....	103
Şekil 4.15	Genetik programlama ile elde edilen çözgü gerilimi	104
Şekil 4.16	Bulanık mantık programlama ile elde edilen çözgü gerilimi	105
Şekil 4.17	Uygulanan kontrol yöntemleri gerilim ortalamaları grafiği.....	106
Şekil 4.18	Uygulanan kontrol yöntemlerinin gerilim değişimi grafiği (Genlik grafiği)	106
Şekil 4.19	Uygulanan kontrol yöntemlerinde kopuş sayıları grafiği.....	108
Şekil 4.20	Atkı yönünde kopma mukavemeti testi grafiği.....	111
Şekil 4.21	Atkı yönünde kopma mukavemeti kuvvet-uzama grafiği.....	112
Şekil 4.22	Atkı yönünde yırtılma mukavemeti testi grafiği	113
Şekil 4.23	Çözgü yönünde yırtılma mukavemeti testi grafiği.....	114

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.1 Çözüğü gerilimi fonksiyonu için EP algoritmasında kullanılan Operatörler.....	93
Çizelge 4.2 Kontrol yöntemlerinin çözüğü gerilimleri tanımlayıcı istatistik değerleri...	105
Çizelge 4.3 Konvansiyonel, PID ve Yapay Zeka Kontrol Yöntemlerinde Kopuş Sayıları.....	107
Çizelge 4.4 Kumaşların atkı yönü kopma mukavemeti test sonuçları.....	110
Çizelge 4.5 Kumaşların çözüğü yönü kopma mukavemeti test sonuçları.....	112
Çizelge 4.6 Çözüğü yırtılma Deneyine Ait Test Sonuçları.....	113
Çizelge 4.7 Atkı yırtılma deneyine ait test sonuçları.....	114

1.GİRİŞ

Dünya tekstil endüstrisinde giderek yükselen bir çizgi gösteren Türk tekstil sanayisinin küreselleşme çerçevesinde müşterilerini kaybetmemesi ve rakipleri ile rekabet gücünü artırabilmesi için pazar eğilimlerini yakından takip etmesi gerekmektedir. Bunu başarabilmeleri üretim hızını artırıcı kararları almaları yeni teknolojilerin ürünlerini ve ürün maliyetlerini de göz önünde bulundurulmasına bağlıdır. Aksi takdirde Türk tekstil sanayisinin en önemli rekabet faktörleri olan ürün fiyatı, müşteri memnuniyeti, kalite ve estetik özellikleri değer kaybedebilir. Bu durumda yüksek teknolojiye elektronik ve bilgisayar ile donatılmış makinelerde üretim hızlarının çok yüksek olması nedeniyle çok küçük orandaki verim artışı çok yüksek değerlerde ifade edilebilir.

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 kopuşlarının 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 artırılması ile Türk tekstil sanayinin dış piyasalarda rekabet gücünün artırılmasına katkıda bulunabilecektir.

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 tekstil alanı olarak görülmektedir. Bu nedenle dokuma sektöründe birim zamanda daha yüksek üretim hızıyla daha kaliteli kumaşın en düşük maliyetle üretilme gereği artık kaçınılmaz hale gelmiştir.

Günümüzde, örme ve dokusuz yüzey oluşturma teknikleri ile tekstil yüzeyi elde etme olayı, gelişmiş olmakla birlikte, binlerce yıllık bir gelenek haline gelmiş olan dokuma kumaşın yeri, sağladığı birçok avantaj sebebiyle diğerlerine göre hep daha

önde olmuştur. Bunu hep bir adım daha öne taşıyabilmek için her an daha kaliteli kumaşların üretilmesi söz konusudur.

Ancak kalite kıstaslarının hepsini bir arada karşılayabilecek bir makine henüz üretilmemiştir. Kalite kıstaslarını en yüksek miktarda taşıyan makineler ise günümüzde ileri teknolojiye sahip makineler olarak görülmektedir.

Bilim ve teknolojinin gelişim süreci dokuma makinelerinde kendini, tezgâh hızlarının arttırılması ve kumaş kalitesinin iyileştirilmesi yönünde göstermiştir. Bu sürece paralel olarak; dokuma esnasında iplik gerginliklerinin kontrolü önem kazanmıştır. Günümüzde mikroişlemcilerin dokuma makineleri imalatında yer almasıyla birlikte, milisaniye düzeyinde, çok kısa zaman aralıklarının kontrolü mümkün olmuştur. Bu durum, dokuma makinelerinin kabaca tüm mekanizmalarının, mekanik sistemlerden elektronik sistemlere dönüşmesine yol açmıştır.

Bilgisayar teknolojisinin son derece hızlı geliştiği 21. Yüzyılda, daha etkin ve çevik kontrol yöntemleri üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. 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 en aza indirmek için PID (Proportion, Integral, Derivative), Adaptive, Sliding Mode gibi birçok kontrol yöntemi geliştirilmiştir. Fakat son on yıldan buyana 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.

Dokuma işleminin istenilen kalitede olabilmesi için, dokuma işlemi sırasında çözgü ipliği gerginliği alt limitinin altına inilmemelidir. İşletme şartlarında çözgü ve atkı ipliği gerginliklerini, belli değerler arasında sabit tutmak, oluşacak kumaşın kalitesine ve makinenin randımanına doğrudan etki eder.

Dokuma şartlarında, ipliklerde meydana gelecek plastik uzamalar, kumaşta homojen olmayan boyamalara sebebiyet verebilir. İpliklerin kopma mukavemetinin üzerinde oluşan gerginlikler ise, makine randımanında düşüşe sebep olmaktadır.

Verimli ve kaliteli üretim için; dokuma esnasında çözgü ipliklerinin kontrolü kaçınılmaz bir gerekliliktir. Bu nedenle bu çalışmada, çözgü iplikleri gerilim optimizasyonu metotlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Bu karşılaştırma esnasında Ne 20 numara pamuk çözgü ve atkı iplikleri kullanılmıştır.

Bu çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünde dokuma işlemi anlatılmıştır. İkinci bölümde literatür çalışması yapılmıştır. Üçüncü bölüm deney düzeneğinde kullanılan malzemeler ve deneyin yapılabilmesi için gerekli metotlar ile ilgili bilgi vermektedir. Araştırma bulguları bölümünde ise deney esnasında alınan çözgü gerilimi verilerinin ve dokumada oluşan kumaşların fiziksel özelliklerinin sunulduğu kısımdır. Tartışma ve sonuç kısmında ise deneylerde elde edilen bulgular değerlendirilmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

1.1 Dokuma İşlemi Ve Temel Hareketleri

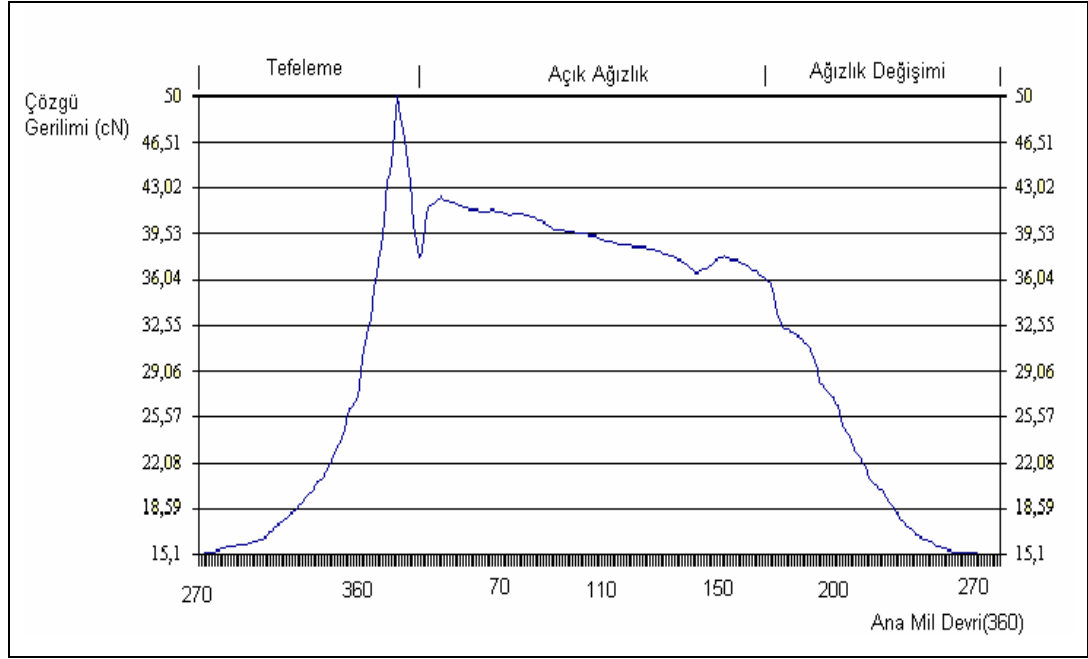
İki iplik sisteminin (çözü ve atkı) birbiri içerisinde örgü oluşturacak biçimde 90 derecelik açı ile birleşerek oluşturulan yapıya kumaş, bu olaya da dokuma işlemi denir. Dokuma işleminde kullanılan iki iplikten diğerine göre daha uzun olan iplik “Çözgü”, kısa olan da “Atkı” ipliği olarak isimlendirilmektedir. Dokuma işleminin gerçekleşebilmesi için beş temel hareket bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla; ağızlık açma, atkı atma, tefe vurma, çözgü salma ve kumaş çekme hareketleridir.

Bu bölümde çözgü gerilimine etki eden dolayısı ile dokuma işleminin verimine direkt etkisi olan temel hareketlerden ağızlık açma, tefe vurma, çözgü salma ve kumaş çekme hareketleri incelenmiştir.

1.1.1 Ağızlık Açma

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

Çözgü ipliğindeki gerginlik çözgü levendinden dokuma hattına kadar sürekli olarak değişir. En 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 1.1). 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 1.1 Ağızlık açma esnasında ana mil açısına göre meydana gelen gerilimler (Huang,1984)

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

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

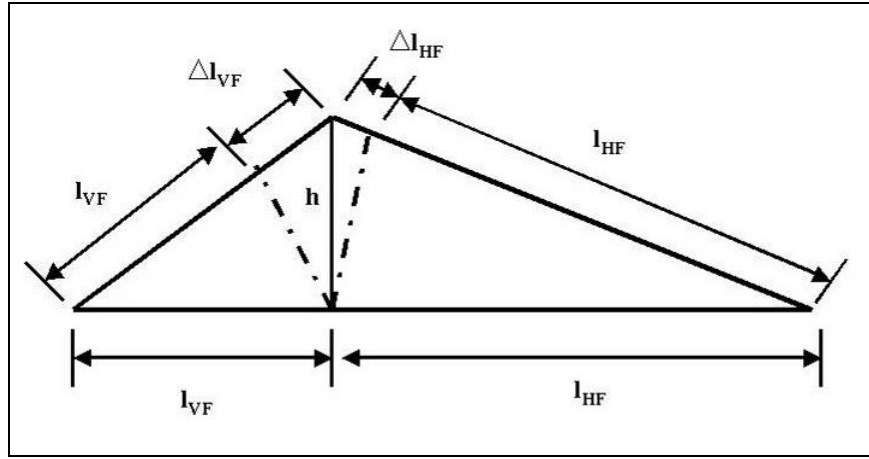
Tefe vuruşu tarafından meydana getirilen kuvvetler belirli bir noktaya kadar ağızlık geometrisinden bağımsızdır. Bu kuvvetler ağızlık açısı arttırıldığında azalırlar. Birçok durumda bunlar, çözgü ipliklerine karşı atkı ipliği sürtünmesinin ve çözgüyle atkı ipliklerine yüklenen plastik deformasyon miktarının ortaya çıkardığı kuvvetlerdir. Kabul edilebilir maksimum gerginlik doğal olarak ipliğin tipine bağlıdır. İplikte en az uzama ve dolayısıyla en az gerilmeyi temin etmek için şu yaklaşımlar geçerlidir;

- 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 çözgü ipliklerinin birbirine takılıp yapışmasıdır.

I uzunluğundaki çözgü ipliği ağızlık açma mekanizması ile h yüksekliğine kaldırıldığında, ağızlık geometrisine bağlı olarak çözgü ipliği uzayacaktır. Şekil 1.2’ de ön ağızlık ve arka ağızlıkta çözgü ipliği uzaması gösterilmiştir.



Şekil 1.2 Ön ağızlık ve arka ağızlıkta çözgü ipliği uzaması

Ön ağızlık uzunluğu = I_{VF}

Ön ağızlık uzaması = ΔI_{VF}

Arka ağızlık uzunluğu = I_{HF}

Arka ağızlık uzaması = ΔI_{HF}

Ağızlık yüksekliği = h

Ağızlık açma işlemi sırasında çözgü ipliklerine etkiyen kaldırma kuvveti P ile gösterilmiştir. P kuvvetinin bileşenleri ise P_1 ve P_2 ile gösterilmiştir.

θ_1 =Ön ağızlık açısı

θ_2 =Arka ağızlık açısı

h =ağızlık yüksekliği

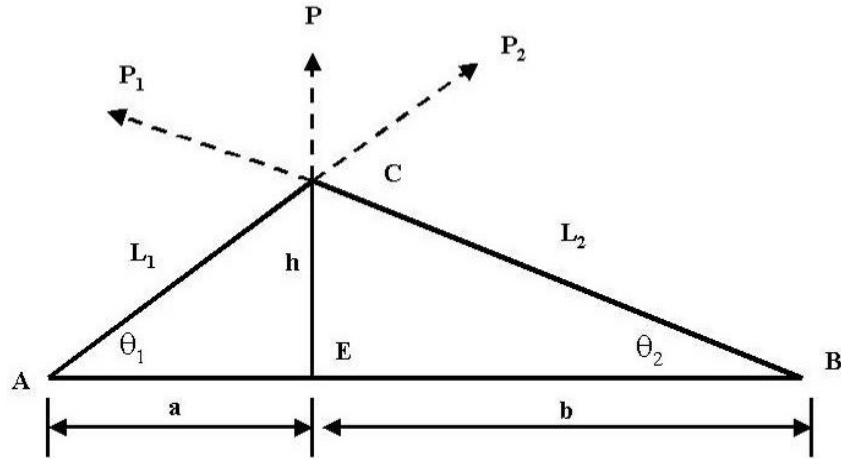
L_1 =Ön ağızlık yüksekliği

L_2 = Arka ağızlık yüksekliği

ΔL =çözgü ipliğinde gerilimden dolayı meydana gelen uzama

$\Delta L = (l_1 + l_2) - l$

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 anlaşılabacağı gibi tefe vuruşu ve ağızlık açma işlemleri çözgü gerginliğine etkileyen iki önemli harekettir.

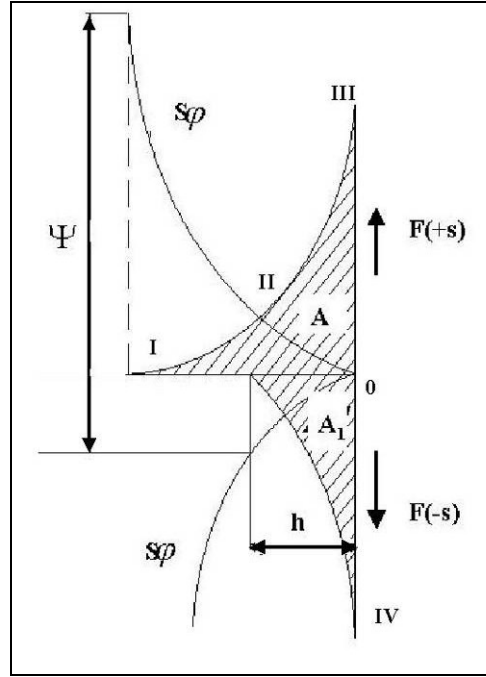


Şekil 1.3 Ağızlık açma işlemi sırasında çözgü iplikleri üzerine gelen kuvvetler

1.1.2 Tefeleme Hareketi

Dokuma esnasında çözgü iplikleri arasına yerleştirilen atkı ipliği, ağızlığın 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 olduğu tarafa doğru atkıyı paralel taşınması sonucu atkı dokuma bölgesine sıkıştırılarak kumaşa dahil edilmesi ile gerçekleşmiş olur.

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 gerilim kumaşın ve çözgünün elastik modüllerine ve boyut değişim oranına bağlıdır. Tefeleme esnasında çözgüde ve atkıda meydana gelen gerilim farkı tefeleme kuvvetini verir. Tefeleme hareketi sırasında çözgü ipliğinde oluşan gerilim grafiği Şekil 1.4’de verilmiştir.

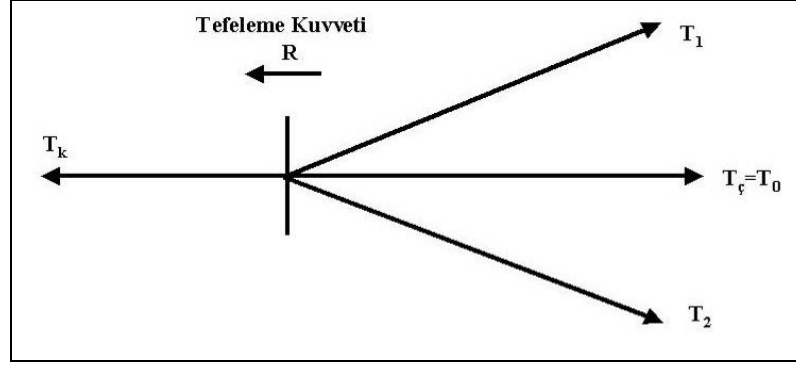


Şekil 1.4 Tefeleme hareketi sırasında çözgü ipliğinde oluşan gerilim grafiği (Alpaya, 1983)

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 durumla özellikle sık kumaşların dokunmasında karşılaşılır.

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 ve çözgüdeki gerilim kumaşın ve çözgünün elastik modüllerine ve boyut değişim oranına bağlıdır. Tefeleme esnasında çözgüdeki ve atkıdaki bu gerilim farkı tefeleme kuvvetini verir. Tefeleme den önce çözgü (T_C) ve kumaş gerilimi (T_k) bir birbirine eşittir ve T_0 gerginliğindedir. Tefeleme sırasında oluşan gerilimler Şekil 1.5' de gösterilmiştir.



Şekil 1.5 Tefeleme sırasında kumaş ve çözgüde meydana gelen kuvvetler

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 çözgü salma mekanizmalarını başlıca üç kısımda incelemek mümkündür.

- Pozitif Çözgü Salma Mekanizmaları
- Negatif 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 sapmaları çözgü besleme hızını sürekli olarak düzenleyerek düzeltme potansiyeline sahiptir.

1.1.3.1 Yarı Pozitif Çözgü Salma Mekanizmaları

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

- 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)

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

1.1.3.2 Mekanik Yarı Pozitif Çözgü Salma Mekanizmaları

Mekanik yarı pozitif çözgü salma mekanizmaları, levant tahrik sistemlerine göre kesikli ve sürekli olmak üzere iki grupta incelenebilir. Kesikli hareket üreten çözgü salma mekanizmaları, levendi tek yönlü olarak döndürürken sürekli çözgü salma mekanizmaları ise çözgü levendini her iki tarafa döndürebilir (Alpay, 1983). Kesikli hareket durumunda levendin döndürülmesi dokuma makinesi devrinin yarı periyodu

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 çözgü gerginliğinin sebep olduğu ters yöndeki moment ile dengelenmesi ile elde edilir. Dokuma işlemi süresince levant çapı azalması sabit kumaş çekme miktarı için daha az çözgü ipliği beslenmesi anlamına geleceği için çözgü gerginliğini artırır. Çözgü 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 artırılırken alt kasnak çapı küçültülür. Böylece sistem levant çapındaki azalmaya bağlı olarak levendin açısal hızını arttırarak çözgü besleme hızını istenilen gerginlik elde edilene kadar arttırmış olur.

Çözgü gerginliğinde meydana gelen değişim arka köprünün hareketi ve bu harekete bağlı olarak levendin dönüş hızının değişimi olarak iki düzeltici şeklinde ortaya çıkar. Bunların ilki, çözgü geriliminin artması ile levant dönüş hızı arttırılırken çözgü geriliminin azalması ile de levendin hızının azaltılmasıdır. Gerginliğin istenen değere ulaşması durumunda ise arka köprü denge pozisyonunda kalır. İkinci düzeltici etki arka köprünün hareketinden dolayı kumaş çizgisi ile çözgü levendi arasındaki serbest çözgü iplik uzunluğunun değişmesi şeklinde kendini gösterir (Özkan, 1999).

1.1.3.3 Elektronik Yarı Pozitif Çözgü Salma Mekanizmaları

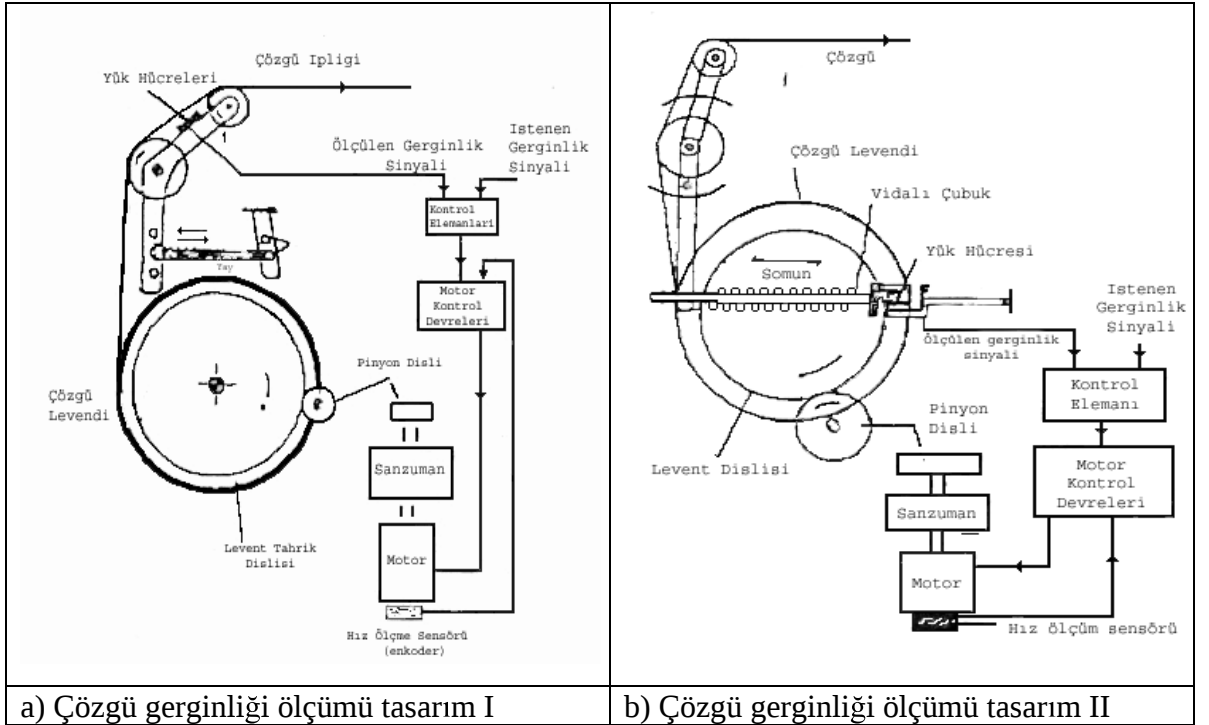
Elektronik yarı pozitif çözgü salma mekanizmaları yüksek performans ve esnekliklerinin yanında periyodik bakıma mekanik sistemlere göre çok daha az ihtiyaç göstermeleri sebebiyle bu gün üretilen dokuma makinelerinin standart bir ünitesi konumundadır. Çözgü gerilimi ölçümü genellikle arka köprüden yapılırken, 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 motorunda 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)

Çözgü gerilimi ölçümü bir çok makine üreticisinin üretmiş olduğu makinede mekanik sistemlerde olduğu gibi arka köprüden yapılmaktadır. Çözgü geriliminin elektriksel sinyale dönüştürülmesi için yer değiştirme sensörleri veya yük hücreleri (load cell) kullanılır. Arka köprü çözgü geriliminin arttığı durumlarda hareket ederek çözgü gerilimin azaltılmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda gerilimden dolayı arka köprünün hareket etmesiyle de çözgü levendini döndüren motorun hızı da ayarlanmış olmaktadır. Şekil 1.7'de yük hücrelerinin kullanımına ilişkin iki farklı tasarımla çözgü gerginliğinin ölçümü gösterilmektedir.



Şekil 1.7 Yük hücreleri ile çözgü gerginliği ölçümünü esas alan elektronik salma mekanizmaları

Şekil 1.7 a'daki 1 nolu silindir arka köprü olup çözgü gerginliğinin etkisiyle kendi eksenini etrafında dönebilmektedir. 2 nolu silindir ise alt taraftaki ucuna yay bağlanmış olan ve 1 nolu silindirin eksenini etrafında dönebilen bir kolun diğer ucuna bağlı olup şekilde oklarla gösterildiği gibi salınım hareketi yapabilmektedir, 1 ve 2 nolu silindirler arasında bir yük hücresi bağlanmış olup çözgü gerginliğinin etkisiyle eğilmeye maruz kalmaktadır. Yayın bir ucu kolun alt ucuna bağlı olup diğer ucu makine gövdesine bağlanmıştır. Burada çözgü gerginliği yay kuvveti tarafından değil bilgisayardan girilen yük hücresini etkileyen zorlamayı temsil eden bir sayı tarafından belirlenir. Yayın buradaki işlevi arka köprünün çerçeve hareketinden ve tefe vuruşundan dolayı salınım miktarını ayarlamaktadır.

Arka köprünün salınım miktarı şekilde görüldüğü gibi bir somunla yayın etkin uzunluğunu ayarlayarak yapılır. Buna göre arka köprü yayın izin verdiği maksimum elastik durum ile salınım yapamayacağı rijit durum arasında istenilen elastikiyette kumaş tipine göre ayarlanabilmektedir.

Şekildeki bu mekanizmanın kol üzerinde yük hücresi bulunmayan bir kopyası arka köprünün diğer ucunda mevcuttur. Aynı prensibi kullanan farklı tasarım örneği Şekil 6b' de görülmektedir. Burada yine kendi eksenini etrafında dönebilen 1 nolu silindir ile aynı eksen etrafında dönen bir kol mevcut olup kolun üst ucuna eksenini etrafında dönebilen bir silindir takılmıştır. Kolun alt ucu yayla bağlı olarak yayın içinden uzanan ve üzerinde vida açılmış yatay çubuk alt ucundan açılmış olan boşluk içinde serbestçe hareket edebilmektedir. Yatay çubuğun diğer ucu yük hücresinin bir tarafına bağlanmıştır. Burada yük hücresi çekmeye veya baskıya zorlanmaktadır. Yatay çubuğun üzerinde dış kısmında yay profiline uygun şekilde açılmış kanat bulunan silindirik bir parça mevcuttur. Bu parça döndürülerek yay eksenini boyunca hareket ettirilip yay üzerinde istenilen yerde sabitlenebilmektedir. Bu sayede yukarıda açıklandığı şekilde arka köprünün salınım miktarı ayarlanabilmektedir.

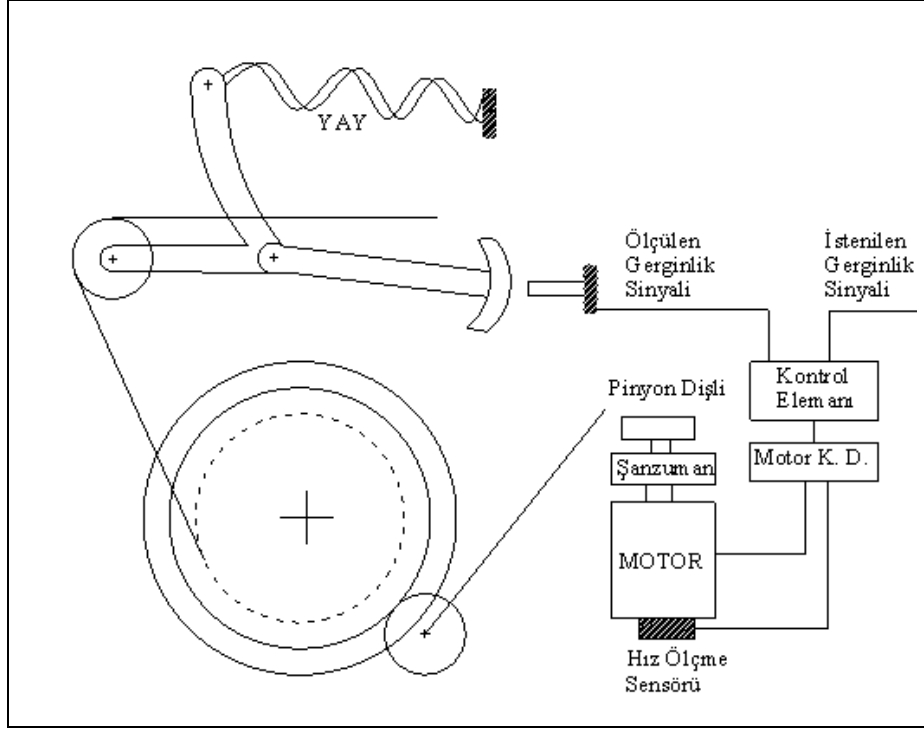
Her iki sistemde de bir ön gerginlik verilmesi durumunda salınım yapan kolun açılma pozisyonu değişeceğinden aynı çözgü gerginliği değeri için yük hücreleri farklı seviyede zorlanır ve dolayısıyla farklı çıkış sinyalleri elde edilir. Bunun sebebi 1 nolu

silindir ve kol ile birlikte salınan 2 nolu silindir arasındaki çözü tabakasının yatayla yaptığı açının değişmesi sonucu 2 nolu silindire etkileyen çözü gerginliğinin sebep olduğu momentin değişmesidir.

Çözü gerginliği ölçümünü mutlak değer olarak değerlendirmeyen sistemler ise çözü gerginlik aralığını temsil eden birimsiz sayılar kullanarak istenen çözü gerginlik değerini bilgisayardan girmektedir. Gerçekleşen çözü gerginliği, dokunması istenen kumaş için yeterli değilse istenen çözü gerginliği değeri tatmin sonuçlar elde edilinceye kadar değiştirilir. Başlangıçta çözü gevşetip gerginliği sıfır olunca sensör çıkışı sıfır olacak şekilde ayar yapılır.

Her iki tasarımda da çözü gerginliğinin momenti salınım yapan kolu saat ibreleri yönünde döndürmeye çalışmaktadır. Kolun dengesi, yayın uzaması sebebiyle oluşan kuvvetin meydana getirdiği moment ile sağlanır. Çözü gerginliğindeki bir değişim kolun farklı bir açısal pozisyonunda dengelenmesine sebep olacaktır. Bu durumda yay kuvveti değişeceğinden yük hücresine uygulanan kuvvet değişecektir. Böylece çözü gerginliğindeki değişim yük hücresi tarafından elektriksel sinyale dönüştürülüp kontrol elamanına iletilir.

Yer değiştirme sensörlerinin kullanılması özellikle Sulzer firması tarafından benimsenmiştir. Şekil 1.8' deki arka köprü tasarımı Sulzer' in mekanik çözü salma mekanizmalarında kullandığı tasarımıdır. Mekanik sistemde kullanılan hareket iletim çubuk yerine bir yer değiştirme sensörü (indüktif) kullanılmıştır. Burada çözü gerginliğinin ayarı yük hücresi kullanan sistemlerden farklı olarak yay kuvveti yardımıyla yapılmaktadır. Yayın bir ucu makine gövdesine tutuşturulmuş olup diğer ucu arka köprü ile birlikte AO etrafında dönen profili kola iliştilmiştir. Yayın ucu yukarı doğru hareket ettirildikçe gerginliği artmakta ve daha yüksek çözü gerginliği elde edilmektedir.



Şekil 1.8 Yer değiştirme sensörlerinden faydalanılarak tasarlanmış çözümlü gerilimi kontrol mekanizması

Şekilde görülen ve üzerindeki çizgisi sensörle aynı hizada bulunan metal segment profili kol ve arka köprü ile makine çalışırken birlikte dönebilmekte ve gerektiğinde üzerindeki vida gevşetilip takılı olduğu mil üzerinde döndürülebilmektedir.

Çözgü salma mekanizması çözgü gerginliği ne olursa olsun (yani profili kol üzerindeki yay uçunun bağlantı noktası ne olursa olsun) arka köprü pozisyonu (arka köprünün yatayla yaptığı açı) aynı kalacak şekilde çalışır. Başlangıçta ayarlarının yapılması esnasında istenen çözgü gerginliğini üretecek şekilde yayın bir ucu profili kol üzerinde hareket ettirilerek yaya ön gerginlik verilir. Sonra arka köprü bulunması istenen pozisyona (bu pozisyon üretici firma tarafından belirlenen bir pozisyonudur) getirilir.

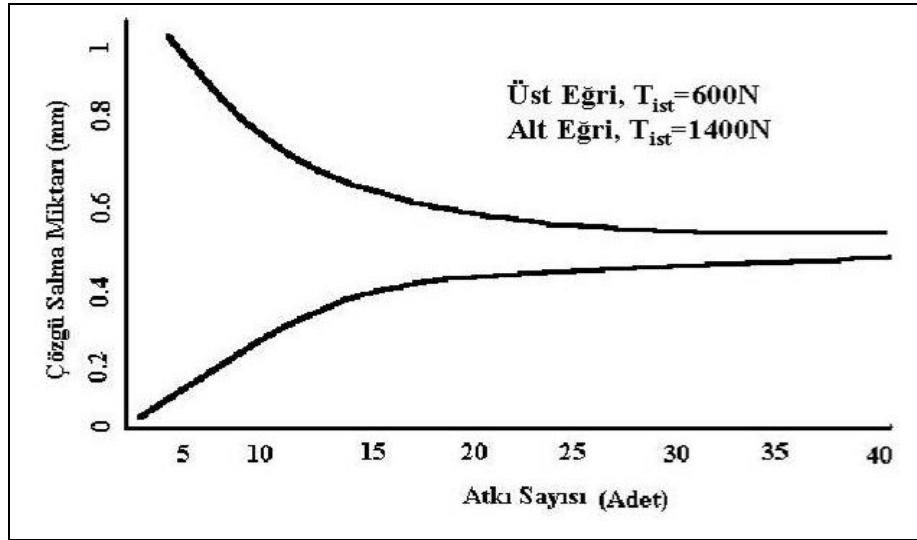
1.1.3.4 Atkı Sıklığının Çözü Salma Miktarına Etkisi

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. Bu ters orantı Şekil 1.9 ve Şekil 1.10 'da görülmektedir.

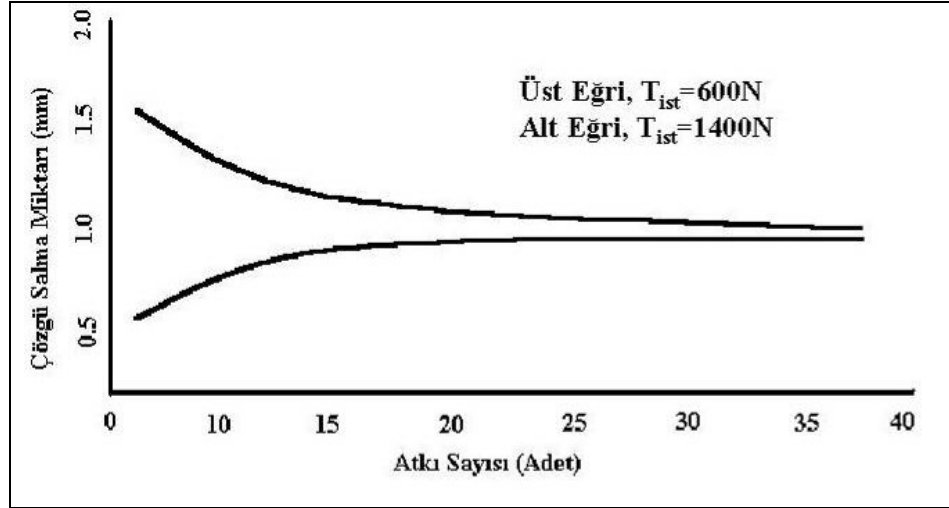
$$l_{KB} = \frac{1}{S_D (1 + E_K)} (\text{mm})$$

S_D : atkı sıklığı (mm^{-1})

E_K : çözgünün hareketi (-)



Şekil 1.9 Çözgü salma sisteminin 20 atkı/cm de çözgü salma geçiş periyodu



Şekil 1.10 Çözgü salma sisteminin 10 atkı/cm de çözgü salma geçiş periyodu (Özkan, 1999)

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 ve Soyster, 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 ve Feigenbaum, 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 Logic Theorist (Mantık kuramcısı) burada Newell ve Simon tarafından tanıtılmıştır. Daha sonra Newell ve Simon, 'insan gibi düşünme' yaklaşımına göre üretilmiş ilk program olan General Problem Solver (Genel sorun çözücü)'ı geliştirmişlerdir. Simon, daha sonra fiziksel simge varsayımını ortaya atmış ve bu kuram, insandan bağımsız zeki sistemler yapma çalışmalarıyla uğraşanların hareket noktasını oluşturmuştur. Bundan

sonraki yıllarda mantık temelli çalışmalar egemen olmuş ve programların başarımlarını 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 başarımların 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 birçok 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 lar da beklenilmesi gerektiğini söylemeleri ile bıçakla kesilmiş gibi durmasıdır (Kumara ve Soyster, 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 kararlılığı gören diğer ülkeler de yapay zekayı yeniden keşfetmiş ve araştırmalara büyük kaynaklar ayırmaya başlamışlardır. 1988'de yapay zeka endüstrisinin ciroosu 2 milyar dolara ulaşmıştır (<http://library.thinkquest.org /2705/history.html>).

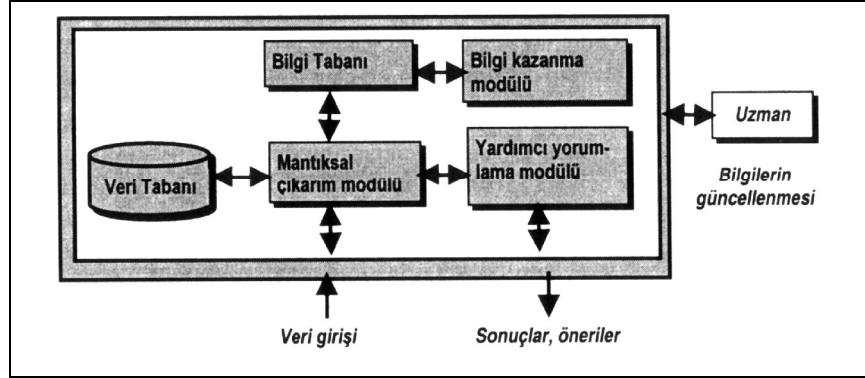
Yapay Zeka uygulamalarına Uzman Sistemler, Bulanık Mantık, Yapay Sinir Ağları, Genetik Algoritmalar örnek olarak verilebilir.

1.2.1 Uzman Sistemler

Uzman sistemlerin doğuşu 1960'larda olmuştur. Nobel Fizyoloji ve Tıp Ödülü sahibi J. Lederberg'in spektrograf verilerinin bilgisayarlı yorumları üzerine yaptığı çalışmalarla ortaya çıkan uzman sistemler, yapay zekanın problem çözme alanının dışına çıkarak yeni bir büyük dal oluşturmıştır. Adından da anlaşıldığı gibi Uzman Sistemler (US), belirli bir konuda uzman olan bir ve birçok insanın yapabildiği muhakeme ve karar verme işlemlerini modelleyen bir yazılım sistemidir. İnsan, yaşamı boyunca yeni bilgiler edinmekte, zaman içerisinde görüşlerini derinleştirmekte, geliştirmekte ve olgunlaştırmaktadır. Uzman sistemler de benzeri şekilde, bilgi tabanını genişletebilmek ve bilgilerin eklenmesinde yeniden programların yazılması durumundan kurtulmalıdır. Bir sistemin uzman sistem olarak adlandırılması için, bu sistemlerin kullanıcının hatalarını algılama ve yanlışlıkları bularak kullanıcıyı yönlendirme "becerilerinin" de olması gerekmektedir.

Uygulama yapılacak fiziksel ortamın, daha önce hangi giriş bilgilerine karşılık ne cevap verdiğini bir dizi deneme ile belirleyen ya da uzun süre bir uzmanın, sistemi nasıl yönlendirdiğini izleyip buna göre oluşturulan sistemler uzman sistemler (expert

systems) olarak adlandırılmaktadır. Uzman sistemlerin içyapısı Şekil 1.11 de belirtilen bölümlerden oluşmaktadır.



Şekil 1.11 Uzman sistemlerin içyapısı (Nabiyev, 2004)

Uzman sistemler Şekil 1.11 de belirtilen bölümlerden oluşurlar.

-Bilgi tabanı, bilgilerin özel bir biçimde tutulduğu, halen tutulmakta olan bilgilerden yeni bilgilerin üretilmesine imkân sağlayan birimdir ve bir uzman sistemin temel taşıdır. Bir bakıma uzmanın beyni olarak da isimlendirilebilir.

– Uzman 'ın görevi, sisteme yeni bilgiler kazandırmaktır. Bu bilgi kazandırma işlemi, genellikle sıradan bir kişinin yapamayacağı kadar karmaşıktır ve bilgi kazandıran kişinin sistem hakkında ihtisas sahibi olmasını gerektirir.

– Bilgi kazanma modülü, uzman ile bilgi tabanı arasında bir arabirim oluşturur. Uzmanın verdiği bilgileri alıp bilgi tabanına uygun bir biçime sokmaktan ve bilgi tabanına yerleştirmekten sorumludur.

– Veri tabanı, geleneksel ilişkisel veri tabanı biçimindedir ve bu veri tabanında temel nesneler veya özellikler tutulur. Örneğin kişi isimleri veya şehirler ve bunlara ait nüfusların bir uzman sistemdeki yeri, veri tabanıdır. Bu bilgilerin bilgi tabanı ile ilişkisi mevcut olmalıdır.

– Mantıksal sonuçlandırma mekanizması, veri tabanını da kullanarak bilgi tabanı üzerinde araştırma yapmaktan ve kendisine verilen mantıksal olarak sonuçlandırılmaya muhtaç önermelerin doğruluğunu araştırmaktan sorumlu bir

birimdir. Bilgi tabanında araştırma yaparken, gerçekleri ve kuralları kullanır. Örneğin, "her insan akıllıdır", kuralı ve "Ali bir insandır. " gerçeği mevcutken "Ali akıllıdır" sonucuna varılması, mantıksal sonuçlandırma mekanizmasının görevidir.

–Yardımcı yorumlama modülü, mantıksal sonuçlar üretmek için mantıksal sonuçlandırma mekanizmasına yardımcı olacak işleve sahiptir.

Kullanıcı arabirimi, kullanıcının sistem ile iletişimi için bir bağdaştırıcı görevi üstlenir. Kullanıcının sorularını mantıksal sonuçlandırma mekanizmasının anlayabileceği biçime sokar. Örneğin, Türkçe bir cümle bu haliyle mantıksal sonuçlandırma mekanizması için bir anlam taşımaz. Bu cümleyi uygun bir biçime dönüştürmek kullanıcı arabiriminin görevidir.

–Kullanıcı, uzman olmayan herhangi biridir ve sistemin içyapısı hakkında bilgisi olması gerekmez. O yalnızca sonucunu almak istediği soru veya önermeleri sisteme verir ve bunlara karşılık cevap veya cevaplar alır. Bir uzman sistemin başarılı olma ölçüsü; kullanımda olan bir uzman sistemde kullanıcı ile sistem arasındaki farkın büyüklüğü ile bu uzman sistemin başarısının göstergesidir (Nabiyev, 2004)

1.2.2 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"

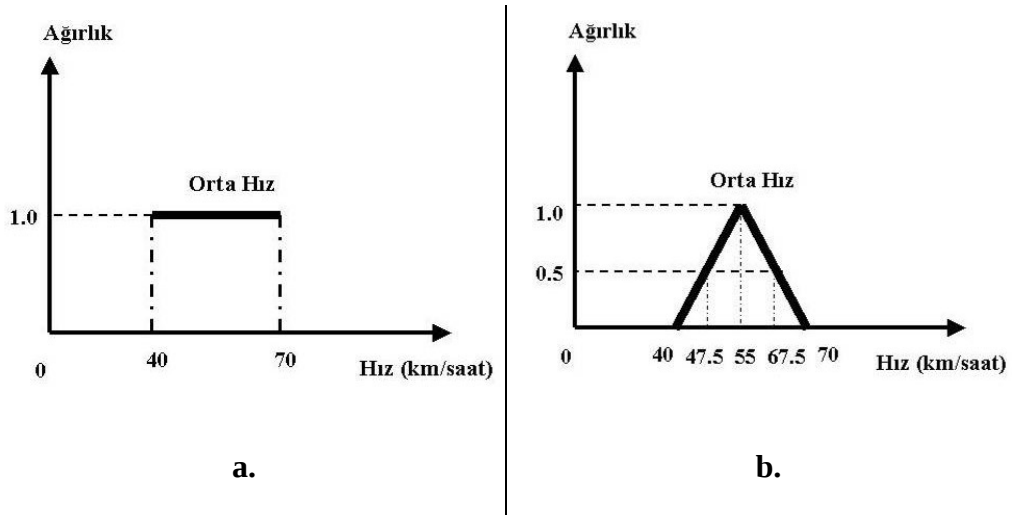
kelimesinin ifade ettiği anlam birbirinden farklı olabilir. Kutuplarda bulunan bir kişinin sıcak için 1 dereceyi algılamasına karşın; ekvator civarındaki bir kişi için 35 dereceyi bulabilir. Böylece anımsanamayacak ölçüde bir bilgi indirgenmesi söz konusu olacak ve matematiksel bir tanımlama yerine daha 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. Örneğın 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 tanımasıdır. Bu nedenle lineer olmayan sistemlere yaklaşım yapabilmek için özellikle uygundur.

Bulanık mantığın en fazla uygulama bulduğu alan, kontrol sistemleri olarak görölmektedir. 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 ve Assilian, 1999). Kontrol işleminin 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 gerçekteşiren 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.

1.2.2.1 Bulanık Küme Teorisi

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 1.12.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).



Şekil 1.12 a) Klasik mantıkta hız grafiği 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 1.12.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 1.12.b.'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 ve Şen, 1999).

1.2.2.2 Bulanık Bağıntılar

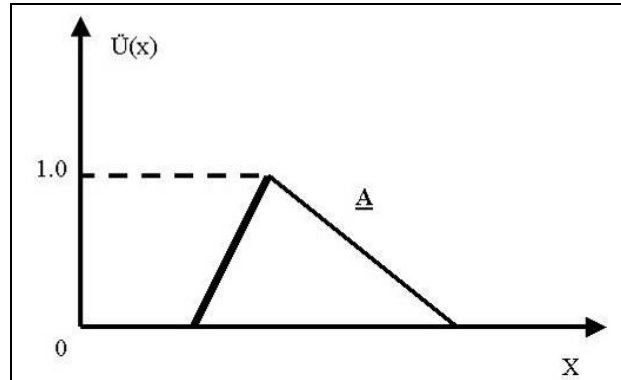
Bu bağıntılar ve işlemler klasik bağıntılara benzerdir. Bağıntılarda ağırlıklar $[0,1]$ arasında değişir ve $\mu_R(x, y)$ üyelik fonksiyonu ile ifade edilir. (Şen,1999)

1.2.2.3 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 karşılaşılırsa belki mühendis olanlar bu alt kümelerin her birinin üst üste örtüşmeyen ancak birbirinin sınırda devamı imiş gibi olduklarını söyleyebilir. Mesela çok soğukun -5 ile 0, soğukun 0 ile 8, ılığın 8 ile 15, sıcakın 15 ile 25, çok sıcakın 25' ten başladığı söylenebilir. Burada dikkat edilirse aralık tahminlerinde bulunulmuş 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 söylerse 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).

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 vafına 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 1.13.'de gösterilen bir geometrik gösterime sürükler ki bu da bir alt kümedeki küme öğelerinin her birinin o kümedeki önemini belirten bir değer bulunduğudur.

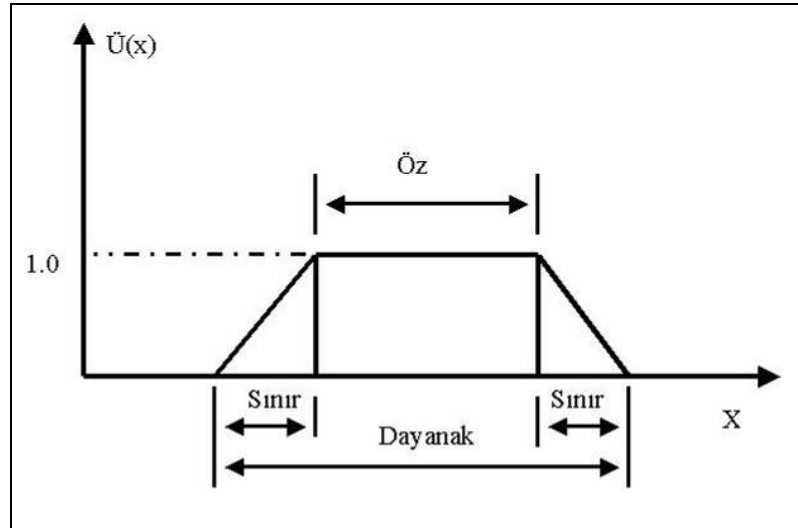


Şekil 1.13 Bulanık küme

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 kümelerle bir benzerlik teşkil etmesi açısından en büyük önem derecesine sahip olan ortaya yakın öğelere 1 değeri atanırsa, diğerlerinin 0 ile 1 arasında ondalıklı ya sürekli bir değişim gösterdiği sonucuna varılır. İşte bu şekilde 0 ile 1 arasındaki değişimin her bir öğe 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 1.14’de gösterildiği gibidir.



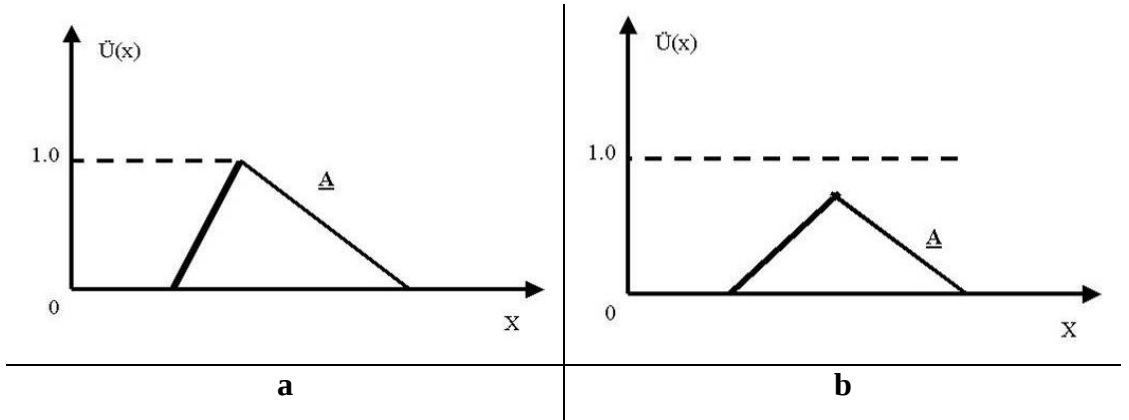
Şekil 1.14 Üyelik fonksiyonun kısımları

Verilen bir bulanık alt kümede bir değil, birden fazla öğenin üyelik derecesi 1' e eşit alınabilir. Bu durumda üyelik dereceli öğelerin tam anlamı ile hiç bir şüphe getirmeden 0 alt kümeye 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 $\tilde{U}_A(x) = 1$ ' dir. Üçgen şeklindeki üyelik fonksiyonlarının bir tane öğenin 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 öğenin 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 öğe bulunmalıdır. Şekil 1.15'de normal ve normal olmayan bulanık kümelere bazı alt örnekler verilmiştir.



Şekil 1.15 Bulanık kümeler; (a) normal, (b) normal olmayan

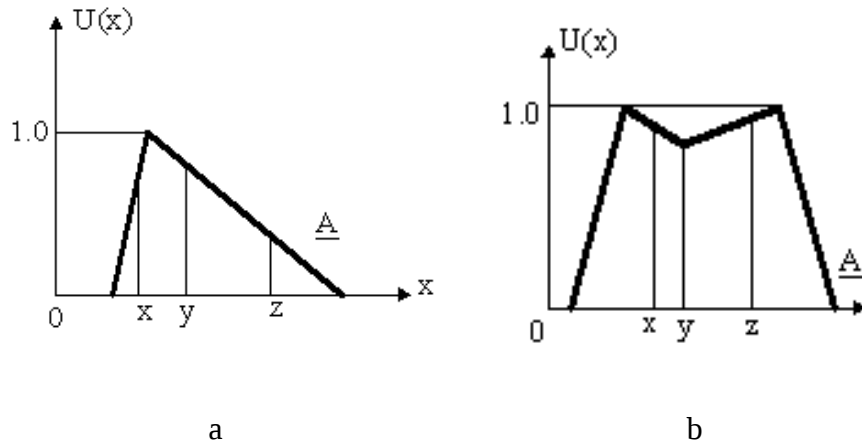
İkinci özellik ise bulanık kümenin dış bükey (konveks) olmasıdır. Dış bükey olan bulanık kümelerde üyelik fonksiyonu kümenin dayanağı üzerinde ya sürekli artar veya sürekli azalır veya önce sürekli olarak üyelik derecesi bir öğede 1 'e eşit

oluncaya kadar artar ondan sonraki dayanağa düşen öğeler 1cm sürekli azalır. Bunun aksi durumlarda söz konusudur. Ancak onlar bulanık kümeler üyeli fonksiyonu olamazlar. Şekil 1.16.a.'da dış bükey olan ve olmayan bulanık alt kümeler bazı örnekler verilmektedir.

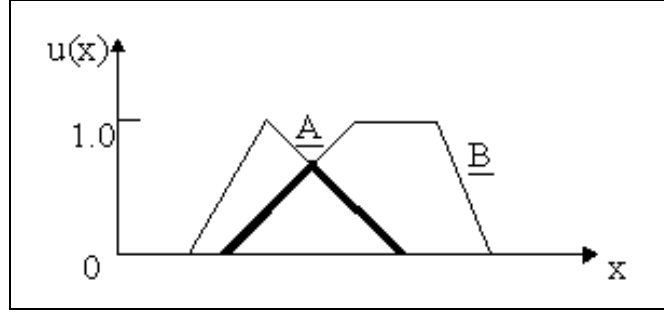
Dışbükeyliğin matematik olarak tanımlanmasında aynı bulanık alt kümeye düşen x y ve z gibi üç tane öğe düşünülürse ve bunlar arasında değerce büyüklük olarak $x < y < z$ gibi bir sıra bulunuyor ise bunlardan ortadakinin üyeli fonksiyonu önceki ve sonrakine göre;

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

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 1.17'den anlaşılacağı gibi dış bükey olur.



Şekil 1.16 Bulanık kümeler; (a) dış bükey, (b) iç bükey



Şekil 1.17 Dış bükey bulanık kümelerin kesişimi

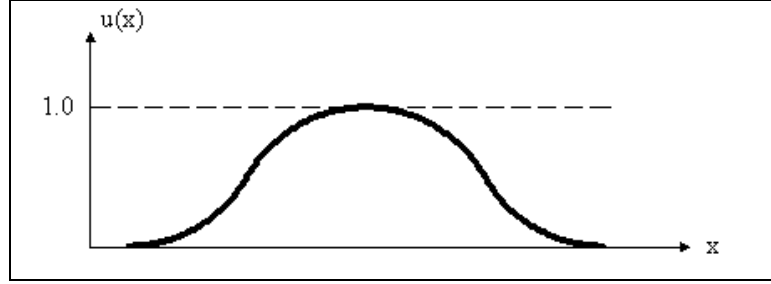
Ayrıca bulanık kümenin ‘yüksekliği’ denilen bir büyüklük ise Üyelik derecesinin en büyük olduğu öğelere karşı gelir. Yukarıda söylenenlerden sonra normal bulanık kümelerde yüksekliğin 1’ e eşit olması gerekliliği anlaşılır. Diğer bir ifade ile yüksekliği 1’ e eşit olmayan bulanık kümeler normal olmadıklarından 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).

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

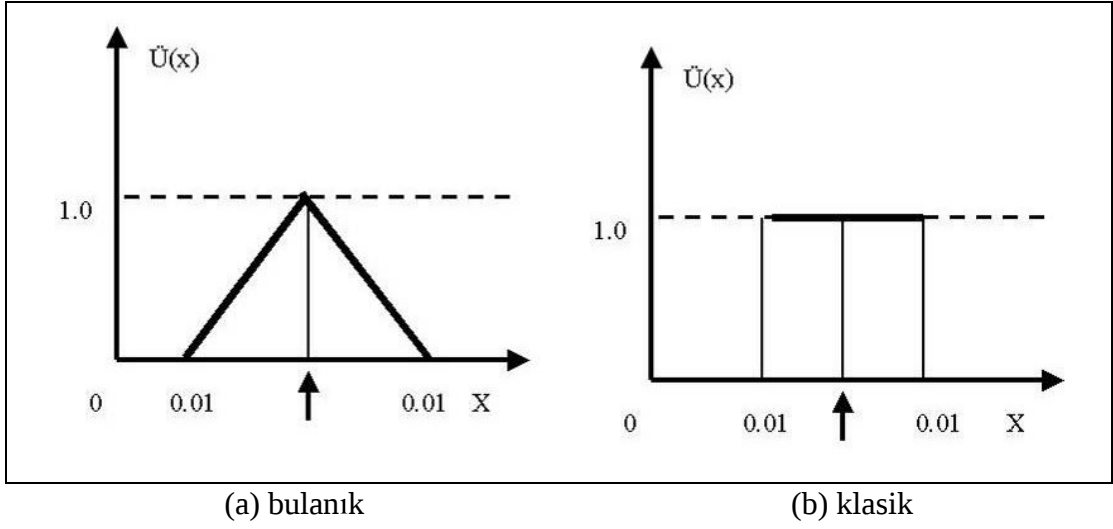
benzediği sonucunu çıkarabilir. Dağılım fonksiyonlarında tepe noktasının 1 'e eşit olması söz konusu değildir. Ancak histogram olarak dağılım fonksiyonunun altındaki alanın 1 ' e eşit olması gereklidir. Şekil 1.18'de Gauss eğrisi şeklinde dağılım ve üyelik fonksiyonları ayrı ayrı gösterilmiştir. Bunlardan üyelik fonksiyonunun tepe noktası 1 ' e eşittir.



Şekil 1.18 Gauss bulanık kümesi

1.2.2.4 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 ye bulanık kümelerde gösterilimi ise şekil 1.19.'da verilmiştir.



Şekil 1.19 Hassalık (Prezisyon)

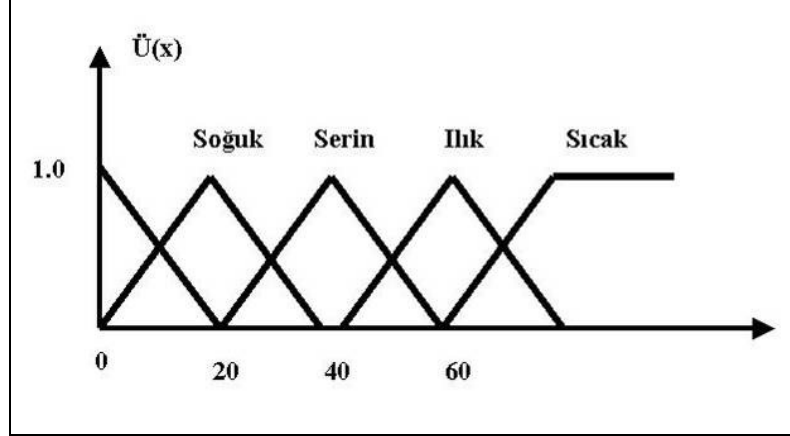
Buradan bulanık presizyonun pratikte mantıklı olarak daha sağlıklı bir tanım olduğu ortaya çıkar. Böylece prezisyon kelimesinden ve değerinden bulanık üyelik fonksiyonu üçgen şeklinde ortaya çıkar.

1.2.2.5 Üyelik Derecesi Belirlenmesi

İhtimaller hesabından 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 1.20’ de görüldüğü gibi temsil edilebilir.



Şekil 1.20 Sıcaklık bulanık alt kümeleri

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

1.2.2.6 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).

1.2.3 Evrimsel Programlama (EP)

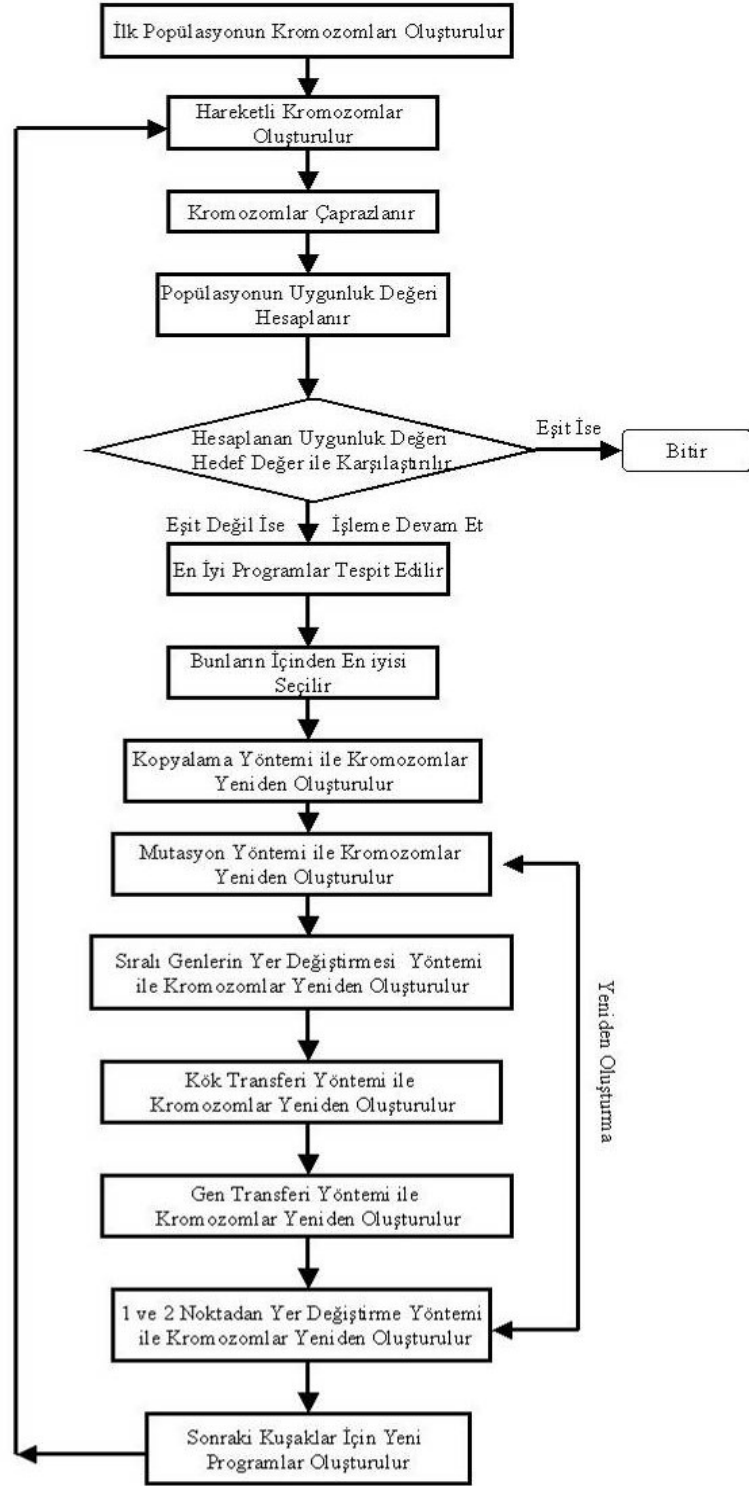
Evrimsel Programlama Algoritması bilgisayar programı tarafından yeniden oluşturulabilen sabit sayıda ve uzunlukta lineer kromozomlardan oluşur. Oluşturulan kromozomlar “Açıklama Ağaçları” (AA) şeklinde EP’ in operatör ve işlemcileri sayesinde farklı şekil ve boyutlarda ifade edilebilmektedirler. EP algoritması, 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 (Fitnes) ulaşır. Elde edilen yeni popülasyonlar hedef değerlere en uygun fonksiyonu veren algoritmadır (Ferreira, 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 “ayırıştırma 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-liner

–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 (Ferreira, 2002).

EP Algoritması çalışma prosedürü Şekil 1.21’ de görüldüğü gibidir.



Şekil 1.21 EP akış diyagramı

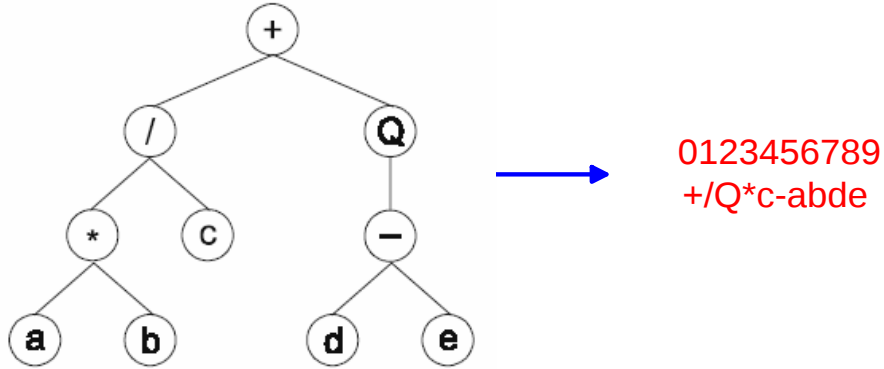
1.2.3.1 EP Kromozomları

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 kromzom 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 Ferreira tarafından Karva notasyonları şeklinde ifade edilmiştir. Karva notasyonları “açıklama ağacı” (AA) ile ifade edilir. Yukarıda verilen örneğin EP genine ait Karva notasyonu ile oluşturulmuş açıklama ağacı şekil 1.22’de gösterilmiştir (Ferreira, 2002).



Şekil 1.22 Matematiksel açıklama ağacına (AA) bir örnek

Şekil 1.22’ de ifade edilen Açıklama Ağacına ait matematiksel ifade;

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

şeklindedir.

1.2.3.2 Uygunluk Fonksiyonu

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. 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.

1.2.3.3 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 rastgele olarak 0.7 oranında yapılır.

1.2.3.3.1 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.

1.2.3.3.2 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 noktasına 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, 1995).

1.2.3.3.3 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.

1.2.3.3.4 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.

2.KAYNAK BİLGİSİ

Dokuma sırasında çözgü iplikleri ani değişen kuvvetlerin etkisi altında yüksek gerilmelere maruz kalmaktadır. Böyle bir durumda verimli ve sorunsuz bir dokuma gerçekleştirebilmek ise kullanılan ipliklere ait özelliklerin yanı sıra dokumanın yapıldığı makinenin teknolojik özelliklerine ve ayarlarına da bağlıdır. Geçmişte birçok araştırmacı dokuma sırasında hem atkı hem de çözgü iplik gerginliklerinin değişimini belirlemek için çeşitli çalışmalar yapmışlardır.

Bu konularla ilgili şimdiye kadar yapılan çalışmalar ağızlık açma sırasında çözgü gerilimi değişimi, tefeleme sırasında çözgü geriliminin değişimi çözgü salma sistemleri olarak üç bölüme ayrılabilir.

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 olduğu ispatlanmış çözgü ipliklerinin bütün çerçevelere üniform yayılmadığı durumlarda da deneyler yapmıştır. Dokuma işlemi sırasında minimum çerçeve hareketin açık ağızlıkta sağlandığını; kapalı ağızlıklı armürlü dokuma makinelerinde hızın önemli ölçüde düştüğü belirtilmiştir.

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 = arka ağızlık uzunluğu / ön ağızlık uzunluğu) oranda düşük çözgü ipliği uzaması ile çalışmak.
- Dokuma makinesinin ağızlık uzunluğu, ön ağızlık uzunluğunun azaltılması ile azaltılabilir.
- Ağızlık açısı mümkün olduğu kadar büyük olmalıdır.

Kohlhaas (1982), 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

F_0 = 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 ayarının, köprü ayarlarının, ağızlık değişiminin tefe vuruşundan önce veya sonra olması durumunun ve atkı kaydedilmesindeki ana mildeki açı değerinin 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 boyutunun küçülmesi ile olduğunu, kanca boyutlarının küçültülmesi sayesinde çözgü iplikleri üzerinde daha

küçük bir gerilimle 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 elastisiteye sahip olmaları gerektiğini belirtmiştir. 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 gerilim karakteristiğine sahip olması gerektiğini ve bu şartların “sıfır hatalı üretim” için temel oluşturduğunu, fakat dokuma makinesi üreticilerinin daha az gerilime dayanan çözgü iplikleri gerilme özelliklerini dikkate almaları gerektiğini vurgulamışlardır.

Özdemir (1991), çözgü İpliği özelliklerinin ve ağızlık geometrisinin ağızlık açma işlemi sırasında çözgü iplikleri üzerinde meydana gelen gerilim 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.

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

Dolecki (1973), eğrilmiş ipliklerin dokuma sırasında kopma nedenlerini kopuş oranlarını ve kopuş sayılarını araştırmıştır. Kopuşların en çok ağızlık değişimi sırasında çözgü iplikleri üzerinde bulunan düğüm, topak ve nepslerin birbirine

yapışmasından kaynaklanan kopmalar olduğunu tespit etmiştir. Deneylerde, çözgü iplikleri üzerinde bulunan düğüm, topak ve nepslerin tarak dişlerine takılması sonucu ya ipliklerin koptuğu yada çözgü ipliği gerilimin çok yüksek seviyelere çıktığını tespit etmişlerdir.

Picciotto ve Herst (1972), çalışmada %50 viskoz %50 polyester çözgü iplikleri kullanarak oluşan gerilim değerlerini ölçmüşlerdir. Ölçümler çalışır durumdaki çözgü 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. Bu grafiklerden minimum ömrün %2 veya daha fazla yaklaşık olarak sıfıra yaklaşmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre gerilme yorulmasının dokuma sırasında elastik sınırları geçmediği zaman gerilme yorulmasının ipliklerin kopması üzerine etkisinin olmadığı sonucuna varmışlardır.

Eren (1997), Kancalı Dokuma Makinelerinde Atkı Atma Sistemlerinin ayrıntılı bir incelemesini yapmıştır. Ana milin dönüş açısına göre hız ve ivme grafiklerini karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Nuova Pignone TP tipi esnek kancalı, Dornier sert kancalı, Somet tema 11 Excel esnek kancalı, Vamateks esnek kancalı ve Picanol esnek kancalı atkı atma mekanizmalarını incelemiştir.

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

Yukhin ve Yukhina (1995), Çözgü ve atkı ipliklerinin kıvrım ve büzülme oranlarının belirlenmesi için teorik bir hesaplama yöntemi geliştirmiştir. Kumaş yapısına bağlı olarak çözgü 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 çözgü ipliği ve kumaşın relakse davranışlarının hesaplanmasını amaçlamışlardır. Non-liner durumlarda elde edilen deneysel bilgiler ışığında Maxweel modeli için uygun parametreler üreten bir model geliştirmişlerdir. Çözgü ipliği ve kumaş için geçerli olan bu model kumaş-çözgü ipliği kombinasyonunun davranışlarının elastik akma sınırını verdiğini tespit etmiştir.

Anandjiwala, Carmical ve Groswami (1995), Dokuma makinelerinde her aşamadaki çözgü 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 çözgü gerilimi üzerine etkileyen en önemli faktörler hepsinde benzer çıkmıştır. Sonuç olarak çözgü 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), başlama yeri problemleri üzerinde ilk olarak çalışma yapan bilim adamlarıdır. Yayınladıkları üç makale serisinin ilkinde Greenwood ve Cowhig (1956), Tefeleme sırasında çözgünün hem torbalanma yaptığı hem de yapmadığı durumlar için atkı atıldıktan sonra kumaş çizgisi pozisyonunun çekilme oranının matematiksel ifadesini oluşturmuşlardır. İkinci makalede Greenwood ve Cowhig (1956), bozucu durumlarda matematiksel çalışmayı 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), çalışan makinelerde uygulanan Tefeleme kuvvetinin ölçülmesi için bir metot geliştirmişlerdir. Tefeleme kuvveti ile kumaş çizgisi pozisyonu ve yine dokuma direnci ile teorik olarak tavsiye edilen kumaşın yapısal parametreleri arasında matematiksel ilişki elde etmişlerdir. Greenwood ve meslektaşları tarafından detaylandırılan bu teori tefeleme kuvvetinin kontrolü ile ilgilidir. Atkının tefelenmesinde direnç olmaması çok seyrek kumaşların dokunmasına ve eldesini gerektirir. Bu durum daha sıkı kumaşlar için geçerli değildir. Kumaş çizgi pozisyonu ile Tefeleme kuvvetinin şiddeti ile ilgili üç farklı teori vardır. Bunların birincisi; hız teorisi. Tefelemenin ön ölü konuma yaklaşırken hızının artmasına bağlıdır ki buda kumaş çizgisinin pozisyonuna bağlı olarak kumaş çizgisi ile tefelemenin çarpışması sonucu ortaya çıkan kinetik enerjidir.

İkinci teori; Temas teorisidir. Stein tarafından ileri sürülen bu teoride tefenin hareketi sırasında kumaş çizgisiyle tefenin temas süresine bağlı olarak tefelemenin şiddetini veren teoridir. Bu periyot tefeleme şiddeti ve kumaş çizgisine olan mesafesi tarafından belirlenir. Hız ve temas teorileri matematiksel olarak ifade edilmemiştir (Tefe ön ölü konumda kumaş çizgisine ulaşmaktadır).

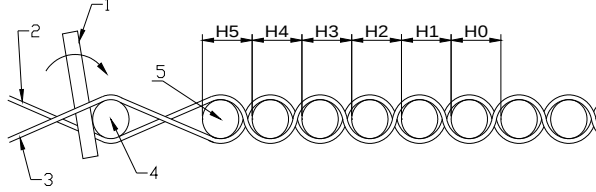
Üçüncü teori; Greenwood tarafından ileri sürülmüştür. Aşırı gerilim teorisidir. Teoriye göre; Tefeleme kuvveti (R) kumaş gerilimi üzerine aşırı bir çözgü gerilimi ile dengelenmiştir. Fazla gerilim tefeleme sırasında kumaş çizgisinin yer değiştirmesiyle meydana gelir ki bu, tefeleden hemen önceki kumaş çizgisi pozisyonu ile belirlenir. Tefeleme kuvveti (R) aşağıdaki formülle ifade edilmektedir. Tefeleme hareketinin aşamaları Şekil 2.1 , Şekil 2.2 ve Şekil 2.3’de verilmiştir.

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

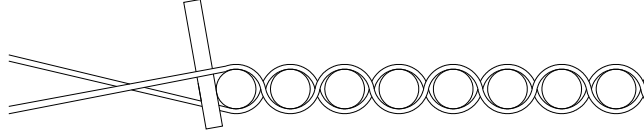
X= Kumaş çizgisi yer değiştirmesi

E_1, E_2 = Çözü ve kumaşın elastik sabitidir.

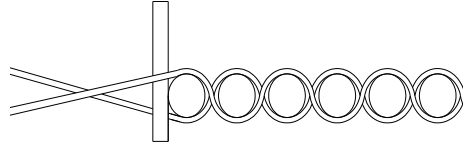
L_1, L_2 = Kumaş ve çözgünün serbest uzunluğu



Şekil 2.1 Tefeleme hareketinin başlangıç aşaması (Tefe arka ölü konumda)



Şekil 2.2 Tefenin arka ölü konumdan ön ölü konuma hareketi



Şekil 2.3 Tefeleme hareketinin sona erdiği aşama (Tefe ön ölü konumda)

Bu ilişki bilinen kumaş çizgisi pozisyonuna kadar olan mesafede tefeleme kuvvetinin hesaplamasında kullanılabilir. Kumaş çizgisi pozisyonunun gerçek atkı sıklığı mesafesine eşit miktarda kumaş çekilerek gerçek pozisyonda (Eski pozisyonda) kalması sağlanacaktır. Herhangi bir değişim kumaş çekme hareketinden dolayı kumaş çizgisi pozisyonunun değişmesine neden olacaktır.

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

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, mesafenin tersi olan formül olarak söylenir.

Burada,

R= Dokuma direnci

k= Dokuma direnci sabiti (katsayısı)

D= Teorik minimum atkı sıklığı

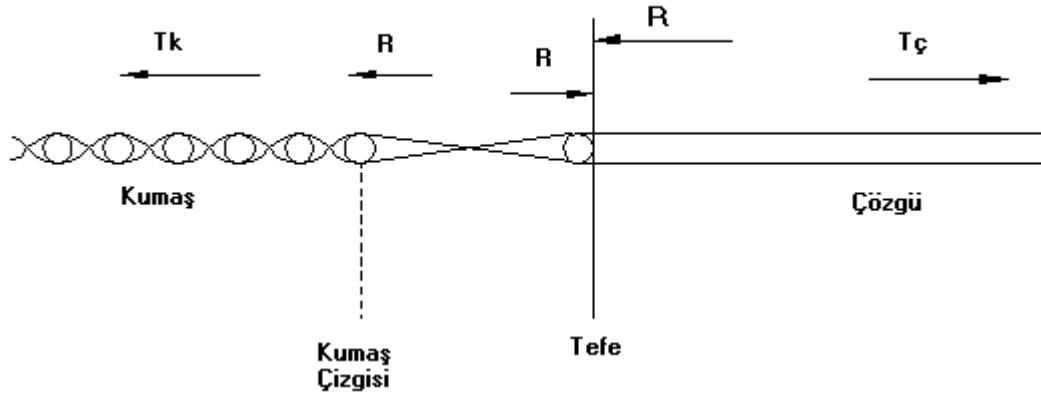
r= Kumaş çizgisi ve tefe arasındaki mesafe

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.

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

Kumaş çizgisindeki herhangi bir değişiklik, sistem kumaş çekme hareketi ile telafi edildiğinden kararlılığa ulaşılıncaya 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 2.4’ de gösterilmektedir.



Şekil 2.4 Yeni bir atkının tefelenmesi sırasında oluşan kuvvetler

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 and Grosberg (1991), Tefeleme kuvveti atkının kumaşa dahil edilmesinde ve ağır gramajlı kumaşların dokunabilmesinde çok önemlidir. Bunun yanında dokuma anında çözgü geriliminin kontrolü, çözgü kopuşlarının azaltılması için tefe hareketinin ve kam şeklinin önemi büyüktür. Bu çalışmada tefeleme kuvvetinin zamanlaması ve tefe hareketinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bunun için dar enli dokuma makinesi kullanılmıştır. Mekanik tefe mekanizması makineden ayrı olarak bilgisayar kontrollü olarak hidrolik bir mekanizma ile kontrol edilmiştir. Tefeleme hareketi bilgisayar ile esnek bir şekilde kontrol edilebilmektedir. Çalışmanın sonucunda tefenin en ön konumunda çözgü ipliği geriliminin maksimum gerilime (120 cN) ulaştığı, normal pozisyonda 95cN olduğu ve geri pozisyonda ise minimum (65cN) gerilime sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Chamberlain ve Snowden (1948), çözgü gerilimin tespitinde elde edilen ölçüm değerlerinde dalgalı bir gerilim elde etmişlerdir. Elde edilen sonuçlar ışığında dokuma işleminin zorlukları sıralamasında çözgü geriliminin kontrolünün birinci sırada olduğunu belirtmişlerdir. Tefeleme sırasında çözgü gerilimini ölçmek için üç makara sistemi kullanmışlardır. Üç makaranın, ortasında bulunan bir yayla hareketli, diğer ikisi ise sadece kendi etrafında dönebilen sabit makaralardır. Ortada hareketli olan makaraya bir yük ölçer (kapasitör) bağlanmıştır. Tefeleme sırasında çözgü ipliği üzerine gelen yük makarayı hareket ettirmektedir. Makaranın hareketinin ölçümü ile çözgü ipliğinin gerilimi belirlenmektedir. Fakat ölçümler tek çözgü ipliği üzerinden yapıldığı için toplam çözgü 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 Wheatsone 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 etkilendiğini gözlemiştir. Uygulanan yöntemle Wheatsone 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 gerilim ölçer (strain gauge) sabitlenmiştir. Gerilim ölçerden iyi bir sinyal elde edilmiş olmasına rağmen atkı atmaksızın makine çalıştırıldığı zaman tefe üzerinde oluşan atalet bileşenlerini kapsamamaktadır. Uygulamada kumaş çizgisi-tefe teması 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 ve daha temiz tefeleme kuvveti sinyali elde etmişlerdir. Burada belirtmelidir ki bu metot sadece tefenin üzerinde veya aşağısında uygulanabilmektedir.

Galuszinski (1982), Kumaş kenarı hariç tefeye uzun bir gerilim ölçer yerleştirilmiştir. Elde edilen sonuç tefeleme kuvvetini vermiş olmasına rağmen sinyal istenmeyen çevresel etkilere izin vermektedir. Çevresel etkilerin sinyal üzerindeki etkilerinden kurtulmak için gerilimölçerler tefe engellerinin yukarısına ve aşağısına tarak tellerin kenarlarına bitişik olarak belli aralıklarla yerleştirilmiştir. Galuszinski yaptığı bu çalışmada en iyi tefeleme sinyalini tefenin aşağısına yerleştirdiği gerilim ölçerlerden elde etmiştir.

Greenwood ve Vaughan (1957), çalışan makine üzerinde tefeleme kuvvetini ilk defa ölçmüştür. Tefenin en geri barının daha aşağısına bir gerilim ölçme direnci yerleştirerek ölçmüşlerdir. Wheatstone köprüsü tefelemekten dolayı meydana gelen elektrik direnci değişiminin ölçülmesi için kullanılmıştır. Elde edilen frekans ön yükseltici üzerinden çift levant osiloskopu wheatstone köprüsüne beslenir ve ölçülendirildikten sonra grafik halde kaydedilir. Greenwood ve Vaughan, kumaş

çizgisinin görüntüsünü ekran üzerinde 20 defa daha büyütülmüş şekilde kumaş çizgisini ölçmüşlerdir.

Lunenschloss ve Schlichter (1987), çözgü 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 dizaynda tefeleme kuvveti sinyali özellikle hızlandırma ve durdurma sırasında ataletten etkilenmektedir. İkinci dizaynda, tefe telinin bir yerine düşük gerilimli yaylı bir plaka ve bir gerilimölçer yerleştirmişlerdir. Tefeleme kuvvetinden dolayı gerilim plakasının hareketindeki değişim ölçülmüştür. Sonuç olarak çözgü 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 metot geliştirmişlerdir. Tefe bölümünü makinenin merkezinden ayırmıştır. 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 (basınç elektriği) yük temizleyici 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 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.

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 bir 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 istenilen atkı sıklığını sağlayacak hıza ayarlanmıştır. Kumaş çizgisi pozisyonu ileri hareket ettikten sonra kumaş çekme hareketi gerçekleştirilir ve bu tekrar eder. Bu bir mikroçip tarafından kontrol edilir. Bu makinede yapılan diğer bir değişiklik çözgü salma mekanizmasıdır. Fren çözgü salma tipinde makinenin durgun halde çözgü levendinin geri hareketini kolaylaştırmak, gerektiğinde çözgü 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), krank sürücülü dokuma makinelerinde hidrolik kontrol kullanılarak tefeleme kuvvetinin performansı incelenmiştir. Ana makine mekanizması ve hidrolik sistem arasındaki eşleşme bir mutlak mil enkoderi ile sağlanmıştır. Kontrol sistemi Yehia (1974), ve diğer araştırmacıların daha önce geliştirdikleri sistemlerin yardımıyla güç çevirici (transducer) tarafından tefeleme sistemini ölçen sistemdir. Tefeleme kuvvetinin ölçülen sistemin maksimum değeri istenen değerle karşılaştırılır ve farkın büyüklüğüne bağlı olarak tefenin ön ölü konumu bilgisayar kontrolü altına alınmıştır. Sabit tefe pozisyonunun tefe zamanlamasını etkilediği deneylerde tefeleme bölgesi ve kumaş çizgisindeki tefeleme kuvveti ve hızının kumaş davranışlarına etkisi denenmiştir. 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. Kumaş çizgisinin öne veya arkaya 1.5 mm yer değiştirmesinde kumaş üzerine gelen ani tefeleme kuvveti artması veya azalması sistemin çok çabuk cevap vermesiyle ortadan kaldırılmıştır.

Eren (1993), kumaş çekme, çözgü salma ve atkı atma sistemlerini birleştiren bir kontrol sistemi geliştirmişlerdir. Kumaş çekme ve çözgü salma sistemlerinin birbirleriyle uyumlu şekilde pozitif bir kontrol sistemi söz konusudur. Tefeleme kuvvetinin pozitif kontrolü ile başlama yeri probleminin ortadan kaldırılması, atkı sıklığının lineer olmasını ve kumaş görünümünün iyileştirilmesini amaçlanmıştır. Bunun için yüksek hassasiyette DC motorlar kullanılmıştır. DC motorlar bir yazılım ile elektronik olarak kontrol edilmiştir. Aynı zamanda kumaş çekme çözgü 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 etmişlerdir. Yapılan deneysel çalışmalardan sonra kumaş çekme hızı, çözgü salma hızı, atkı sıklığı, atkı kıvrımı ve çözgü geriliminden elde edilen deneysel verilerle sistem için matematiksel ifadelerle karşılaştırmışlardır.

Göktepe (1993), dokuma esnasında çözgü gerginliğine etki eden faktörleri incelemiştir. Bunun için gerilim ölçme cihazı ile iki farklı tipte (mekikcikli ve kancalı) dokuma makinesinde değişik örgü tipleri için tezgahın statik ve dinamik durumlarında ölçümler yaparak çözgü gerilim değişimini elde etmiştir. Bulunan değerlerin grafik halde çizilmesi ile dokuma sırasındaki çözgü gerilimindeki değişimi göstererek birbiri ile karşılaştırmıştır. Çözgü gerilimi varyasyonunun ölçümlerde kullanılan kancalı dokuma tezgahın mekikcikli tezgaha göre oldukça küçük olduğunu ve tezgah hızının çözgü gerginliğine fazla bir etkisinin olmadığını belirtmiştir.

Tarhan (1996), Kam mekanizmalı dokuma makinelerinde bilgisayar programı kullanarak optimum kam tasarımı yapmıştır. Bu amaçla Turbo C++ dili kullanılarak bir bilgisayar programı yazmıştır. Elde edilen kam mekanizmalarının izlediği yollar çizilmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Huang (1984), Tefeleme mekanizmasının kam şeklinin çözgü gerilimi üzerine etkisinin araştırılması için dört farklı kam modeli kullanmışlardır. Çalışma sonunda çözgü gerilimi değişimlerinin 50cN-56cN arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı zamanda makinenin 1 metre kumaş dokuma sırasında duruş oranlarının da 0.04 ile

0.17 arasında değiştiğini belirterek tefe mekanizması kam şeklinin çözgü gerilimi üzerine etkisini göstermişlerdir.

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

Lünenschloss ve Schlichter (1987), elektronik kontrollü çözgü salma sistemleri için çözgü gerilimi ölçüm elemanlarını inceleyerek bunların çözgü ipliği geriliminin ölçüm ve değerlendirilmesindeki hassasiyetini incelemişlerdir. çözgü geriliminin arka köprü üzerinden ölçülmesinin avantajının, çözgü teli üzerinden elde edilen ölçüm sistemleri ile kıyaslandığında, ölçüm hassaslığının daha yüksek olması, iplik gerilimindeki değişimleri daha hızlı ve özellikle de daha doğru bir şekilde kaydedilmesinden kaynaklandığını belirtmiştir.

Tümer ve Bozdağ (1986), dokuma makineleri üzerine yaptıkları şalışmada çözgü salma sisteminin matematiksel analizini yaparak elektronik yarı pozitif çözgü kontrol algoritmasını geliştirerek çözgü salma sistemini kontrol etmişlerdir. çözgü salma sistemini hem lineer hem de lineer olmayan durumlar için denemişlerdir. Dokuma işlemleri sırasında lineer olamayan durumları ve nedenlerini doğal bozucular ve bozucu hatalar olarak belirtmişlerdir. Doğal bozucuları ağızlık açma, tefe vuruşu ve levant çapındaki gibi 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 geğen süre zarfında kumaşta sık-seyrek hataları meydana gelmektedir. Sık-seyrek hatasının gerginlikteki sapmanın kaç atkı için oluştuğu ayarlardaki bozukluğun büyüklüğüne bağlıdır. Sonuçta lineer olamayan durumlar için geliştirilen bilgisayar programı bozucu etkilere rağmen çözgü geriliminin dengelendiğini tespit etmişlerdir.

İnui ve Kurata (1970), Dokuma işlemi sırasında çözgü geriliminde meydana gelen değişimin kumaş üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmasında maksimum çözgü geriliminde meydana gelen değişim kumaşta ince-kalın yerlerin oluşumu için önemli bir neden olmaktadır. Sık-seyrekle 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 gerilimler.
- Yön değiştirme noktalarındaki bükülme ve sürtünme kuvvetleri.
- Aşınma ve sürtünme.
- Birbirlerine takılan ve bağlanan iplikler.

Aşınma, sürtünme, 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 tespit etmişlerdir.

Ayrıca filament ipliğe nazaran kesikli liflerden yapılmış ipliğin daha büyük gerginliğe sahip olduğunu, dokuma makinesi hızının çözgü ipliği gerginliği üzerinde çok büyük bir farka neden olmadığını, atkı sıklığının artması ile alt ve üst ağızlıkta çözgü ipliklerinin gerginliğinin arttığını, 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 vd. (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 vd. (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.

Egbers vd. (1985), çözgü gerilimi değişiminden kaynaklanan çözgü kopuşlarının yanında kumaş hatalarının oluşmasına da neden olmaktadır. Bu hatalarla birlikte atkı kopması, mekanik arızalardan, atkı ipliği düzgünsüzlüklerinden, gerilim altındaki çözgü-kumaş sisteminin rahatlamasından kaynaklanan kumaş çizgisinin kaymasından, dokuma hatalarından v.s. bunların tamamı dokuma parametrelerinin kumaş ve çözgü gerilimi, kumaş çizgisi pozisyonu ve tefeleme kuvveti gibi nominal değerlerinden sapmalarından kaynaklanmaktadır. Dokuma tekrar başladığında bu

parametrelerin nominal değerlerine ulaşınca kadar başlangıçta kumaşa ince ve kalın bölgeler oluşmaktadır.

Hüttl (1989), çözgü ipliği kopuş oranları ve yerleri üzerine çalışmıştır. Çözgü ipliği kopuşlarının üç ayrı bölgede meydana geldiğini bunların tüm duruşlara oranını şu şekilde tespit etmiştir.

1-Lameller – tefe vuruş noktası arası (tüm çözgü duruşlarının %65' i kadar)

2-Arka köprü – Lamel arası (tüm çözgü duruşlarının %25' i kadar)

3-Kenar iplikteki kopuşlar (tüm çözgü duruşlarının %10' u kadar)

Weissenberger (1989), çözgü ipliklerinin atkı ipliklerine oranla 1000 kez daha aşırı yüklendiğini, bu nedenle ipliğin dinamik zorlanmalara karşı direncinde haşılın etkisinin önemli olduğunu, yapılan testler sonucu haşılı penye pamuk ipliğinin ömür eğrisinin haşılsız ipliğe göre yüksek olduğunu ve haşılla dinamik mukavemet karakterinin iyileştirilmesinin sağlandığını belirtmiştir.

Wulfhorst ve George (1989), Sulzer Ruti tezgahı üzerinde makine çalışır durumda iken çözgü ipliği gerilimini ölçmüşlerdir. Ölçümlerde optimum makine ayarlarının sağlanması durumunda %10 performans artışının olduğunu belirtmişlerdir. Buna ilave olarak ipliklerde meydana gelen deformasyonun hangi hızda başladığını ve maksimum deformasyon oranlarını tespit etmişlerdir. Bu değerler 0.0042 m/s minimum ve 0.04 m/s maksimum deformasyon oranları olarak bulmuşlardır.

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

Kovacevic vd. (2000), Pamuk çözgü 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 gerilim 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. Çözgü salma miktarını tespit etmek için, orantı, orantı+integral, orantı+integral+türev kullanılmasıyla levent çapı değişiminden gerginlik değişiminin ortadan kalkacağı belirtilmiştir. Geliştirilen modelin kumaştaki sık ve seyrek bölgelerin oluşumun engelleyebileceğini ifade etmiştir.

Eren (1999), Tekstil Makinalarında kullanılan Kumaş Sarma ve Salma sistemlerinde hız ve gerginlik kontrol sistemlerine ait kontrol tipleri ve elemanlarını incelemiştir. Kontrol sistem elemanları olarak tahrik sistemleri (değişik türde elektrik motorları), hız ve gerginlik ölçme sensörleri ve kullanılan kontrol organlarını incelemiştir.

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 makineler 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 gerilim farkını tespit ederek

örgü tipinin çözgü gerilimi üzerine etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda örgüde atlamaların fazla olduğu, çözgü ipliği 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 tutmaktır. Levendin açılma hızı arka köprü ile kontrol edilmiştir. Dokuma işlemi sırasında levendin çapı azalırken arka köprü saat ibrelerinin tersi yönde hareket etmekte ve levendin tamamen boşaldığında arka köprü 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 görmek mümkün olmuştur.

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

Huang (1984), mekanik çözgü salma mekanizmalı bir dokuma makinesinde farklı arka köprü hareketlerinin çözgü ipliği gerginliğine etkisini incelemiştir. Bu amaçla, farklı profillerde kamlar tasarlayarak farklı arka köprü hareket tiplerinde çözgü ipliği gerginliğinin anamili pozisyonuna göre değişimini araştırmış ve arka köprü salınım miktarı ve hareket türünün çözgü gerginliğine etkisini ortaya koymaya çalışmıştır.

Çalışmalarının sonunda basit harmonik harekete sahip bir arka köprü salınımı sırasında bir devirde çözgü ipliği gerginliğindeki dalgalanmaların daha az olduğunu belirlemiştir.

Weinsdörler (1988), belirli bir çözgü ve atkı ipliği ile bezayağı örgülü kumaş dokuma sırasında çözgü ipliği gerginliğinin anamil pozisyonuna göre değişimini incelemiştir. Araştırmasında çözgü ipliği gerginliğinin ağızlık açılırken artmaya başladığını, özellikle tefeleme anında belirgin bir gerginlik artışı olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca, asimetrik bir ağızlık hareketi sırasında alt ağızlıktaki gerginliğin üst ağızlıktakinden daha fazla olduğunu, çerçeve yüksekliği arttıkça çözgü gerginliğinin de arttığını saptamıştır.

Weinsdörler (1991), diğer bir çalışmada bez ayağı dışındaki örgülerde atlama uzunluğu arttıkça bir devirde çözgü ipliği gerginliğindeki dalgalanmaların daha az olduğunu ve bununla birlikte bir örgü içerisinde çözgü ipliğinin atlama yaptığı sıradaki gerginliğinin kesişme yaptığı sıradaki gerginliğinden daha düşük olduğunu tespit etmiştir.

Holcome (1980), mekanik çözgü salma mekanizmalı mekikli Northrop model, mekikli Picanol CMC model ve mekikcikli Sulzer marka olmak üzere üç farklı tezgahta bezayağı kumaş dokuma sırasında çözgü ve atkı ipliği gerginliklerinin anamil pozisyonuna göre değişimlerini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmalar sonucunda başlangıç gerginliği (tezgah çalışmaya başlamadan önce ayarlanan çözgü gerginliği) düştükçe, atkı sıklığı arttıkça ve ağızlık kapanma açısı erkene alındıkça tefeleme anındaki gerginliğin arttığını saptamışlardır.

Genbhardt (1987), hava jetli bir dokuma makinesinde filament çözgü ve atkı iplikleriyle dokuma sırasında iplik gerginliklerini incelemişlerdir. Çözgü ipliği gerginliği ile ilgili çalışmalarında bir makine devrinde filament ipliğe ait gerginlik değişimi ile pamuk ipliği gerginlik değişimini karşılaştırmışlar ve filament iplik gerginliğindeki değişimin daha az olduğunu saptamışlardır. Bunun filament ipliğin uzama özelliğinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Dokuma makinesi hızının

filament bir çözgü ipliği kullanıldığında sınırlayıcı bir etkisi olmadığını ancak, ipliklerde dokuma sırasında gücü ve tarağa olan sürtünmelerden dolayı lif kopmalarının olabileceğini, bu yüzden iyi bir haşılama işleminin yapılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Weindörfer (1987), çözgü iplik gerginliğini ölçüm ve test metotlarını araştırmışlar.

Çözgü iplikleri üzerindeki fiziksel etkileri

- Dokumada yapılan işlemlerin analizi için dokuma sırasında ölçümler
- İplik hasarını saptamak için dokuma öncesi ve sonrası çözgü iplikleri üzerinde testler
- Analog test sonuçlarından ilgili bağıntıların hesaplanmasında uygun metotların değerlendirilmesi olarak belirtmişlerdir.

Çözgü gerginliği azaldığı halde kopuşların artmasının nedenini ise o çözgü ipliklerinin sürtünmeden dolayı birbirine yapışması, dolaşması, ipliklerin keçeleşmesi veya uçuntu birikimi yada haşıl yapışması olabileceğini belirtilmiştir.

İpliğin özelliklerinin test edilmesi; yani mukavemet, uzama, elastikiyet veya elastikiyet modülü, çalışma tutumu, periyodik zorlanabilirlik, stabilite, düzgünlük, tüylülük gibi iplik özellikleri ipliğin dokumadaki çalışmasını etkileyen parametrelerdir. Her dokumahane bu parametrelerin, en azından çok önemli olanlarını test etme olanağına sahip olmalıdır. İplik özelliklerinin işlem sırasında ölçülebilmesinin dokumahanedeki artan hızlar nedeniyle ancak elektronik cihazlarla ölçülebileceğini, atkı ve çözgü kopma kuvvetinin ise, iplik karakterini belirleyen en önemli faktör olduğunu ifade etmişlerdir.

Blanchonette (1996), dokuma sırasında çözgü ve atkı ipliği gerginliğindeki değişimi incelemiş olup çözgü gerginliği ile ilgili çalışmaları üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada kancalı bir dokuma makinesinde bezayağı örgülü kumaş dokunması sırasında makine genişliğince belirli bölgelerden çözgü ipliği gerginliklerini ölçmüş ve en boyunca gerginlik değişimini incelemiştir. Araştırması sırasında çözgü ipliği gerginliğinin kenarlarda ortaya göre daha düşük olduğunu tespit etmiştir. İkinci

aşamada 2/2 dimi örgülü bir kumaş dokunması sırasında çözgü ipliği gerginliğinin anamil pozisyonuna göre değişimini analiz etmiştir.

Mirjalili ve Seyed Abbas (2003), teorik olarak çalışılmış olan diferansiyel ve matematik modellemeleri dokuma makinesi üzerinde modelleyerek çözgü gerilimi sonuçlarını karşılaştırmıştır. Teorik çalışmalarla deneysel çalışmaların çok iyi bir uyuşma gösterdiğini belirtmişlerdir.

Turhan (2004), elektronik kumaş çekme ve çözgü salma mekanizmasına sahip bir dokuma makinesinde belirli bir atkı sıklığında çalışılırken daha yüksek bir atkı sıklığında dokumaya geçildiğinde çözgü ipliği gerginliğindeki değişimi incelemiştir. Elektronik kumaş çekme ve çözgü salma mekanizmasına sahip bu dokuma makinesinde değişken atkı sıklıklı bir kumaş dokunması sırasında dokuma süreci içerisinde ortalama çözgü gerginliğini koruma açısından bir sorun yaşanmadığı sonucuna varmışlardır. Ancak dokunması istenilen herhangi bir atkı sıklığına geçişlerde atkı sıklığı miktarı arttıkça kalıcı duruma geçiş periyodu daha uzun sürmekte dolayısıyla dokunması istenen atkı sıklığına ulaşınca kadar bir sıklık hatası oluştuğunu belirtmişlerdir.

Guifen Yao (2005), çözgü ipliklerinin kopuş oranlarını araştırmak için yapay sinir ağları, ileri besleme geri yayılım ağı kurmuşlardır. Yapılan deneyler ve araştırmalar sonucunda, haşıl alma, aşınma direnci, aşınma direnci düzgünsüzlüğü, tüylülük, kopma mukavemeti, kopma mukavemeti düzgünsüzlüğü, kopma uzaması, kopma uzaması düzgünsüzlüğü ve kopma oranları değerlendirilmiştir. Yapay sinir ağlarında öngörülen kopma oranları ile gerçek kopuş oranları arasındaki ilişkinin önem derecesinin yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Dayik (2005), yarı pozitif çözgü salma sistemine sahip dokuma makinesinde çözgü salma sistemini, Konvansiyonel, PID, Evrimsel Programlama ve bulanık mantık kullanarak kontrol etmiştir. Yapılan çalışmalarda en düşük gerilim değerini yapay zeka yöntemlerinden bulanık mantık ile elde ettiğini belirtmiştir.

3.MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada kullanılan deney düzeneği Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği A.B.D. de doktora çalışması olarak Dr. Mehmet DAYIK tarafından kurulmuştur. Deney düzeneğine ait hareket sensörü, artırılmış enkoder ve servo motorun seçimi ve montajları doktora çalışması kapsamında yapılmıştır.(Dayık, 2005) Bu çalışmada ise mevcut deney düzeneğine uygun olarak hazırlanmış haşılı pamuk çözgü ipliği ve pamuk atkı ipliği kullanılarak, görsel C# programlama dilinde hazırlanan program modülleri ile çözgü salma sistemi farklı kontrol yöntemleri ile dokuma deneyleri yapılmıştır. Deney düzeneği (Şekil 3.1) Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Tekstil Mühendisliği bölüm laboratuvarındadır.



Şekil 3.1 Deney düzeneğinin kullanılan dokuma makinesinin görünümü

3.1 Deneyde Kullanılan Materyaller

Bu çalışmada kullanılan materyaller deneysel çalışma düzeneği, ölçme ve veri kayıt düzeneği olmak üzere üç ana sınıfa ayrılmaktadır. Deneysel çalışma düzeneği

dokuma makinesi, çözgü ve atkı iplikleri, ölçme-veri kayıt düzeneği ise gerginlik ölçme ünitesi ve ara birim ünitesine sahip bir bilgisayardan oluşmaktadır.

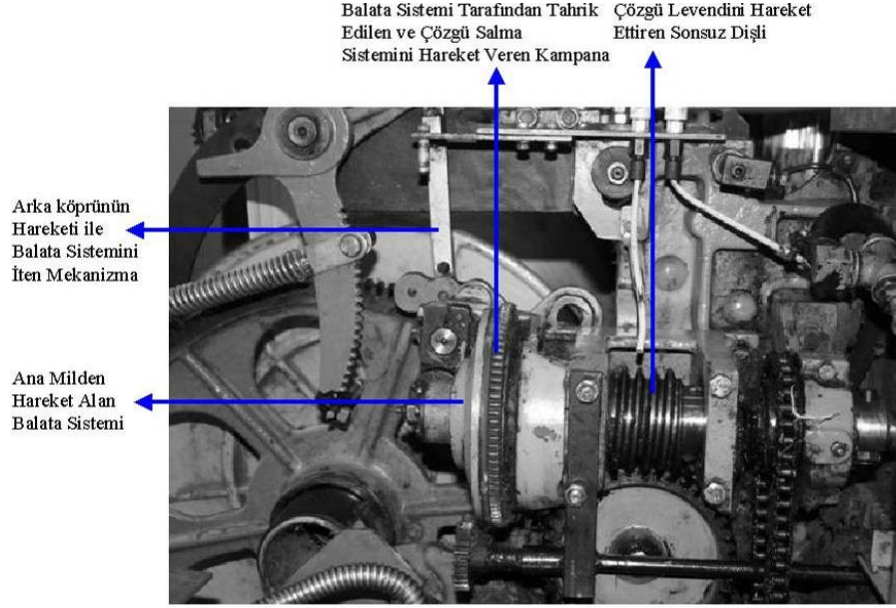
3.1.1 Dokuma makinesi ve Çözgü İpliği

Deneylerde Rus malı ATPR Marka 1990 model 350 dev/dak hızla çalışan hava jetli-rapierli dar en dokuma makinesi kullanılmıştır (Şekil 3.2). Dokuma kumaş eni 1 metre olacak şekilde ayarlanmıştır.

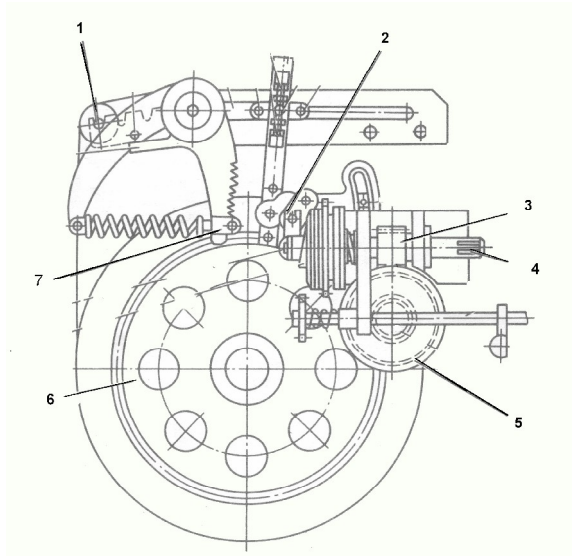


Şekil 3.2 Deneyde kullanılan dokuma makinesinin görünümü

Dokuma makinesi mekanik yarı pozitif çözgü salma sistemine sahiptir. Bu sistemde, çözgü geriliminin artması ile hareket eden arka köprü çözgü salma sistemi ile ana milin temasını sağlamaktadır. Bu temas sırasında çözgü levendi döndürülmektedir ve hareketini ana milden alan balata sistemi çözgü levendini hareket ettirmektedir (Şekil 3.3- 3.4).



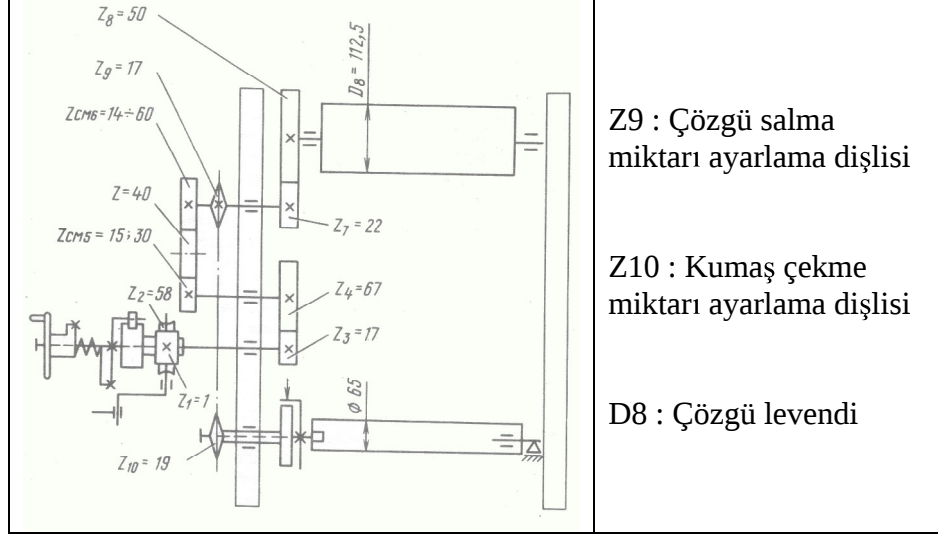
Şekil 3.3 Dokuma makinesi çözgü salma sisteminin resmi(Dayık vd.,2006)



1. Arka köprü
- 2-7. Arka köprünün hareketi ile balata sistemini aktif hale getiren anahtar
3. Çözümlü levendine hareket veren sonsuz dişli
4. Sonsuz dişli ana mili
5. Sonsuz vida dişlisinin hareketini levende aktaran dişli
6. Levend dişlisi

Şekil 3.4 Dokuma makinesine ait çözgü salma sisteminin teknik çizimi

Deneyde çözgü sıklığı 24 atkı sıklığı 18 olan bezayağı kumaş dokunmuştur. Şekil 3.5 'de çözgü salma ve kumaş sarma bölümlerine ait kinematik şema görülmektedir. Kumaşın atkı sıklığı Z_{10} dişlisinden ayarlanabilmektedir. Konvansiyonel çözgü salma yönteminde çözgü besleme miktarı Z_9 dişlisinden ayarlanmaktadır.



Şekil 3.5 Deneyde kullanılan dokuma makinesi çözgü salma ve kumaş sarma bölümlerine ait kinematik şema

Kullanılan dokuma makinesinde çözgü ipliği sıklığı:24 tel/cm, atkı ipliği sıklığı:20 tel/cm dir. Çözgü ipliği olarak numarası Ne 20/1 haşılı karde ring ipliği, atkı ipliği olarak Ne 20/1 penye pamuk ipliği kullanılmıştır.

Çözgü ipliği haşıl için uygulanmış haşıl reçetesi:

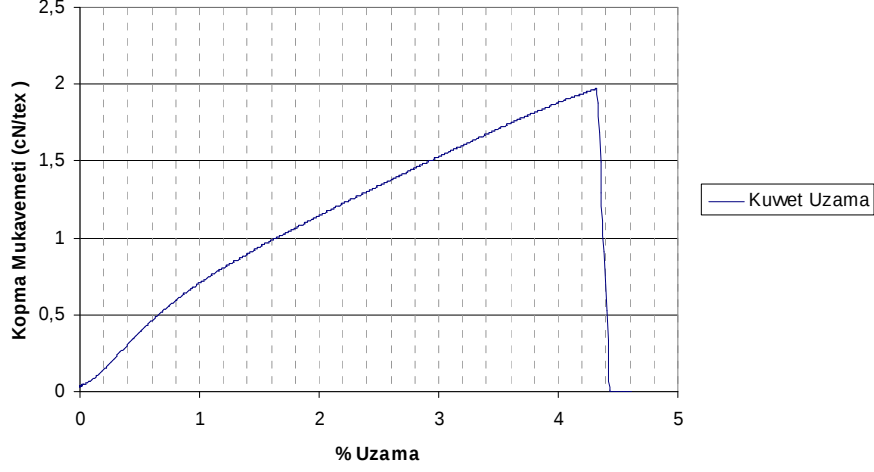
- Su 675 lt
- Nişasta 75 kg (Ticari ismi: Emzine E-7)
- Vaks 1 kg olarak uygulanmıştır.

Haşıl pişirme sıcaklığı 96 C ve pişirme süresi 20 dakikadır.

Çözgü ipliği ve atkı ipliği kuvvet-uzama eğrisi ASTM D 2256 (çene mesafesi:250 mm, çekme hızı:20 cm/sn) standardına göre elde edilmiştir. Testlerde sabit uzama hızı prensibi (CRE - Constant Rate of Extension) ile çalışan Llyod marka LR5K model mukavemet test cihazı kullanılmıştır. Ölçüm sonuçlarında elde edilen çözgü ipliğine ait haşılı ve haşılsız olmak üzere kuvvet-uzama grafikleri şekil 3.6 3.7 ve

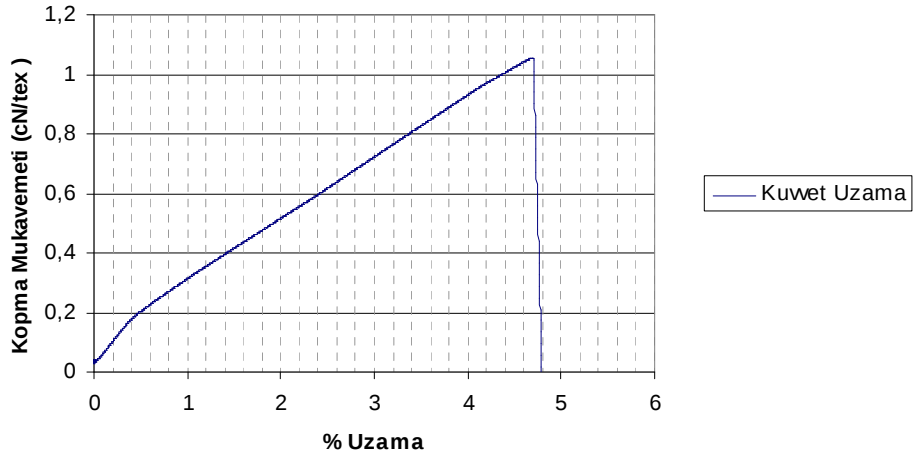
3.8’de verilmiştir. Çözüğü ipliğinin kopma uzaması %4.16, kopma kuvveti ise 1,95 cN/tex olarak ölçülmüştür.

Haşılılı Çözüğü İpliği Kuvvet Uzama Grafiği



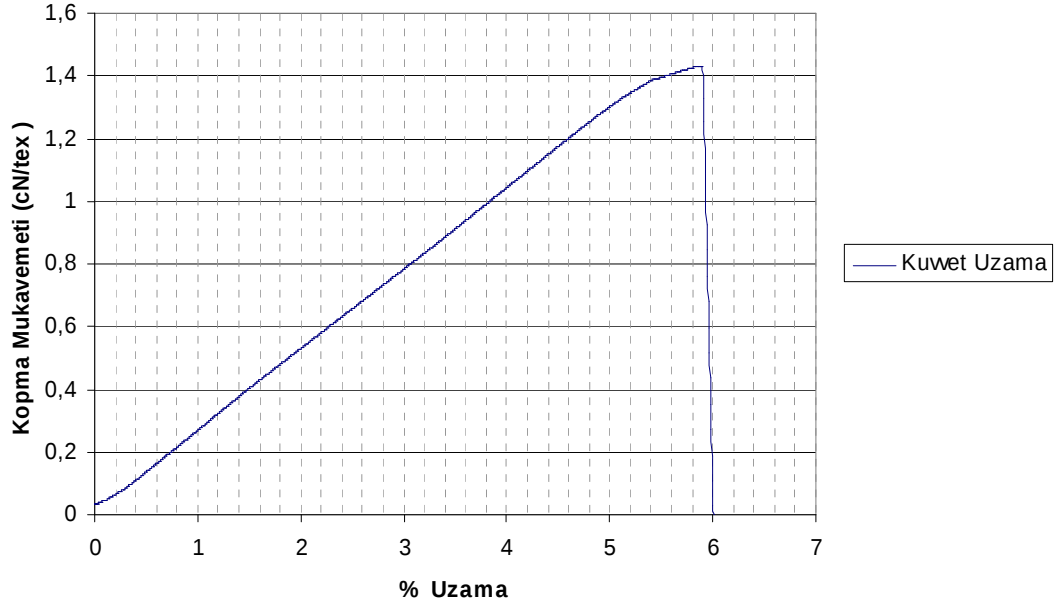
Şekil 3.6 Haşılılı çözüğü ipliği kuvvet-uzama grafiği

Haşılısız Çözüğü İpliği Kuvvet Uzama Grafiği



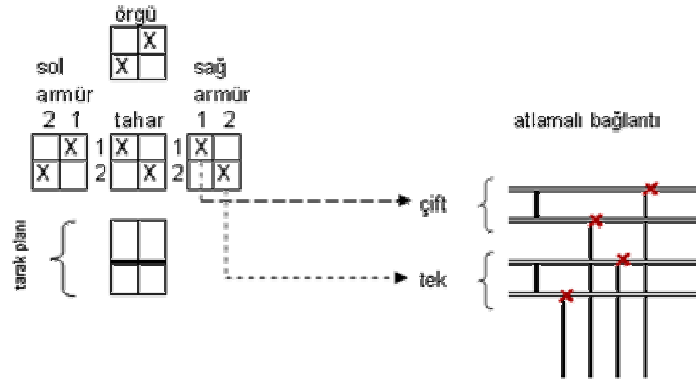
Şekil 3.7 Haşılısız çözüğü ipliği kuvvet-uzama grafiği

Atkı İpliği Kuvvet Uzama Grafiği



Şekil 3.8 Atkı ipliği kuvvet-uzama grafiği

Dokuma sırasında Ne 20 çözgü ve Ne 20 atkı ipliği kullanılarak bezayağı örgüde kumaş dokunmuştur. Deneysel çalışmalarda üretilen bezayı örgü için tahar, armür ve çerçeve planları Şekil 3.9’de gösterilmiştir.



Şekil 3.9 Deneylerde üretilen bezayağı örgüye ait tahar, armür ve çerçeve planları

Deneylerde dar enli dokuma makinesi, gerilimölçer (hareket sensörü), artımlı enkoder, veri toplama kartı, servo motor ve sürücüsü kullanılmıştır. Aşağıda bu materyaller hakkında bilgiler verilmiştir.

3.1.2 Servo motor ve Sürücüsü

Çözümlü gerilimi kontrolü için küçük zaman aralıklarında sisteme müdahale etmek çok önemlidir. Bu gibi durumlarda hızın çok kısa sürede artırılması frenlenmesi ve yön değiştirilmesi istenir, böyle durumlarda servo motor kullanılarak sisteme istenen dinamiklik kazandırılır. Ani hızlanma ve yavaşlama esnasında momentlerinde herhangi bir kayıp olmamasından dolayı hassas ve ani kontrollerde tercih edilmektedirler. Bu çalışmada, çözgü geriliminde meydana gelen küçük değişimlere ani cevap verebilen çok amaçlı Control Techniques firmasının servo motor ve sürücüsü kullanılmıştır (Şekil 3.10). Bu motor ve sürücünün montajı Dr. Mehmet DAYIK'ın çalışması kapsamında yapılmıştır.



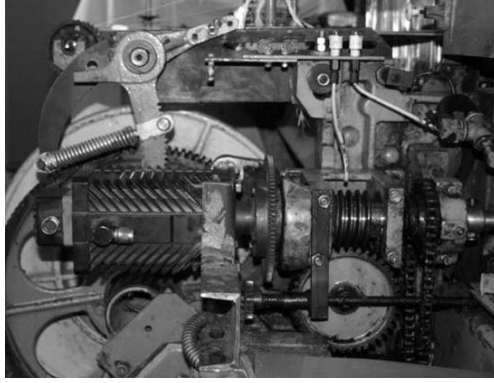
Şekil 3.10 Servo motor ve sürücüsü

Kullanılan Motor ve Sürücünün özellikleri aşağıdadır.

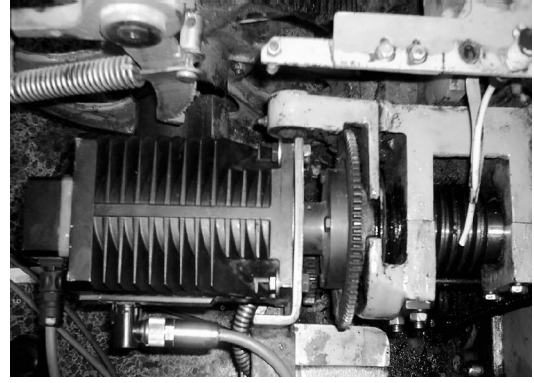
Maksimum hız	: 3000 dev/dak.
Devamlı Tork	: 12.2 Nm
Devamlı Güç	: 3.82 kW

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 çözgü salma sisteminin ana mil ile olan temas süresini direkt olarak belirlemektedir. Böylece çözgü gerilimi çözgü salma miktarını belirleyen tek faktör olmaktadır. Çözgü salma hareketi ana milin her devrinde bir defa gerçekleşmektedir. Dokuma makinesinin şasisine monte edilmiş bir taşıyıcıya bağlanan servo motor çözgü geriliminin artmasına bağlı olarak bilgisayardan gönderilen voltaj gerilimi ile çözgü levendini gerektiği kadar döndürmektedir. Böylece çok kısa zaman aralıklarında ve çok hızlı olarak çözgü salma hareketi gerçekleştirilmektedir. Dokuma makinesine bağlanmış servo motor Şekil 3.11’ de görölmektedir.



a) yandan görünüm



b) üstten görünüm

Şekil 3.11 Servo motorun dokuma makinesindeki görünümü

3.1.3 Enkoder

Dokuma makinesinin ana mili ile çözgü 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 aralıklarında sisteme müdahale edilerek çözgü geriliminin hassas şekilde kontrolü sağlanmıştır. Kullanılan artımlı enkoder şekil 3.12’ de görölmektedir.



Şekil 3.12 Artımlı Enkoder

Dokuma makinesinin şasisine sabitlenmiş durumdadır. Enkoderin statik elektriklenmelerden etkilenmemesi için enkoder-metal parça arasına yalıtkan bir (ahşap) parça ilave edilmiş durumdadır. Ana milin konumunu algılamak için kullanılan artımlı enkoderin dokuma makinesine bağlantısı Dr. Mehmet DAYIK tarafından yapılmıştır.(Dayık, 2005) Şekil 3.13’ da görülmektedir.



Şekil 3.13 Artımlı ana mil üzerinde görünümü

3.1.4 Veri Toplama Kartı

Hareket Sensör’ünden ve Enkoder’den verilerin okunması ve servo motor kontrolü için 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 dijital 60 analog kanal bulunmaktadır. (Şekil 3.14). Kartın kontrolü görsel C# programlama diline dahil edilen, üretici firma tarafından desteklenen kontrol kütüphanesi ile yapılmıştır.



Şekil 3.14 Veri toplama kartı ve bağlantı aparatı (PCI-DAS6071)

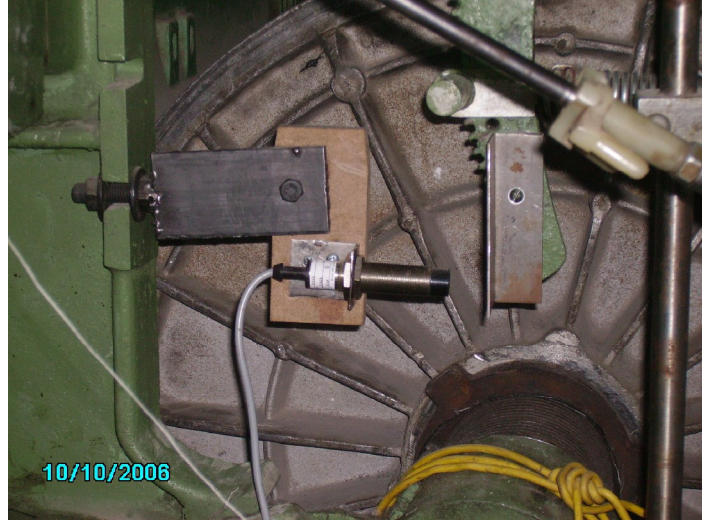
3.1.5 Hareket Sensörü

Dokuma işleminde tefeleme ve ağızlık açma hareketleri sırasında çözgü ipliğinde meydana gelen gerilim artışının bir miktarının bertaraf edilebilmesi için arka köprü bir yay vasıtasıyla hareket edebilmektedir. Arka köprünün hareketinin ölçülmesi ile çözgü gerilimi belirlenebilmektedir. Bu çalışmada arka köprü hareketinin algılanması için bir hareket sensörü kullanılmıştır. Sensör Selet firmasına ait B18/50T-0/3 tipi 0-5 mm ölçü aralığına ve 2.4 Khz veri okuma hızına (saniyede 2400 veri okuma kapasitesine) sahiptir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15 Hareket sensörü (Selet B18/50T-0/3)

Hareket sensörü arka köprüye bağlı metal parçanın hareket miktarına göre 0.4–4.5 Volt arasında bir gerilim üretir. Sensörün çalışması, arka köprüye bağlı metal parçanın hareket miktarına göre üretilen gerilimin ölçülerek çözgü ipliği geriliminin belirlenmesi esasına dayanır. Bu sayede çok hassas olarak çözgü gerilimi devamlı bir şekilde tespit edilebilmektedir. Sensörün yeri Şekil 3.16’ da görülmektedir.



Şekil 3.16 Hareket sensörünün görünümü

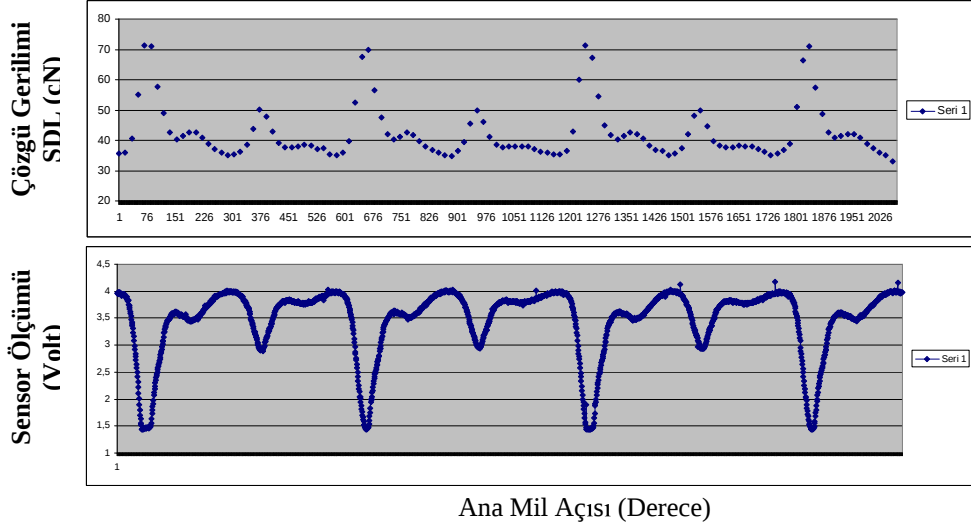
3.2 Deney Düzeneği

Burada dokuma işlemi esnasında gerçek zamanlı çözgü gerilimi kontrolü yapılmıştır. Kontrol Konvansiyonel, PID, Evrimsel Programlama ve Bulanık Mantık kontrol yöntemleri kullanılarak çözgü ipliği üzerinde meydana gelen gerilimler ölçülmüştür.

3.2.1 Gerçek gerilimin tesbit edilmesi ve programa eklenmesi

Çözgü salma sisteminin bilgisayar aracılığı ile yapılabilmesi için öncelikle çözgü geriliminin direkt ve dolaylı olarak algılanılması gerekmektedir. Sensörden alınan volt değerinin gerilim değerine dönüştürülmesi için matematiksel orantılama yöntemi kullanılmıştır. SDL gerginlik ölçüm cihazı ve sensörün eş zamanlı olarak çalıştırılmasından elde edilen veriler grafiksel olarak çizilmiş bu iki veri sisteminin

genliklerinin oranı kullanılarak çarpım katsayısı ötelenme miktarından yararlanılarak da toplama sabiti tesbit edilmiştir. Şekil 3.17 de birlikte ölçümü yapılan veriler görülmektedir.



Şekil 3.17 SDL gerilim ölçümü ile sensor değerlerinin birlikte gösterilmesi

Sensör maksimum değeri= 3,981 V

Sensör minimum değeri= 1,465 V

SDL Maksimum değeri= 71,31 cN

SDL Minimum değeri= 35,45 cN

$$\text{Çarpım katsayısı} = \frac{71,31 - 35,45}{3,91 - 1,465} = 14,26$$

$$\text{Öteleme katsayısı} = 71,31 - (-14,26 * 1,465) = 14,49$$

Bu katsayılar kullanılarak yazılan denklem :

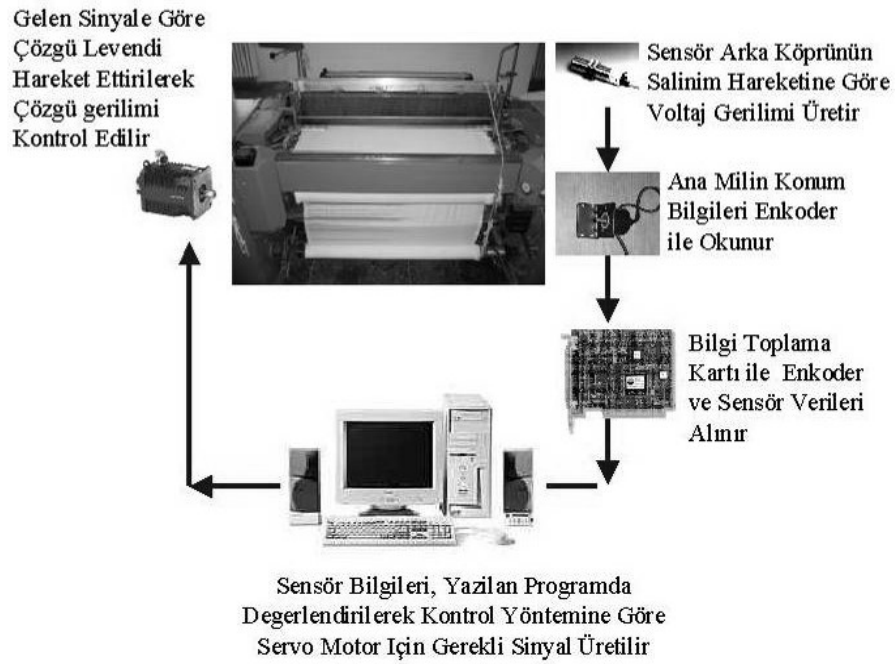
$$\text{Gerçek Gerilim} = (14,26 * \text{Sensor değeri}) + 92,8$$

olarak hesaplanmıştır.

Sensörün arka köprünün 0 ile 5 mm arasındaki hareketine karşılık 0.4 ile 4.5 Volt arasında üretmiş olduğu gerilim gerçek gerilim değerine çevrilerek kullanılmaktadır.

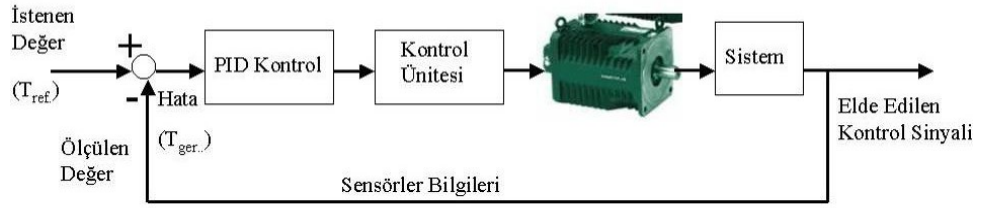
Kontrol elemanı çıkış sinyali PID, Evrimsel Programlama ve Bulanık mantık kontrol yöntemlerinin prensiplerine göre elde edildikten sonra servo motor sürücüsüne beslenen voltaj değeri elde edilir.

Şekil 3.18’de görüldüğü gibi hareket sensörü ve enkoder’ den alınan sinyaller bir Analog / Dijital (A/D) dönüştürücüden geçirilerek bilgisayar ortamına uygun hale getirilir. Burada referans değeri ile kıyaslanarak elde edilen hata değeri PID ve Bulanık mantık kontrol yöntemleri ile değerlendirilerek servo sürücüye gereken sinyal gönderilir.

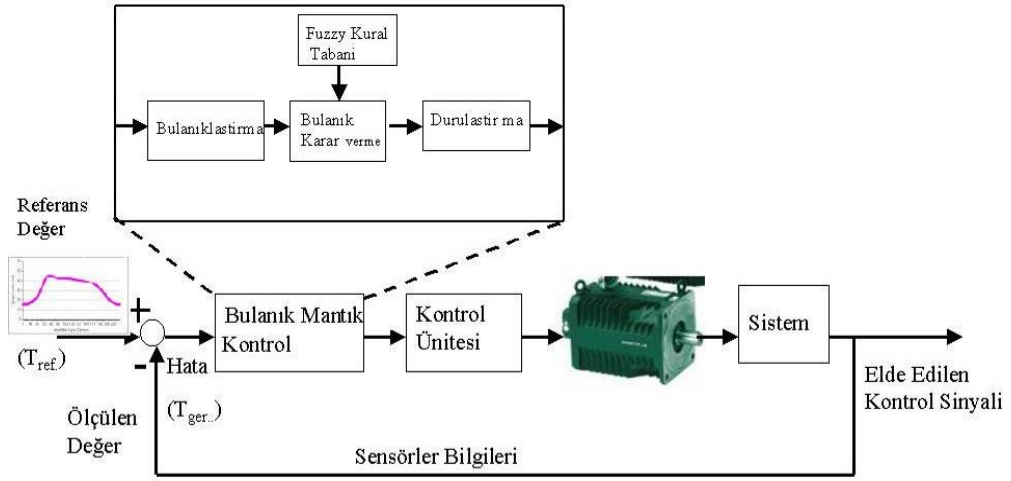


Şekil 3.18 Çözgü gerilimi kontrol şeması (Dayık, 2005)

PID etki ve Bulanık Mantık çözgü gerilimi kontrolü blok diyagramı çözgü gerilimi kontrol şemasına uygun olarak geliştirilmiş ve şekil 3.19 ve 3.20’ da verilmiştir.



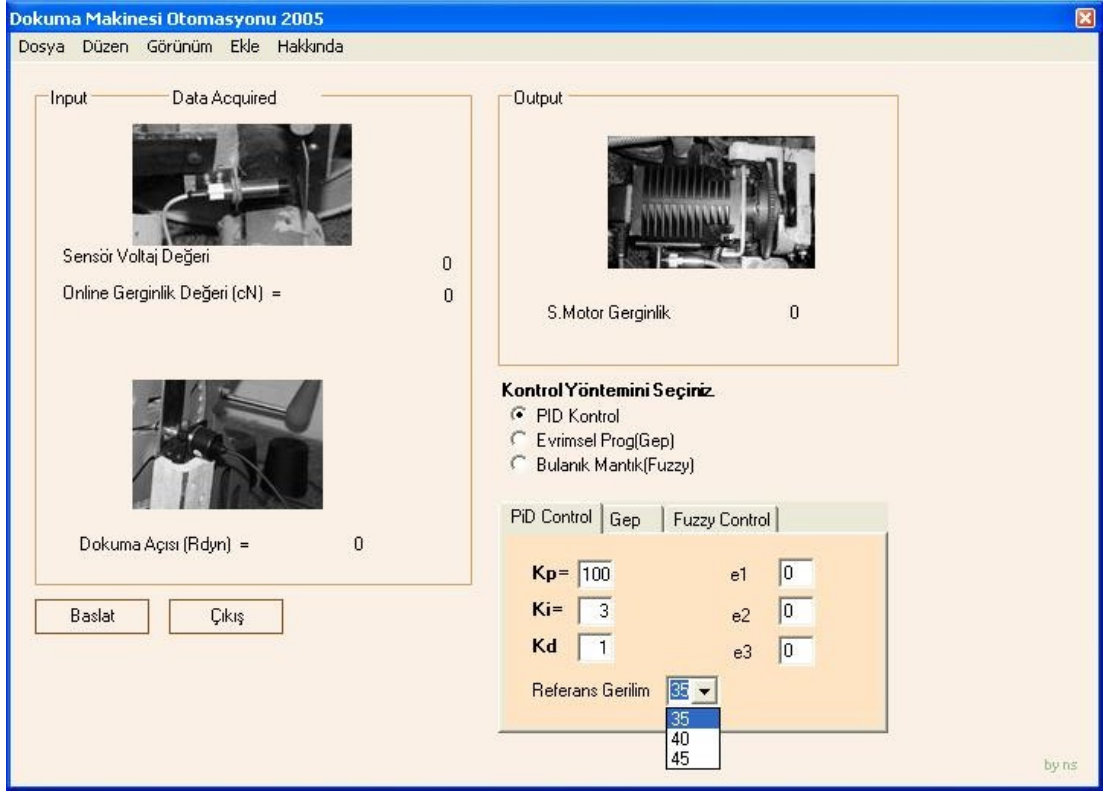
Şekil 3.19 PID Etki kontrol algoritması blok diyagramı (Dayık, 2005)



Şekil 3.20 Bulanık mantık kontrol algoritması blok diyagramı (Dayık, 2005)

3.2.2 Kontrol Yazılımı

Çözümlü gerilimi kontrolü için Microsoft Visual Studio.Net 2005 yazılım geliştirme platformundaki C# programla dili kullanılarak yazılım geliştirilmiştir. Yazılan kontrol programı ile PID, Evrimsel Programlama ve Bulanık Mantık kontrol yöntemleri ile çözgü salma sistemi kontrol edilmiştir. Şekil 3.21 kontrol için hazırlanmış olan programın arabirimi ve Şekil 3.22’de kontrol programının uygulanması görülmektedir.



Şekil 3.21 Deney için hazırlanan kontrol programı



Şekil 3.22 Deney için hazırlanan kontrol programını uygulanması

Çözü salma sisteminin PID kontrolünde yer değiştirme sensöründen arka köprünün konumuna bağlı olarak 0,4 ile 4,5 volt arasında bir gerilim değeri ölçülür. Sensörden elde edilen voltaj değerleri gerçekte meydana gelen çözgü gerilimi değerlerine dönüştürülmek için önceden hesaplanmış katsayı ile çarpılır. Elde edilen gerilim

daha önce tespit edilmiş referans gerilim değeri (35 cN, 40 cN ve 45 cN değerleri referans olarak kullanılmıştır) 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. Hata 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.

Çözümlü salma sisteminin Evrimsel Programlama yöntemi ile kontrolünde: PID kontrolden farklı olarak referans çözgü gerilimi değeri sabit bir gerilim değeri değildir. Evrimsel Programlama yöntemine göre elde edilen çözgü geriliminin matematiksel fonksiyonundan elde edilen referans gerilim değeri hareket sensöründen elde edilen gerçek gerilim 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.

Çözümlü salma sisteminin Bulanık Mantık yöntemi ile kontrolünde; enkoderden okunan açı değerine karşılık gelen referans gerilim değeri ile hareket sensöründen elde edilen gerçek gerilim 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 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.

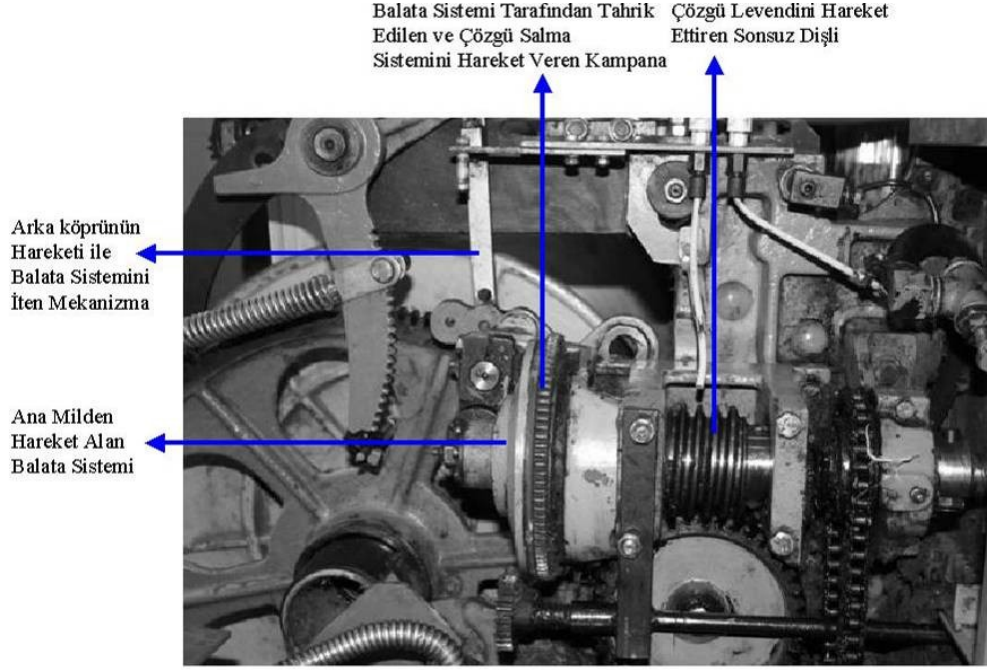
Yukarıdaki kontrol metotları ile çözgü salma sistemi levent çapındaki değişime, tefeleme, ağızlık açma ve kumaş çekme durumlarında istenen çözgü gerilimini sağlayacak şekilde kontrol edilerek gerekli çözgü ipliği salınmaktadır.

3.3 Kontrol Metotları Uygulamaları

Bu çalışmada, konvansiyonel çözü salma sistemine sahip dokuma makinesinin çözü salma sistemi değişik kontrol metotları kullanarak (PID, Evrimsel Programlama, Bulanık Mantık) servo motor ile kontrolü gerçekleştirilmiştir. Bunun için dokuma makinesinin konvansiyonel çözü salma mekanizması sökülerek yerine servo motor monte edilmiş ve çözü salma sistemi yazılan bir bilgisayar programı ile kontrol edilmiştir.

3.3.1 Çözü Salma Sisteminin Konvansiyonel Yöntemle Kontrolü

Deneylerde kullanılan konvansiyonel dokuma makinesinde, ana mile bağlı olan çözü salma ünitesi çözü geriliminin artması ile arka köprü aşağıya doğru hareket ederek çözü salma sistemini tahrik etmektedir. Çözü geriliminin yüksekliği arka köprünün hareket miktarını, arka köprünün hareket miktarı da çözü salma sisteminin ana mil ile olan temas süresini ve miktarını direkt olarak belirlemektedir. Balata sisteminin ana milden aldığı hareketi kampana vasıtası ile çözü salma dişlilerine ve çözü levendini döndürmesi ile çözü gerilimi dengede tutmaktadır (Şekil 3.23). Böylece çözü salma miktarını belirleyen tek faktör çözü gerilimi artışı olmaktadır



Şekil 3.23 Deneyde kullanılan dokuma makinesinin çözgü salma sistemi (Dayık vd., 2006)

3.3.2 Çözgü Salma Sisteminin PID Kontrolü

Çözgü geriliminin artması ile arka köprü aşağıya doğru hareket edecektir. Hareket sensörü arka köprünün hareketini algılayabilmek için dokuma makinesinin şasisine uygun şekilde monte edilmiştir. Sensör arka köprünün hareketiyle voltaj gerilimi üretmektedir. Böylece çözgü geriliminde oluşan değişim sensör tarafından bilgi toplama kartı aracılığı ile yazılan kontrol programına gelmektedir. Programda ölçülen çözgü gerilimi değerini başlangıçta belirlenen ve işlem boyunca sabit olması istenen çözgü gerginliği değeri ile karşılaştırmaktadır. Karşılaştırma sonunda elde edilen değer hata sinyali olmaktadır. Hata sinyali seçilen kontrol elemanının özelliklerine göre bazı değişikliklere uğrayarak kontrol elemanı çıkış sinyali olarak servo motor ve sürücüsüne beslenmektedir. Bu çalışmada orantı, integral ve türev denetim organları birlikte kullanılarak PID tipi kontrol yöntemi kullanılmıştır.

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 sinyallerinin 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.

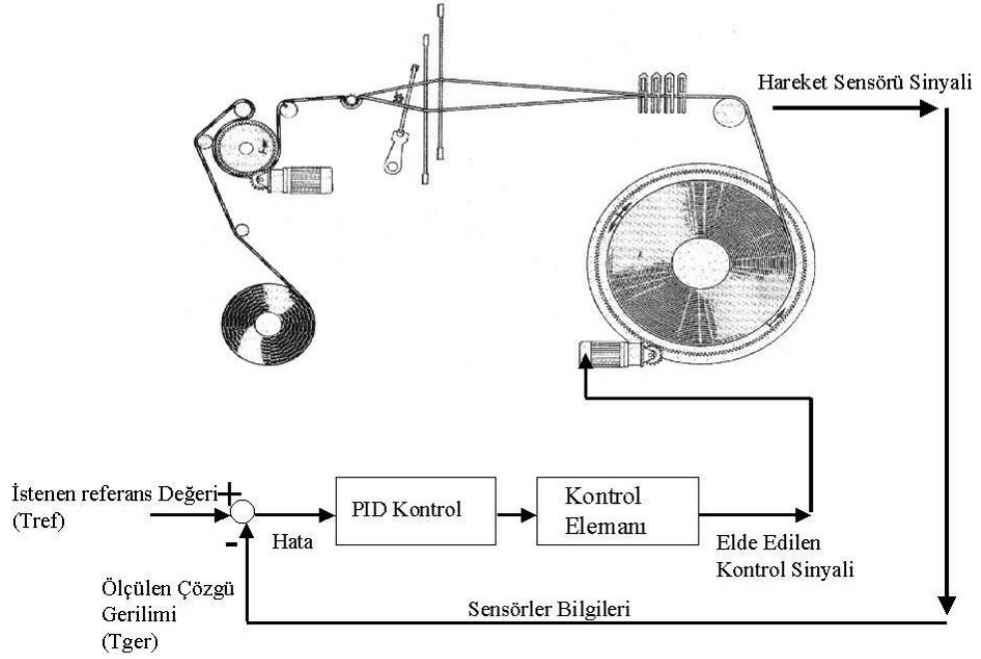
$$m(t) = K_i * \int e(t) * dt + K_p * e(t)$$

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 birlikte kullanılması ile elde edilen PID denetimde kontrol elemanı çıkış sinyali aşağıdaki şekilde olmaktadır.

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

PID gerçek zamanlı kontrolde, sensörden elde edilen voltaj değerleri her bir açıcı değeri için referans gerilim 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 küçük veya büyük elde edilebilir. PID kontrol sinyali büyüklüğü -10 volt ile $+10$ 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 ulaşır (Şekil 3.24).



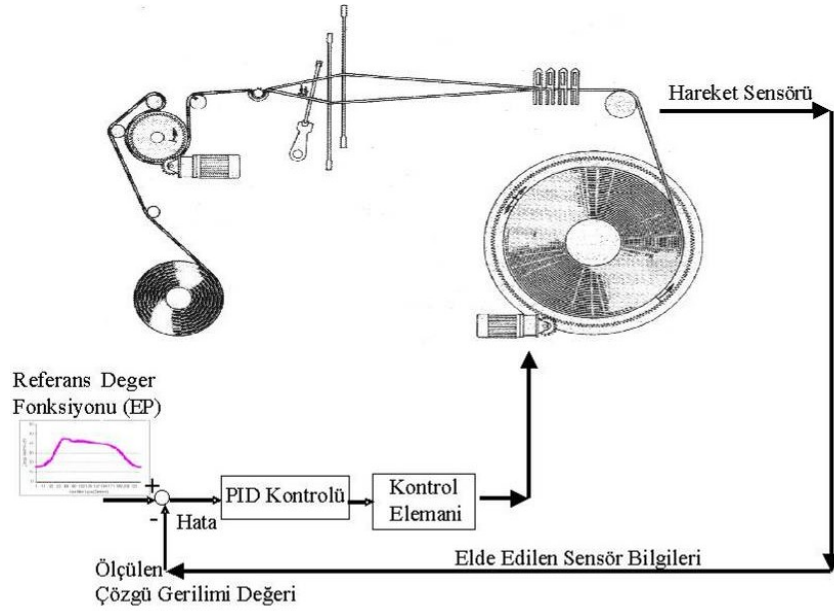
Şekil 3.24 Dokuma makinesinin PID etki kontrolü (Dayık vd., 2006)

3.3.3 Çözümlü 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.

Hareket sensörü arka köprünün hareketiyle voltaj gerilimi üretmektedir. Böylece çözgü geriliminde oluşan değişim sensör tarafından analog veri olarak bilgi toplama kartı aracılığı ile yazılan kontrol programına gelmektedir. Yazılım programı ölçülen

gerçek çözgü gerilimi değerini Evrimsel Programlama ile belirlenen çözgü gerginliği değeri ile karşılaştırmaktadır. Karşılaştırma sonunda elde edilen fark hata sinyali olmaktadır. Hata sinyali seçilen kontrol elemanının özelliklerine göre bazı değişikliklere uğrayarak kontrol elemanı çıkış sinyali olarak servo motor ve sürücüsünü beslenmektedir. Evrimsel Programlama ile kontrol sinyalinin tespiti ve kontrol aynen PID yöntemde olduğu gibidir. Evrimsel Programlama ile dokuma makinesinin kontrolü Şekil 3.25’ de görüldüğü gibi gerçekleştirilmektedir.



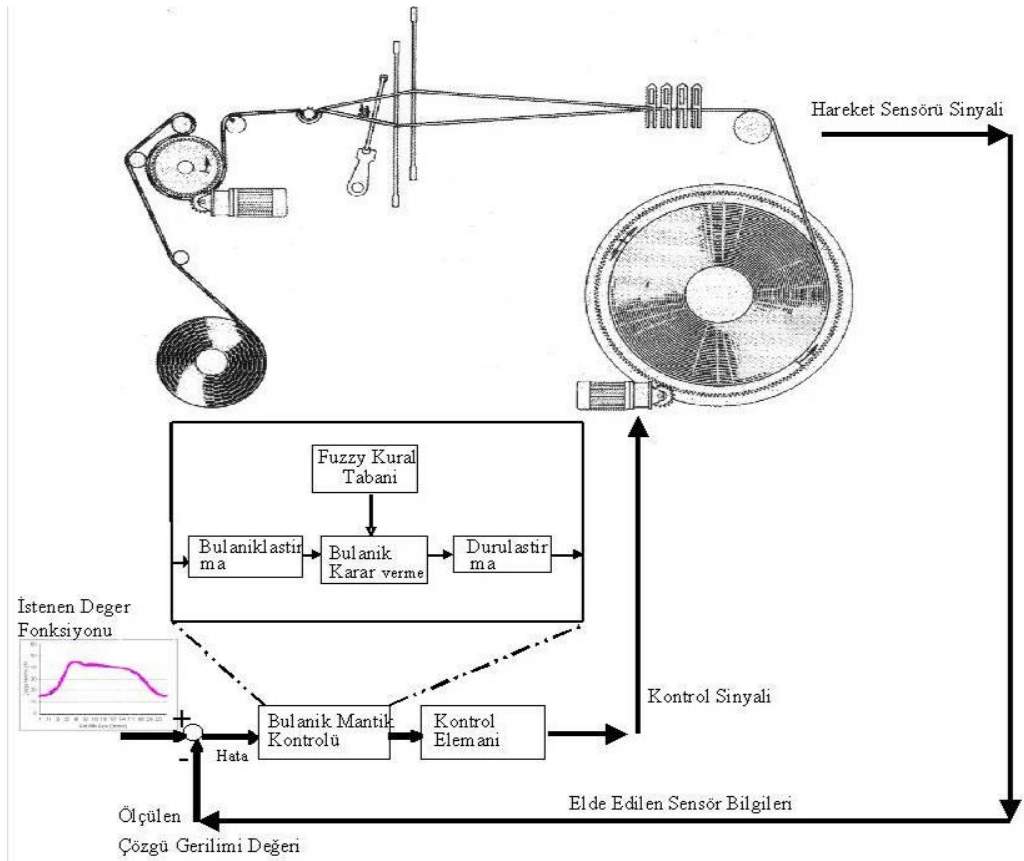
Şekil 3.25 Dokuma makinesinin EP ile kontrolü (Dayık vd., 2006)

3.3.4 Çözgü Salma Sisteminin Bulanık Mantık ile Kontrolü

Bulanık mantıkla çözgü geriliminin kontrol edilebilmesi için giriş üyelik fonksiyonlarının tespit edilmesi gerekmektedir. Burada istenen çözgü geriliminin gerçekleştirilebilmesi için üyelik fonksiyonu olarak hata ve hata değişimi alınmıştır.

Bulanık Mantık gerçek zamanlı kontrolde, sensörden elde edilen çözgü gerilimi değerleri her bir açılı değeri için referans gerilim değerleri ile kıyaslanarak aradaki fark tespit edilir. Bulunan fark değeri yani sistemde meydana gelen hata ve bir önceki hata arasındaki hata değişimi değerleri bulanık mantık giriş fonksiyonlarını

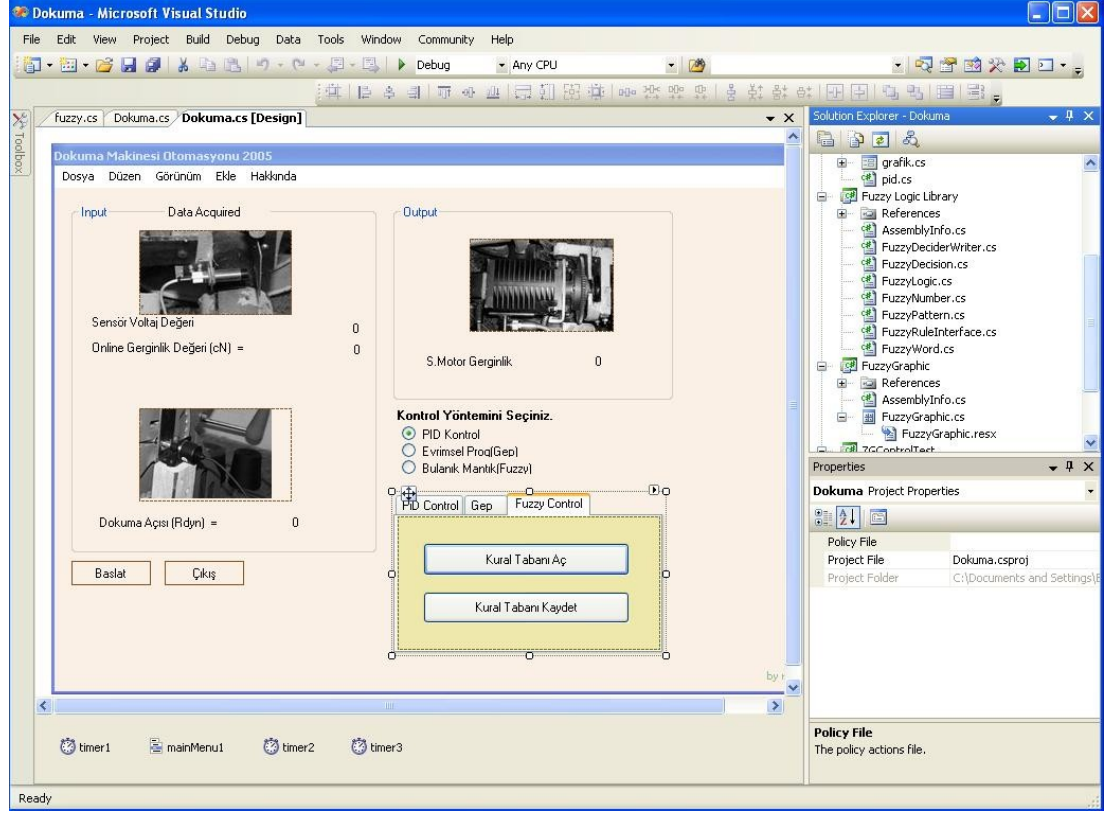
oluşturur. Bulanık mantıkta kural tabanına göre meydana gelen hatanın sıfırlanması için bir çıkış sinyali elde edilir. Elde edilen sinyal servo motor sürücüsüne gönderilir. Üretilen sinyal hatanın miktarına göre küçük veya büyük elde edilebilir. Sinyal büyüklüğü 0–10 volt arasında üretilir. Kontrol sinyali 0 volt ise motor hareket etmez. 10 volta doğru motor hızı artar ve 10 voltta motor hızı 3000 devir/dakika' ya ulaşır. Böylece gerçek zamanlı olarak istenen referans çözgü gerilimi fonksiyonuna göre çözgü gerilimi kontrol edilmiş olur (Şekil 3.26).



Şekil 3.26 Dokuma makinesinin bulanık mantıkla kontrolü (Dayık, 2005)

Bulanık mantık programlama için görsel C# programlama dilinde bulanık mantık kütüphanesinden yararlanılmıştır. Bulanık mantık modülünün programa eklenmiş hali şekil 3.27’de görülmektedir. Bulanık mantık kütüphanesine ait değişken tipleri ve bulanık mantık kütüphanesine ait sınıf görünümleri Şekil 3.28 ve 3.29 de

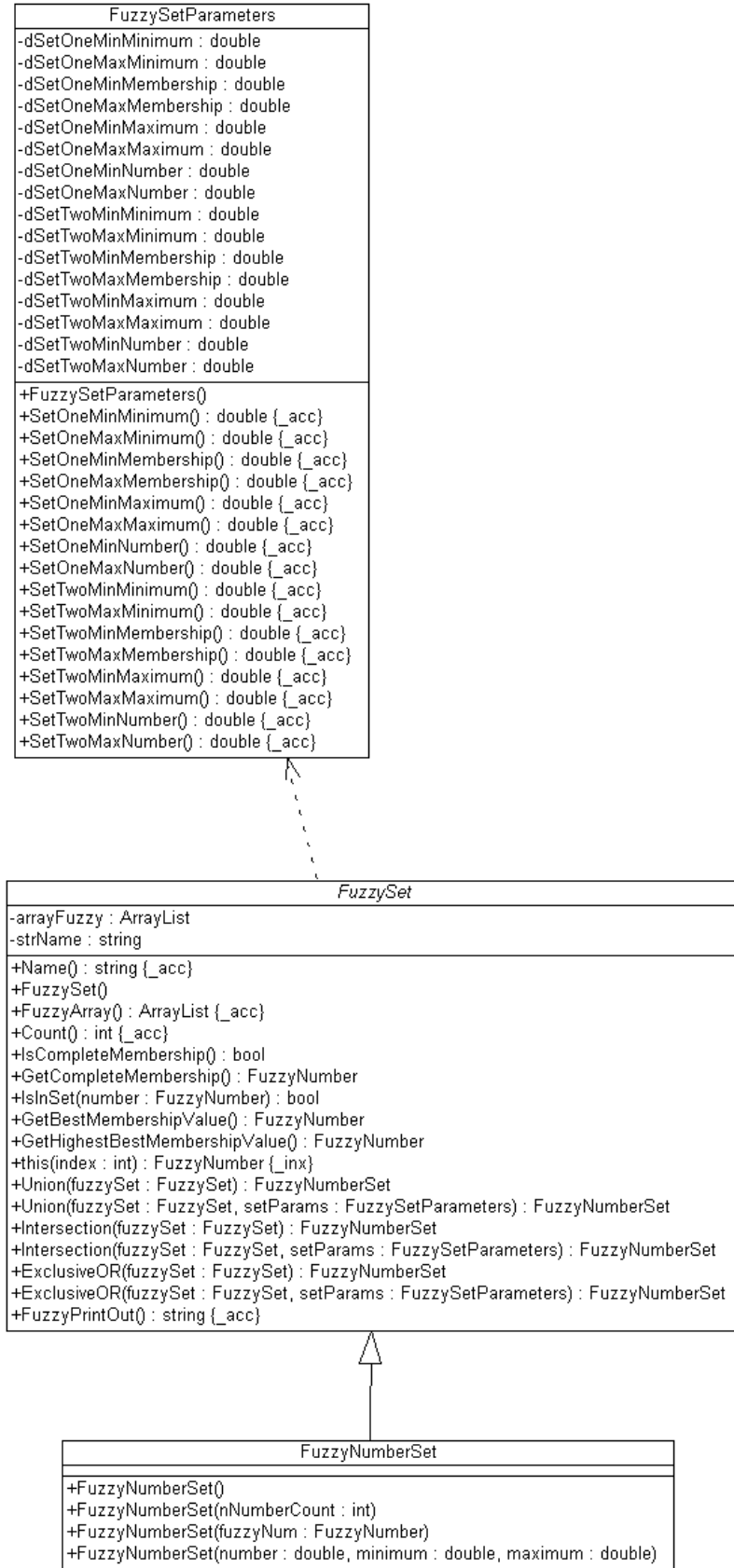
verilmiştir. Programda kullanılan bulanık mantık modülüne ait üyelik fonksiyonları Ek 1 'de verilmiştir.



Şekil 3.27 Bulanık mantık modülünün programa eklenmesi

FuzzyNumber
-dNumber : double -dMaximum : double -dMinimum : double -dMembership : double -dID : double -strName : string
+Number() : double {_acc} +Maximum() : double {_acc} +Membership() : double {_acc} +Minimum() : double {_acc} +ID() : double {_acc} +Name() : string {_acc} +FuzzyNumber() +FuzzyNumber(number : double) +FuzzyNumber(rangeLow : double, rangeHigh : double) +FuzzyNumber(number : double, rangeLow : double, rangeHigh : double) +FuzzyNumber(name : string, number : double, rangeLow : double, rangeHigh : double) +SetMembership() : void +ToString() : string {override} ++(num : FuzzyNumber, number : double) : FuzzyNumber operator {static} ++(num : FuzzyNumber, number : FuzzyNumber) : FuzzyNumber operator {static} +-(num : FuzzyNumber, number : double) : FuzzyNumber operator {static} +-(num : FuzzyNumber, number : FuzzyNumber) : FuzzyNumber operator {static} +*(num : FuzzyNumber, number : double) : FuzzyNumber operator {static} +*(num : FuzzyNumber, number : FuzzyNumber) : FuzzyNumber operator {static} +/(num : FuzzyNumber, number : double) : FuzzyNumber operator {static} +/(num : FuzzyNumber, number : FuzzyNumber) : FuzzyNumber operator {static} +(num : FuzzyNumber, number : double) : FuzzyNumber operator {static} +(num : FuzzyNumber, number : FuzzyNumber) : FuzzyNumber operator {static}

Şekil 3.28 Bulanık mantık kütüphanesi değişken tipleri (<http://codeproject.com>)



Şekil 3.29 Bulanık mantık kütüphanesi sınıf görünümü (<http://codeproject.com>)

4.ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Deneyde Kullanılan Algoritmaların Tespiti

Araştırma bulguları, deney düzeneğini kontrol etmek için tespit edilen algoritmalar, deney esnasında elde edilen çözgü gerilimleri ve üretilen kumaşların testleri olarak üç grupta incelenmiştir.

4.1.1 PID Kontrol Formülünün Uygulanması

Hata sinyali seçilen kontrol elemanının özelliklerine göre bazı değişikliklere uğrayarak kontrol elemanı çıkış sinyali olarak servo motor ve sürücüsüne beslenmektedir. Bu çalışmada orantı, integral ve türev denetim organları birlikte kullanılarak PID tipi kontrol yöntemi kullanılmıştır.

C# Programlama Dili İçin Oluşturulmuş PID Kodu (pid.cs)

```
{Kp=100 Ki=3 Kd=1}
timer1.Start();
Range = Range.Bip10Volts; // Kartın çalışma aralığı
//Sensor Verisinin Alınması
ULStat = DaqBoard.AIn( Chan, Range, out DataValue);
ULStat = DaqBoard.AIn( 1, Range, out Dataencoder);
aciizle.Text = Dataencoder.ToString();
if (ULStat.Value == MccDaq.ErrorInfo.ErrorCode.BadRange)
{MessageBox.Show( "Karta Uygun Veri Alma Aralığını Giriniz.",
"Unsupported Range", 0);}

ULStat = DaqBoard.ToEngUnits( Range, DataValue, out EngUnits);

cN = (EngUnits*14,2)+92,8 ;
e1= gerilimref - EngUnits ;
    if (EngUnits<4.3)
        {PIDout=0;s=0;}
    if (EngUnits<3.9)
        {PIDout=1.5F;s=1.5F;}
    else
        { PIDout=(PIDout+Kp*(e1-e2)+Ki*e1+Kd*(e1-2*e2+e3))/-10000;
          motorizle.Text = PIDout.ToString();
          e2=e3;
          e1=e2; }

sensorvolt.Text = EngUnits.ToString() ; // print the voltage EngUnits=tgerçek
gerilimizle.Text = cN.ToString(); / print the counts

// Verilerin Servo Motora Gönderilmesi
ULStat = DaqBoard.FromEngUnits( Range, PIDout, out DataValue1);

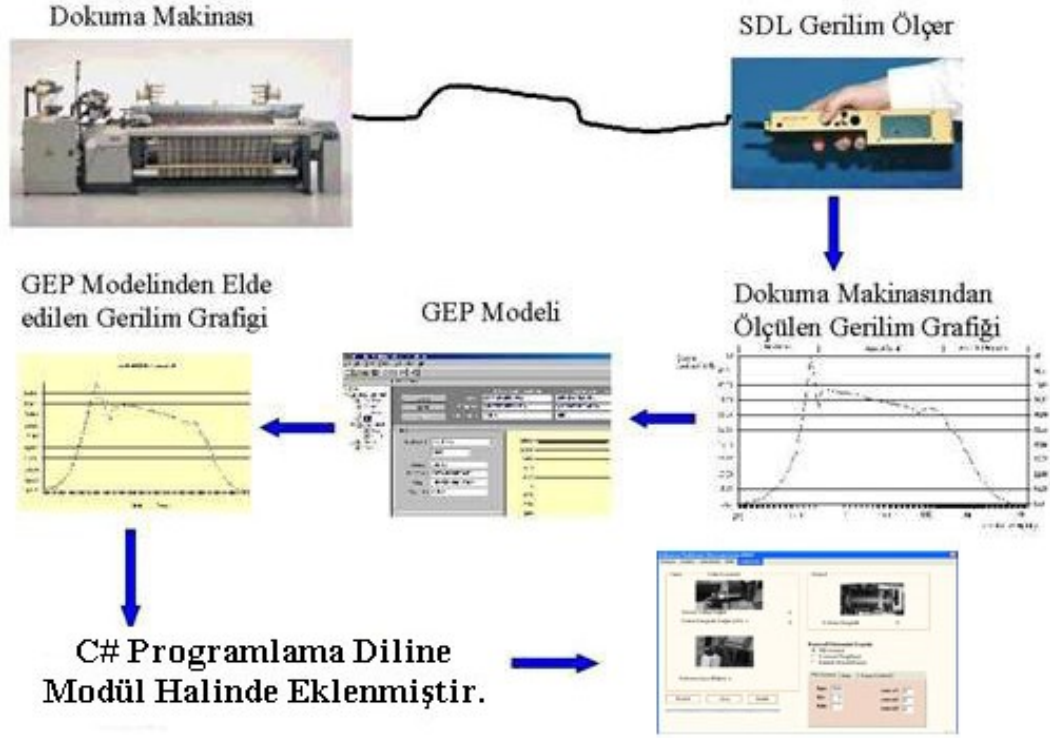
ULStat = DaqBoard.AOut(1, Range, DataValue1);
}
```

4.1.2 Evrimsel Programlama ile Çözgü Gerilimi Fonksiyonunun Tespiti

Çözgü ipliği dokuma işlemi boyunca her devirde tekrar eden bir gerilime maruz kalır. Bu gerilim 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 değişiminin büyüklüğü ve değişim aralığının genişliğinin kontrollü olarak küçültülmesiyle mümkün olacaktır. Gerilim değişiminin minimum düzeyde denetim altında tutulabilmesi, gerilim değişiminin matematiksel ifade 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 Gerilimölçer (SDL tenso metre) ile bilgisayara kaydedildi. Dokuma makinesinden gerilimölçer ile yapılan deney düzeneği şekil 4.1’ de verilmiştir. Ölçümler 350 dev/dak devirle çalışan dokuma makinesi üzerinden üç değişik çözgü ipliğinden üç değişik ölçüm alınmıştır. Aynı iplikten üç değişik zamanda alınan gerilim değerlerinin ortalaması alınarak deney verisi olarak belirlenmiştir. Elde edilen deneysel veriler Cross-Validation yöntemi kullanılarak *Öğrenme* ve *Test* olmak üzere iki grupta toplanmıştır. Cross-Validation yöntemi özellikle deneysel verilerin yetersiz olması durumunda akıllı sistemler için veri gruplama yöntemi olarak kullanılır. Cross-Validation eğitime ve test setlerinin iki benzer örneği içinden rasgele bir örneğini kullanarak basit bir plan oluşturur. Aynı zamanda bu yöntem eğitim örneği modeli için veya tahmini parametreler içinde kullanılabilir. Deneysel verilerden elde edilen toplam 360 değer ağın öğrenme ve test setleri EP programına girdi düzeninde hazırlanılarak sistemin eğitilmesinde kullanılmıştır. Bu verilerin %80’ ni öğrenme seti ve %20’ si de test seti olarak kullanılmıştır. Cros-validation yöntemi kullanılarak gruplandırılan veriler kullanılarak oluşturulan EP’ nın başarılı olabilmesi için R-kare değerlerinin %80 ve üzerinde olması bu zamana kadar ki araştırmacıların ortak kanaatleridir.



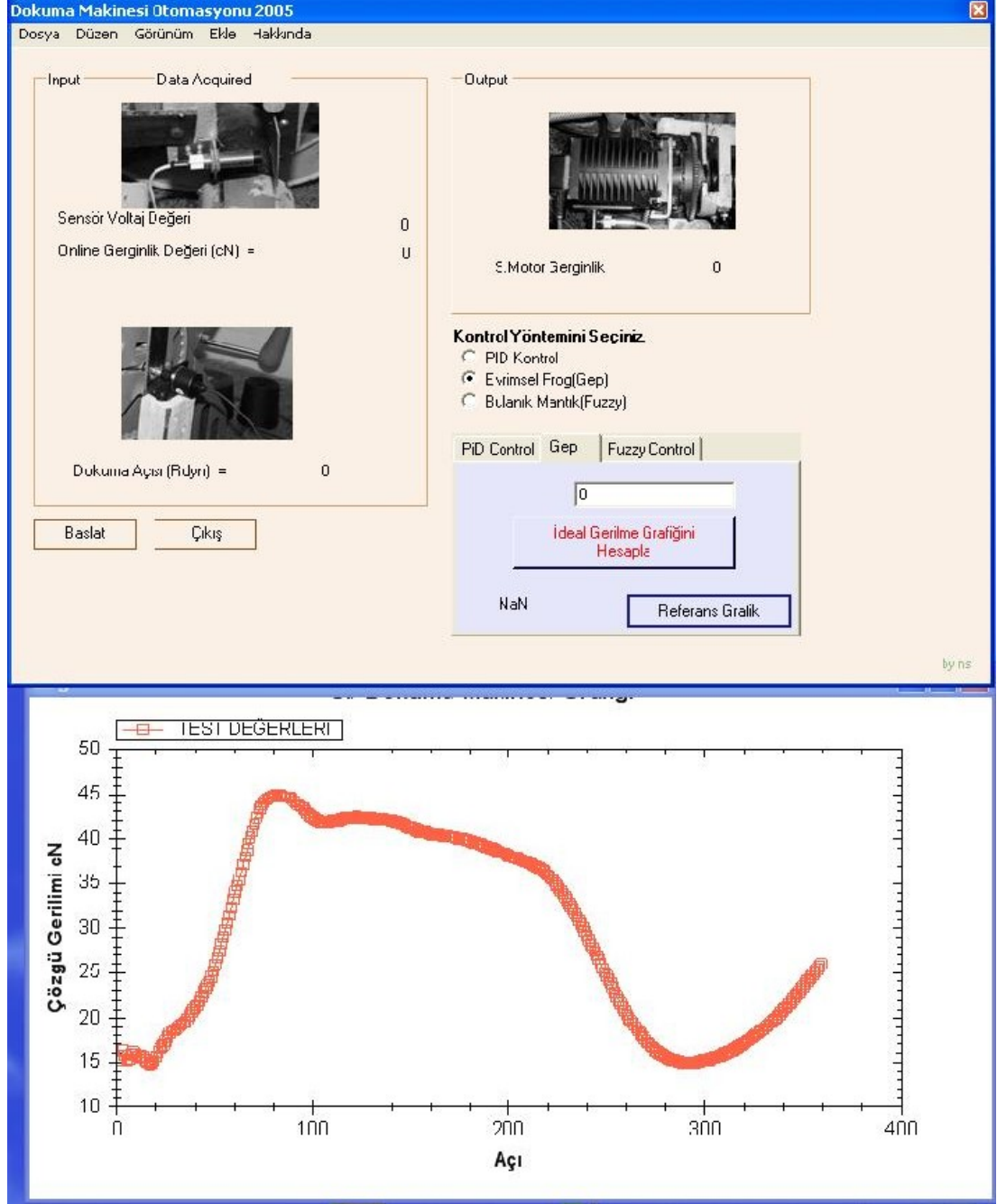
Şekil 4.1 Dokuma makinesinde çözgü gerilimi ölçüm düzeneği (Dayık, 2005)

Deney sonucu elde edilen veriler kullanılarak Evrimsel Programlama kullanılarak çok sayıda model kurulmuştur. Bu modellerin her birinde genetik operatörlere ve genetik fonksiyonlara etki eden parametreler değiştirilmiştir. Bu modellerden en iyi sonucun veren modelin özellikleri çizelge 4.1’ de (seçilen fonksiyon tür ve sayıları, genetik işlemlerle alakalı parametreler) verilmiştir.

Çizelge 4.1 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	370983	Güç	4
Kromozom Boyutu	50	Karekök	4
Gen Sayısı	3	Üstel	4
Baş	5	Ln	1
Mutasyon Oranı	0,044	Log	1
		Sin	4
		Cos	4
		Tan	4

Elde edilen optimize edilmiş fonksiyon çözgü gerilimi programında hedef fonksiyon olarak kullanılmıştır. Kullanılan program ve hedef fonksiyon grafiği Şekil 4.2 ‘de görülmektedir.



Şekil 4.2 EP C# programlama dilindeki programı ve hedef fonksiyonu grafiği

Kurulan her model için elde edilen sonuçları grafikler, C# programlama dilinde subrotin olarak elde etmek mümkündür. Şekil 4.2 deki grafikten de açıkça anlaşılabileceği gibi deneysel sonuçlardan elde edilen gerilim değişimi değerlerinin birbirlerine çok benzer olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmada dokuma için elde edilen C# program fonksiyonu kullanılarak dokuma makinesinin çözgü salma sistemine bağlanacak olan servo motorun kontrolünde kullanılabilecektir. Böylece dokuma işlemi sırasındaki çözgü kopuşlarına neden olan ani gerilim değişimlerinin minimum olmasını sağlayacaktır. EP algoritmasıyla elde edilen modelin C# fonksiyonunda ana milin açısına bağlı olarak elde edilen gerilim değerleri ana mil motorunun denetlenmesinde girdi olarak verilmesi sonucu daha somut bir çözgü gerilim değişiminin kontrolü yapılabilmektedir. Kurulan model sonucu elde edilen C# fonksiyonu aşağıdaki gibidir. Bu fonksiyon esas alınarak çizdirilen referans gerilim değeri şekil 4.2 de verilmiştir.

C# Programlama Dili İçin Oluşturulmuş EP Kodu (gep.cs)

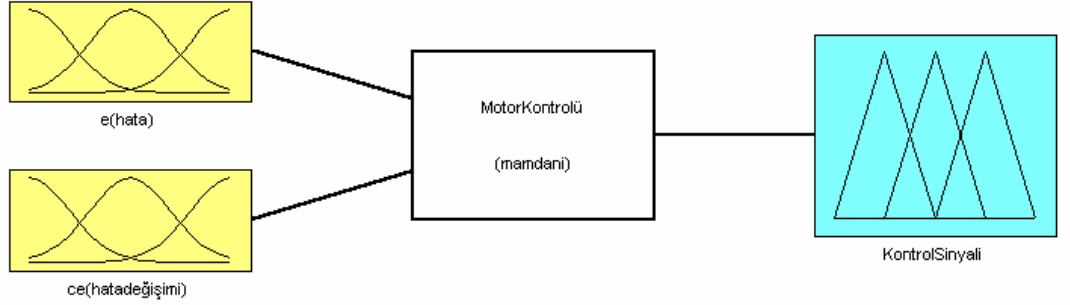
```
using System;

namespace Dokuma
{
    public class gep
    {
        public double hesapla(double aci)
        {
            double dblTemp = 0;
            dblTemp += (aci-aci);
            dblTemp += System.Math.Sin((((System.Math.Cos(aci)-aci)/System.Math.Sqrt(aci))-
            System.Math.Abs(System.Math.Sqrt(aci))));
            dblTemp += (((aci+aci)*(aci+aci))/System.Math.Exp(aci))-
            System.Math.Ceiling((aci+aci));
            dblTemp +=
            System.Math.Tan(System.Math.Sin((System.Math.Sin(System.Math.Log10((aci*aci)))*System
            .Math.Abs(System.Math.Sqrt(aci))));
            dblTemp +=
            1/(System.Math.Pow(10, System.Math.Tan((System.Math.Sin(System.Math.Log(aci))+(System.
            Math.Log10(aci)/aci))));
            dblTemp +=
            (System.Math.Sin(System.Math.Sin(System.Math.Sqrt(aci)))*(System.Math.Log10((aci*aci)
            )*System.Math.Log10(aci)));
            dblTemp +=
            (System.Math.Exp(System.Math.Exp((aci/aci)))+(System.Math.Log10((aci*aci))*(aci/aci)
            ));
            dblTemp += (aci-System.Math.Sqrt((((aci*aci)*(aci+aci))/System.Math.Exp(aci))));
            dblTemp +=
            System.Math.Sin(System.Math.Pow(10, System.Math.Abs((System.Math.Sin(System.Math.Log(a
            ci))*System.Math.Cos(System.Math.Log10(aci))))));
            dblTemp += (aci-System.Math.Pow(10, ((aci/aci)-System.Math.Sin(aci))/aci));

            return dblTemp;
        }
    }
}
```

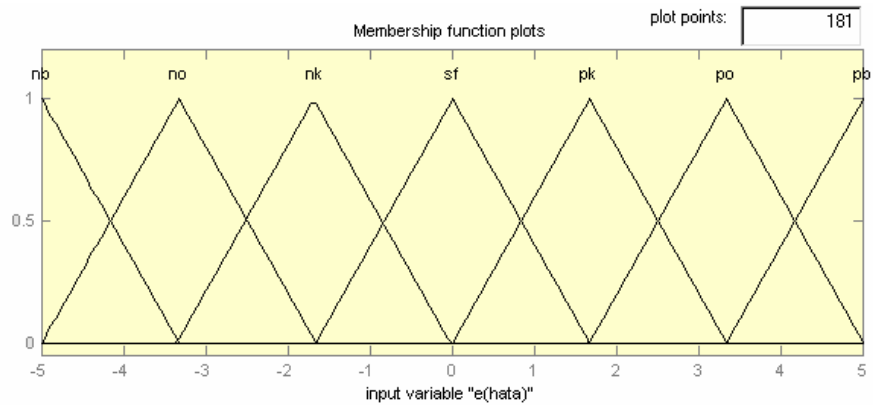
4.1.3 Bulanık Mantık Programlama ile Çözümlü Gerilimi Fonksiyonunun Tespiti

Dokuma işlemi sırasında ölçülen çözgü gerilimi ile referans gerilim değerleri arasındaki fark alınarak hata (e) tespit edilir. Elde edilen hata ile bir önceki hata değerinin karşılaştırılmasıyla da hata değişimi (ce) değeri bulunmuş olur. Çözgü geriliminin kontrolü için kullanılan bulanık mantık yöntemi Şekil 4.3’ de verilmiştir.

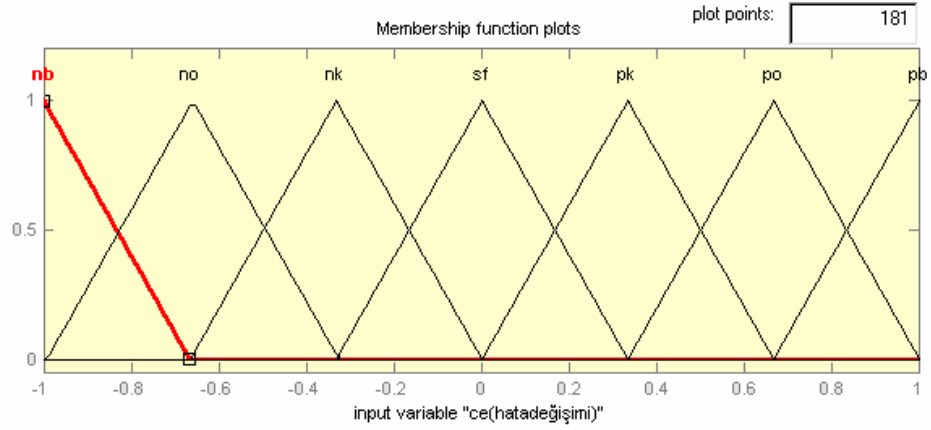


Şekil 4.3 Kullanılan bulanık mantık modelinin şematik gösterimi

Çözgü geriliminin kontrolünde hata (e) ve hata değişimi (ce) değişkenlerinin üyelik fonksiyon sayıları ve ayak genişliklerinin tespiti deneysel çalışmalardan elde edilen verilerden ve uzman görüşlerden yararlanarak tespit edilmiştir. Şekil 4.4 ve 4.5’ de giriş üyelik fonksiyonları verilmiştir

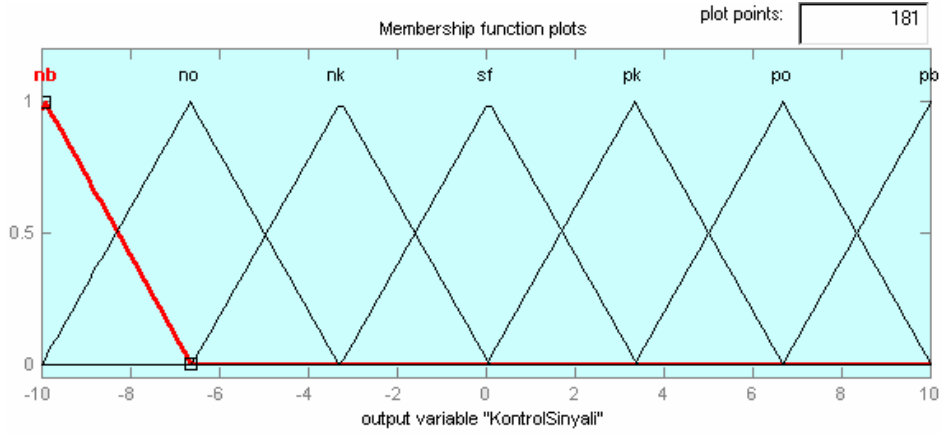


Şekil 4.4 Giriş “hata(e)” üyelik fonksiyonu



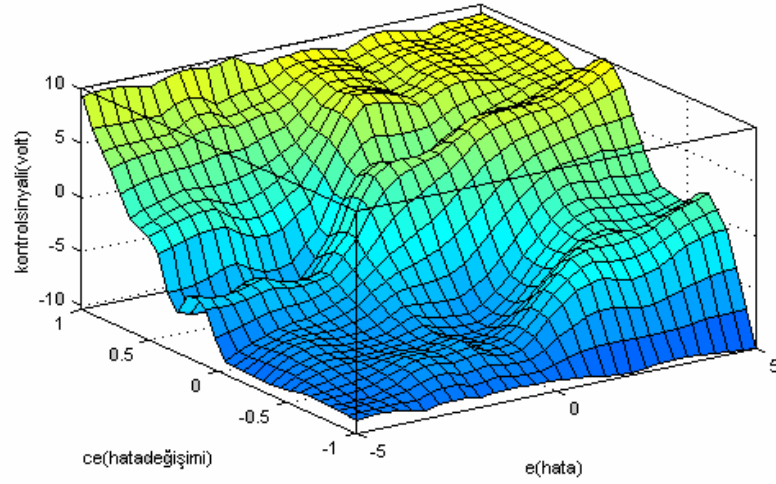
Şekil 4.5 Giriş “hata değişimi(ce)” üyelik fonksiyonu

Çıkış üyelik fonksiyonu olarak seçilen Hata Değişimi üyelik fonksiyon sayısı ve ayak genişlikleri Şekil 4.6’ da verilmiştir.



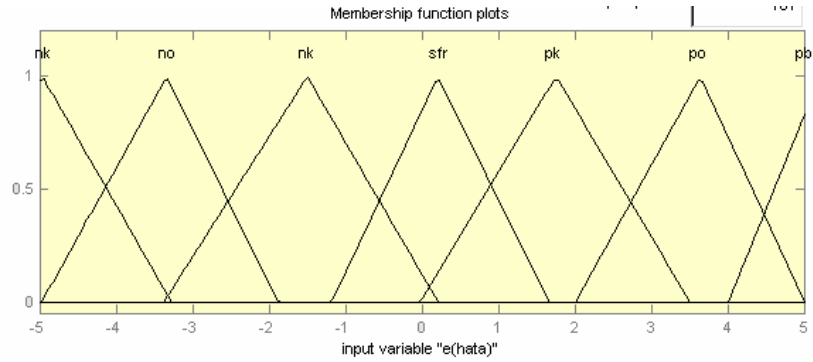
Şekil 4.6 Çıkış “kontrol sinyali” üyelik fonksiyonu

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 4.7’ de verilmiştir.

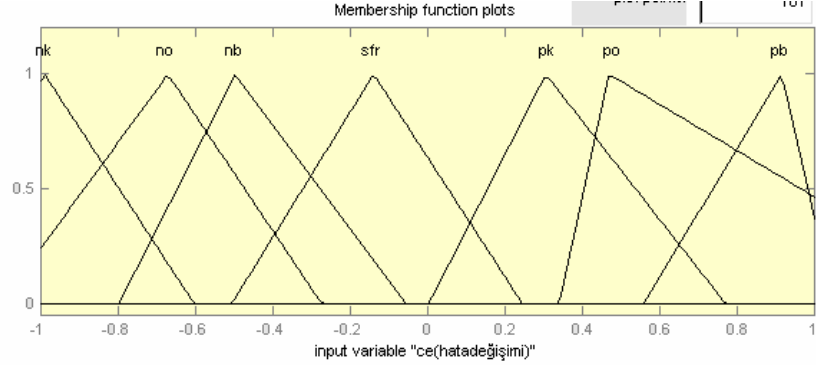


Şekil 4.7 Hata ve hata değışimi üyelik fonksiyonunun çözü salma sistemi üzerine etkisi

Bulanık mantık kontrolde giriş üyelik fonksiyonlarının ayak aralığının tespiti ve kural tabanının oluşturulmasında uzman görüş ve deneysel sonuçlar belirleyicidir. Ancak Yapay sinir ağlarının kullanılması üyelik fonksiyonlarının ve kural tabanının oluşturulmasında (Anfis: Adaptive Neuro-Fuzzy) kişisel hata veya eksikliklerin giderilmesi açısından çok büyük bir eksikliği ortadan kaldırmıştır. Çözü salma sisteminin Bulanık mantıkla kontrolünde her iki yöntemin kullanılması ile çözümler yapılmış ve daha iyi sonucu veren (Anfis) model kullanılarak servo motor kontrolü gerçekleştirilmiştir. Anfis yöntemi ile oluşturulan Bulanık Mantık kontrol yönteminin giriş üyelik fonksiyonları Şekil 4.8 ve 4.9’ de görülmektedir.

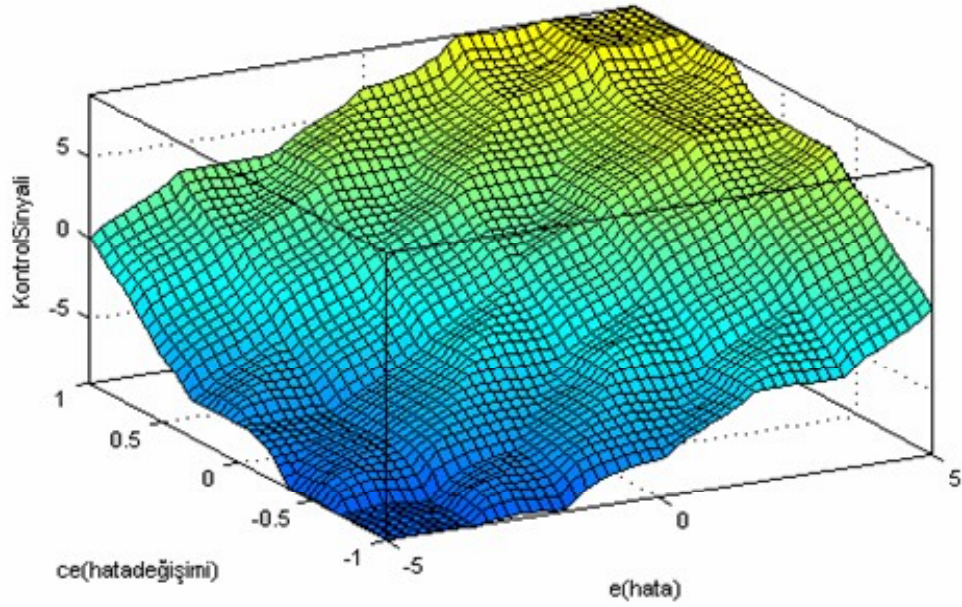


Şekil 4.8 Anfis modelinin “e(hata)” giriş üyelik fonksiyonu



Şekil 4.9 Anfis modelinin “ce(hata değişimi)” 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 çözülerek kontrol için gerekli sinyaller üretilmektedir. Elde edilen kontrol sinyali çözümleri Şekil 4.10’da verilmiştir. Bulanık mantık kontrol yöntemi için yazılmış program Ek 1. de verilmiştir.

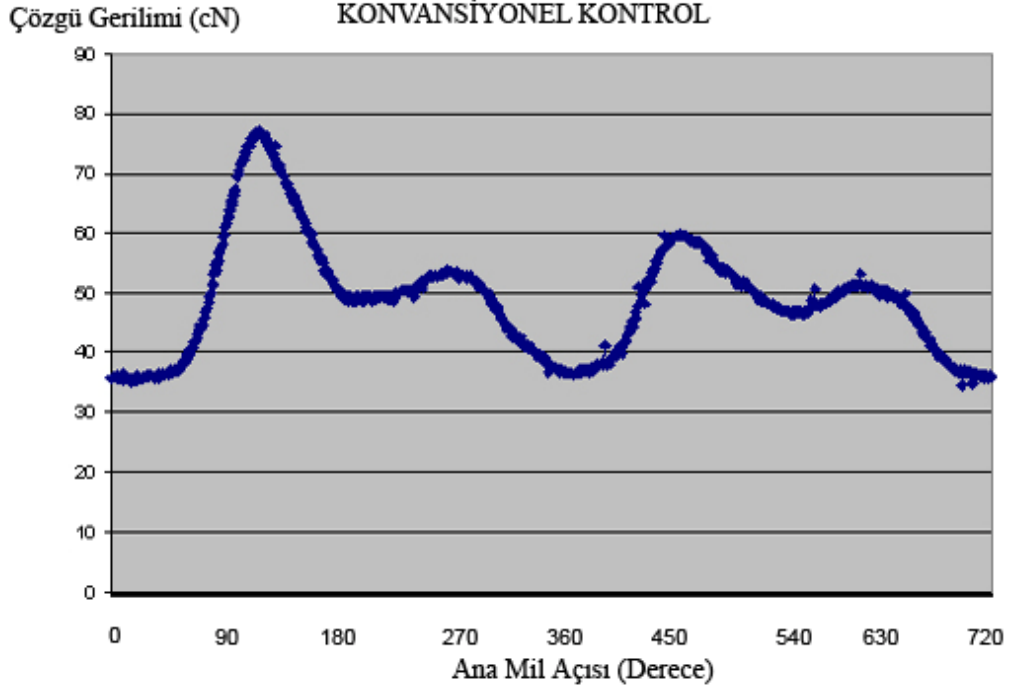


Şekil 4.10 Anfis yöntemi ile oluşturulan üyelik fonksiyonlarının grafiği

4.2 Deneyde Tespit Edilen Çözümleri Gerilimleri

4.2.1 Konvansiyonel Kontrol Yöntemi İle Elde Edilen Çözümleri Gerilimi

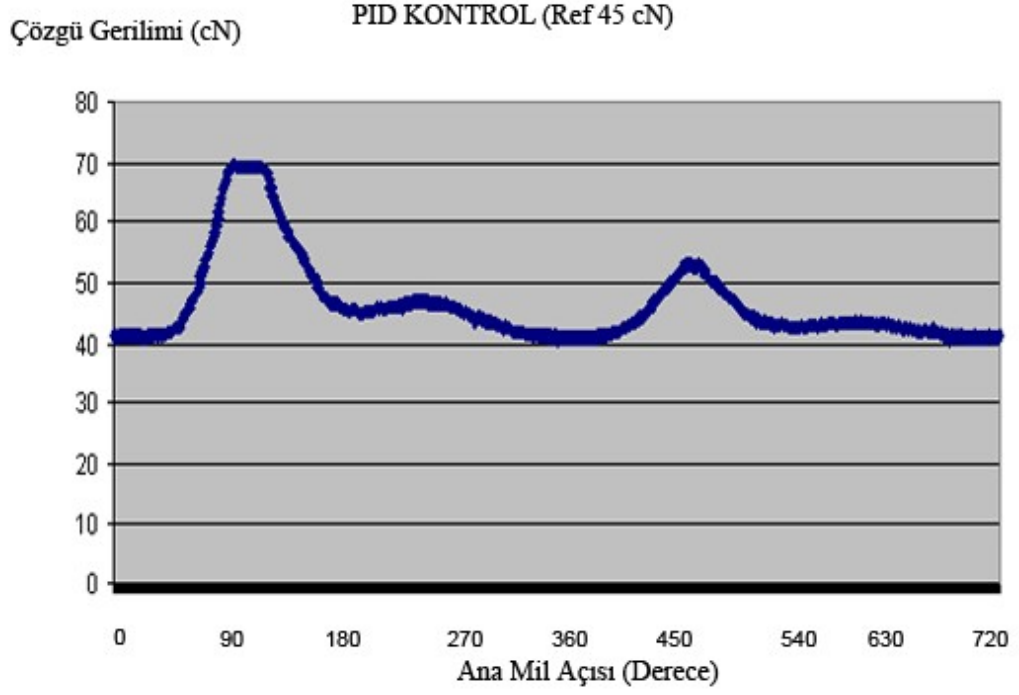
Deneylerde kullanılan dokuma tezgahının çözgü salma sistemi tarafından çözgü geriliminin artışına bağlı olarak çözgü levendi salınmaktadır. Ana milin her devrinde arka köprünün hareketine bağlı olarak çözgü salınarak çözgü geriliminin sabit tutulması sağlanmaktadır. Bu yöntemle kontrol edilen çözgü salma sisteminden elde edilen çözgü gerilimi SDL gerilim ölçer ve hareket sensörü olmak üzere iki ayrı yöntemle ölçülmüştür. Bu ölçümler sonunda elde edilen çözgü gerilimi yaklaşık 35-80 cN arasında elde edilmiştir. SDL gerilim ölçerden elde edilen gerilim “cN” olarak, hareket sensöründen “Volt” değeri olarak ölçülmüştür. Hareket sensöründen elde edilen voltaj değeri SDL gerilim ölçerden elde edilen gerilim değerine (cN) dönüştürülmüştür. Bu dönüşüm sırasında bir formül elde edilmiştir. Formülün elde edilme yöntemi Bölüm 3.2.1’de açıklanmıştır. Konvansiyel kontrol çözgü gerilim grafiği (Şekil 4.11) çalışmadaki diğer kontrol yöntemlerine ait voltaj değerlerinin cN cinsinden gerilim değerlerine dönüştürülmesinde aynı formül kullanılmıştır.



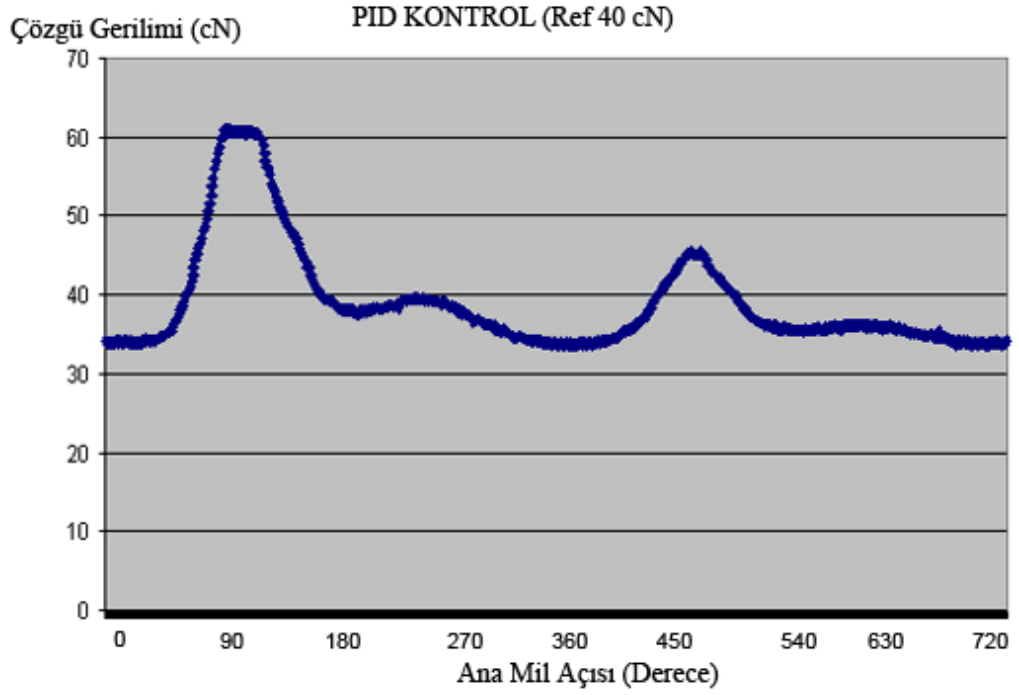
Şekil 4.11 Konvansiyonel kontrol çözgü gerilim grafiği

4.2.2 PID Kontrol Yöntemi İle Elde Edilen Çözgü Gerilimleri

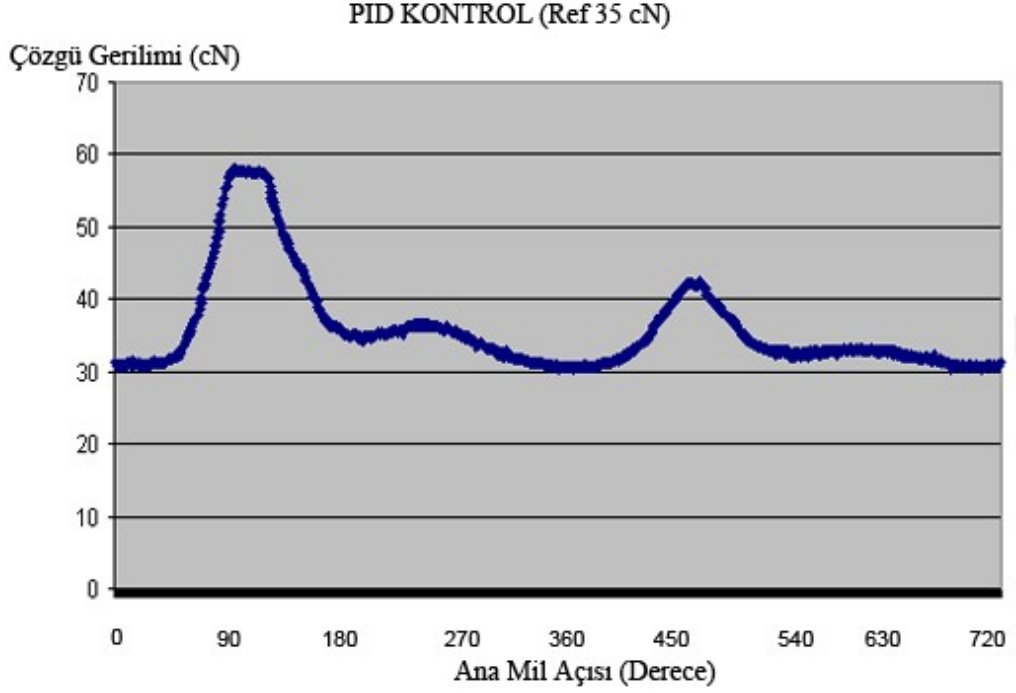
Konvansiyonel çözgü salma sisteminin yerine sistem servo motor ile kontrol edilmiştir. Servo kontrolde PID (Orantı, İntegral ve Türev) etki kullanılmıştır. PID etki kontrolde çözgü geriliminin belirli bir büyüklükle alt ve üst sınırının belirlenerek gerçekleşen çözgü geriliminin bu sınır değerler arasında kalması amaçlanır. Bazen bu aralık yerine referans gerilim değeri tespit edilir. Çözgü geriliminin belirlenen referans gerilim değerinde kalması ayarlanmaya çalışılır. Bu çalışmada referans değeri 45 cN, 40 cN ve 35 cN olarak belirlenerek her bir durum için çözgü geriliminin kontrolü gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.12, Şekil 4.13, Şekil 4.14'te sırasıyla referans değerler 45 cN, 40 cN ve 35 cN belirlenerek ölçülen gerilimlerin grafikleri verilmiştir.



Şekil 4.12 PID kontrol referans gerilimi 45 cN ile elde edilen çözümlü gerilimi



Şekil 4.13 PID Kontrol referans gerilimi 40 cN ile elde edilen çözümlü gerilimi

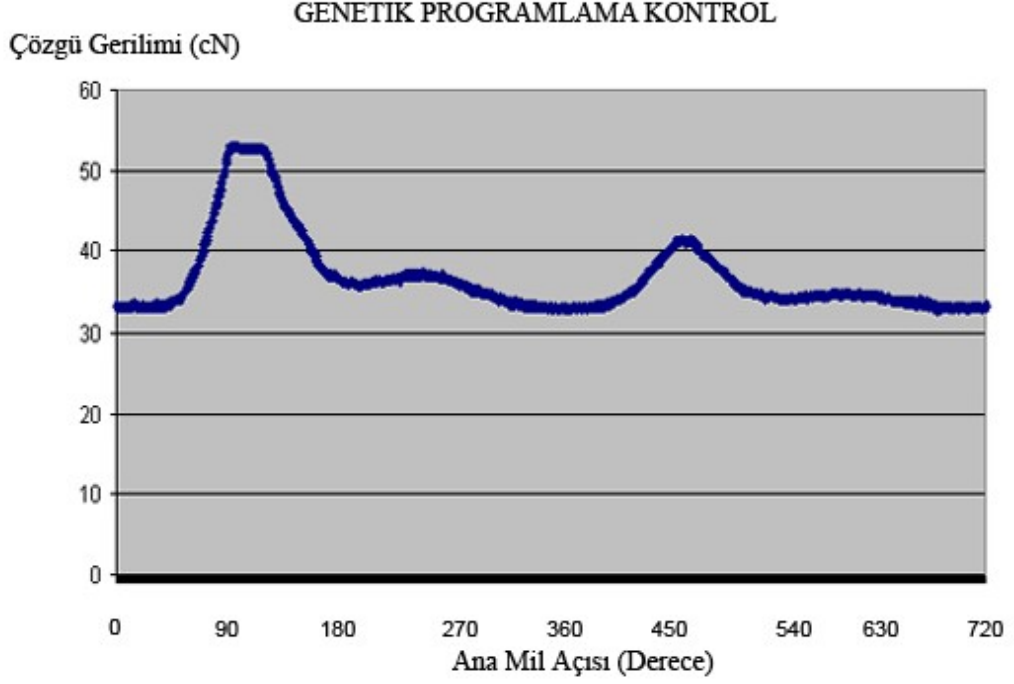


Şekil 4.14 PID Kontrol referans gerilimi 35 cN ile elde edilen çözgü gerilimi

4.2.3 Genetik Programlama Kontrol Yöntemi İle Elde Edilen Çözgü Gerilimi

Bu çalışmada, deneysel veriler cros-validation yöntemi kullanılarak öğrenme ve test değerleri olarak gruplandırılmıştır. Elde edilen veriler EP algoritmasında çözülerek gerçek değerlere yakın sonuçlar elde edilebilecek bir fonksiyon türetilmiştir. Elde edilen bu fonksiyonun dokuma işlemi sırasında kontrol ünitesine giriş değişkeni olarak girilmesi ile çözgü ipliği üzerinde oluşan geriliminin daha etkin ve kolay bir şekilde kontrolünün gerçekleştirilmesi sağlanabilecektir. Böylece çözgünün üzerinde oluşan gerilimin büyüklüğü ve değişim aralığı azaltılarak çözgü kopuşlarının sayısı azaltılabilecektir. Bunun sonucu olarak dokuma veriminin yükseltilmesi ve kumaş kalitesinin de iyileştirilmesi sağlanabilecektir. Dokuma sırasında oluşan çözgü geriliminin matematiksel fonksiyonunun elde edildiği bu bölümde, deneysel çalışmalardan oluşturulan veriler EP algoritmasında çözülerek çözgü gerilimi fonksiyonu türetilmiştir. Fonksiyondan deneysel değerlere %95 oranında yaklaşan başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Türetilen fonksiyonla çözgü gerilimi üzerinde oluşan maksimum gerilim değeri 76 cN' dan 53 cN' a düşürülmüştür. Aynı zamanda

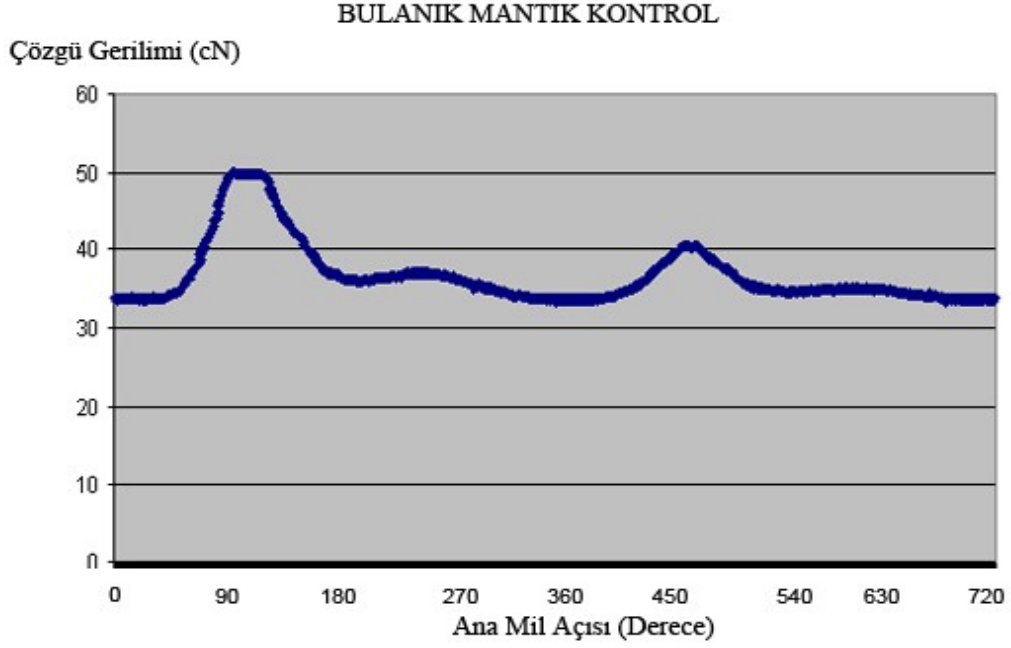
tefeleme ve ağızlık açma işlemi sırasında meydana gelen gerilim optimize edilerek çözgü ipliği üzerine gelen gerilim değişimi minimize edilmiştir. Yapılan deneye ait çözgü ipliği gerili grafiği Şekil 4.15 'te verilmiştir.



Şekil 4.15 Genetik programlama ile elde edilen çözgü gerilimi

4.2.4 Bulanık Mantık Kontrol Yöntemi İle Elde Edilen Çözgü Gerilimi

Bu yöntem sonucu yapılan deneylerden kaydedilen iplik gerilim değerlerinin grafiği şekil 4.16' da verilmiştir.



Şekil 4.16 Bulanık mantık programlama ile elde edilen çözgü gerilimi

4.2.5 Kontrol Yöntemlerinin Çözgü Gerilimleri Değerlendirilmesi

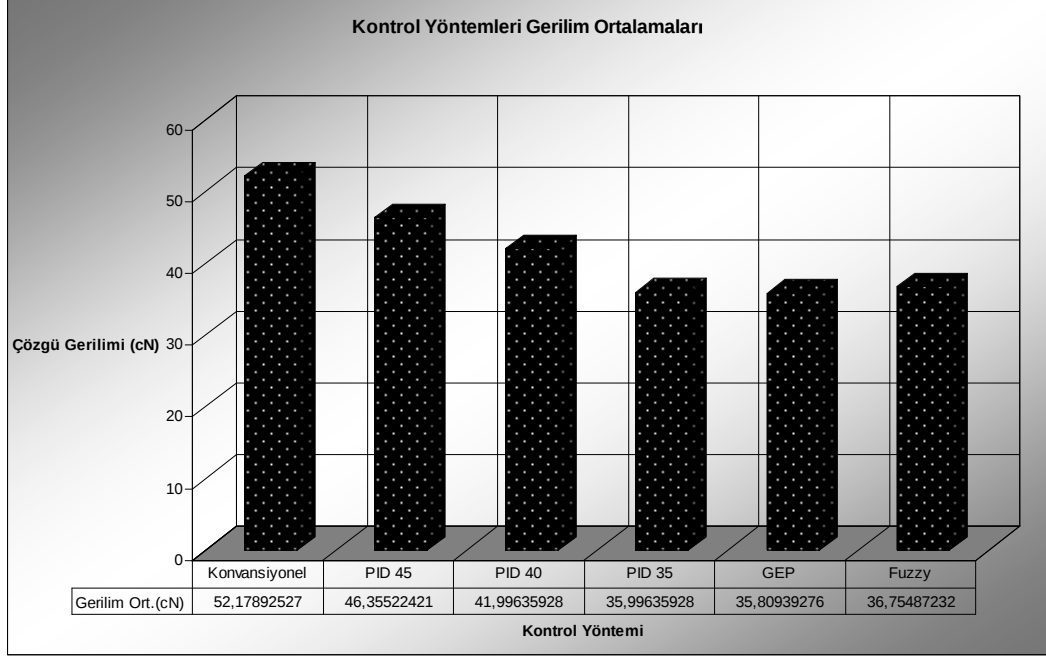
Deneylerde uygulanan kontrol yöntemlerine ait gerilimlerin istatistiksel değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Kontrol yöntemlerinin çözgü gerilimleri tanımlayıcı istatistik değerleri

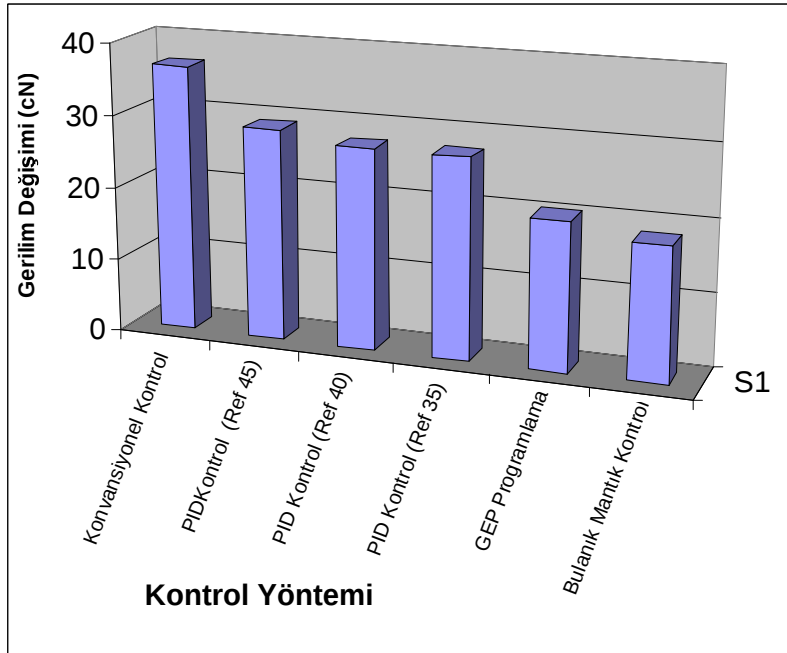
	Veri Adedi	Min. Gerilim (cN) 2 Devir	Maksimum Gerilim (cN) 2 Devir	Ortalama Gerilim (cN) 2 Devir	Standart Sapma (cN) 2 Devir	Maksimum Gerilim Ort. (cN) 20 devir	Maksimum Gerilimler Standart Sapması 40 devir
Konvan-siyonel	605	39,83	76,47	52,18	8,91	76,42	1,24
Pid_45	605	40,46	69,52	46,36	7,07	69,20	0,24
Pid_40	605	33,4	60,98	41,99	6,71	60,75	0,29
Pid_35	605	30,4	57,98	35,99	6,43	57,43	0,30
Gep	605	32,68	53,04	35,81	4,95	53,58	0,36
Fuzzy	605	33,41	51,88	36,75	4,01	51,60	0,38

- Çözgü gerilimleri 2 devir de tekrar oluşturduğundan değerlendirmede 2 devir birim alınmıştır.

Deneylerde uygulanan kontrol yöntemlerine ait gerilimlerin ortalamalarının grafiği Şekil 4.17 'de gerilim değişimi aralığı grafiği Şekil 4.18'de verilmiştir.



Şekil 4.17 Uygulanan kontrol yöntemleri gerilim ortalamaları grafiği



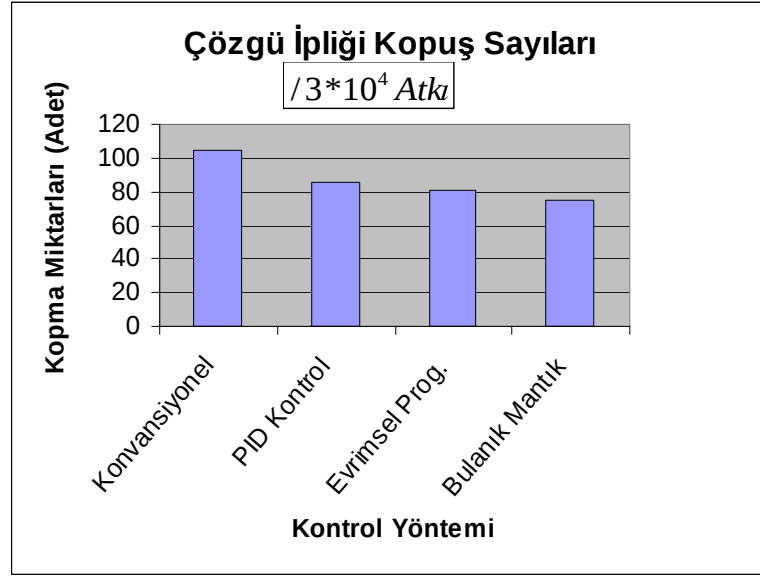
Şekil 4.18 Uygulanan kontrol yöntemlerinin gerilim değişimi grafiği (Genlik grafiği)

4.3 Kopma Deneyleri Karşılaştırılması

Konvansiyonel, PID, Evrimsel Programlama ve Bulanık Mantık çözgü kontrolü yöntemleri ile yapılan deneyler sonucunda çözgü ipliğinde meydana gelen kopma sayıları Çizelge 4.3 ' ve şekil 4.19'da verilmiştir. Kopma sayıları dokuma makinesinin 30 000 devir çalışması sonrası sayılarak elde edilmiştir. Kopma sayılarına bakıldığında özellikler EP ve Bulanık Mantık yöntemlerinde Konvansiyonel kontrol yöntemine göre kopuş sayılarının daha düşük olduğu görülmektedir. Deneyler sırasında her deneyde kopan çözgü iplikleri bağlanmayıp deney sonunda toplu halde sayılmıştır. Kopma sayılarında kenar bölgelerdeki kopuş adetleri de dahildir.

Çizelge 4.3 Konvansiyonel, PID ve Yapay Zeka kontrol yöntemlerinde kopuş sayıları

Kontrol Yöntemleri	30 000 Atkıda Gerçekleşen Toplam Kopuş Sayısı	% Fark (Ref. Konvansiyonel Yöntem)
Konvansiyonel	105	0
PID Çözgü Kontrol (Ref. Değer 35 cN)	85	19
Evrimsel Programlama	81	22.8
Bulanık Mantık	75	28.5



Şekil 4.19 Uygulanan kontrol yöntemlerinde kopuş sayıları grafiği

Kopma deneyi yapılan 30.000 devir üretim için üretim süresi

$$\frac{30.000d}{350d / dk} = 85,7 \text{ dakika}$$

Yaklaşık 50 ayrı dokumacıdan alınan çözgü kopması makine duruş süresi ölçüm değerlerine göre, çözgü kopuşu için ortalama makine duruş süresi 75 sn olarak alınmıştır.

Yapılan bu ölçüm değerlerine göre;

Konvansiyonel kontrol ile yapılan üretim süresince sayılan kopuk çözgü tel adedi= 105 tel

$$60 \text{ sn} * 105 \text{ tel} = 6300 \text{ sn} , 105 \text{ dk},$$

PID kontrol ile yapılan üretim süresince sayılan kopuk çözgü tel adedi= 85 tel

$$60 \text{ sn} * 85 \text{ tel} = 5100 \text{ sn} , 85 \text{ dk},$$

EP kontrol ile yapılan üretim süresince sayılan kopuk çözgü tel adedi= 81 tel

$$60 \text{ sn} * 81 \text{ tel} = 4860 \text{ sn} , 81 \text{ dk},$$

Bulanık mantık kontrol ile yapılan üretim süresince sayılan kopuk çözgü tel adedi= 75 tel

$$60 \text{ sn} * 75 \text{ tel} = 4500 \text{ sn} , 75 \text{ dk},$$

Her bir kontrol yöntemi için çözgü kopmasından kaynaklanan ortalama randıman değerlerini inceleyecek olursak,

$$\text{Konvansiyonel kontrol için randıman; } R = \frac{85,7}{85,7 + 105} * 100 = 44,9$$

$$\text{PID kontrol için randıman; } R = \frac{85,7}{85,7 + 85} * 100 = 50,2$$

$$\text{EP kontrol için randıman; } R = \frac{85,7}{85,7 + 81} * 100 = 51,4$$

$$\text{Bulanık Mantık kontrol için randıman; } R = \frac{85,7}{85,7 + 75} * 100 = 53,3$$

Deneylerde kullanılan dokuma tezgahı ve ortam şartları dikkate alınarak kontrol yöntemlerine göre randıman hesaplamaları yapılmıştır. Konvansiyonel dokuma ile bulanık mantık kontrol yöntemi arasında yaklaşık %8'lik bir randıman iyileşmesi gözlemlenmiştir.

4.4 Kumaş Mukavemet Testleri

Konvansiyonel, PID, Evrimsel Programlama ve Bulanık Mantık kontrol yöntemleri ile elde edilen kumaşların atkı ve çözgü kısalma oranları, iplik numaraları, sıklıklar, kumaş kopma mukavemetleri ve kopma uzaması değerleri test edilmiştir. Mukavemet deneyleri Lloyd marka LR5K model mukavemet test cihazında yapılmıştır.

4.4.1 Kumaşların Kopma Mukavemeti Testleri

Dokunan kumaşların kopma mukavemeti testleri TS EN ISO 13934–1 standardına göre atkı ve çözgü yönlerinde yapılmıştır.

4.4.1.1 Atkı Yönü Kopma Mukavemeti Testleri

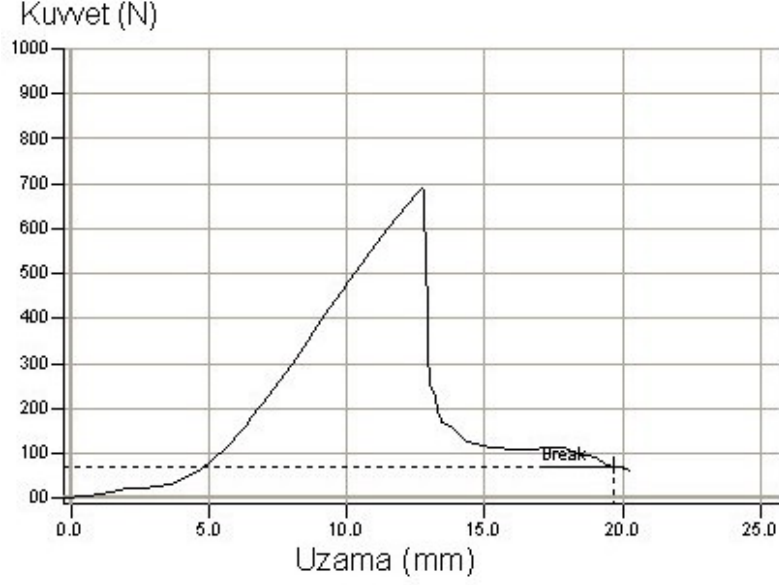
Kontrol yöntemlerinden elde edilen kumaşların atkı yönünde yapılan test sonuçları Çizelge 4.4’ de verilmiştir. Yapılan test sonuçlarına göre kopma mukavemetinde Konvansiyonel ile PID EP ve Bulanık Mantık, arasında fark görülmemektedir. Test sonuçlarına ait istatistiksel analiz sonuçları Ek 2. de verilmiştir.

Çizelge 4.4 Kumaşların atkı yönü kopma mukavemeti test sonuçları

Kontrol Yöntemleri	Kumaş Kopma Mukavemeti (N)	Kopma Uzaması (%)	Gramaj (g/m ²)	Sıklık (Tel/cm)	(%) Atkı Çekmesi	Numara (Ne)
Konvansiyonel	652,86	13,05	136,42	18	3.32	20/1
PID	628,71	13,86	136,00		3.26	
EP	660,95	13,51	136,64		3.15	
Bulanık Mantık	647,65	12,77	136,23		3.29	

Kumaşların atkı yönünde yapılan kopma uzaması test sonuçlarında hiçbir kontrol yönteminde fark bulunamamıştır.

Kumaşların atkı yönünde kopma mukavemetine ait örnek bir kuvvet uzama grafiği Şekil 4.20’de verilmiştir.



Şekil 4.20 Atkı yönünde kopma mukavemeti testi grafiği

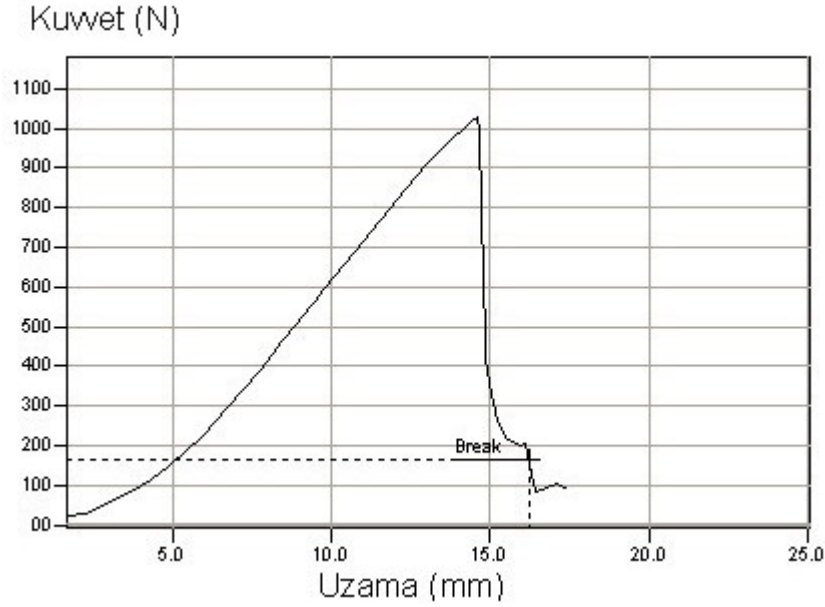
4.4.1.2 Çözü Yönu Kopma Mukavemeti Testleri

Kumaşların çözgü yönünde yapılan kopma mukavemeti test sonuçları Çizelge 4.5’ da verilmiştir. Kumaşların çözgü yönünde yapılan kopma mukavemeti test sonuçlarında kontrol yöntemleri arasında mukavemet değişimi istatistiksel olarak tespit edilememiştir. Test sonuçlarına ait istatistiksel analiz sonuçları Ek 2. de verilmiştir.

Çizelge 4.5 Kumaşların çözgü yönü kopma mukavemeti test sonuçları

Kontrol Yöntemleri	Kumaş Kopma Mukavemeti (N)	(%) Kopma Uzaması	Gramaj (g/m ²)	Sıklık (Tel/cm)	(%) Çekme	Numara (Ne)
Konvansiyonel Kontrol	1053,5	15,3	136,42	24	4,26	20/1
PID Kontrol	1098,1	15,2	136,00		4,31	
EP Kontrol	1053,5	16,5	136,64		4,34	
Bulanık Mantık Kontrol	1059,4	15,7	136,23		4,33	

Kumaşların atkı yönünde kopma mukavemetine ait örnek bir kuvvet-uzama grafiği Şekil 4.21’de verilmiştir.

**Şekil 4.21** Atkı yönünde kopma mukavemeti kuvvet-uzama grafiği

4.4.2 Kumaşların Yırtılma Mukavemeti Testleri

Dokunan kumaşların yırtılma mukavemeti testleri TS EN ISO 13937-2 standardına göre atkı ve çözgü yönlerinde yapılmıştır. Yırtılma testleri mukavemet cihazının hareketli çenesi dakikada 50mm hızla hareket ederken, 6mm, 18.5mm, 31mm, 43.5mm, 56mm, 68.5mm, mesafelerindeki yük değerleri alınarak bu değerlerin ortalaması hesaplanmıştır.

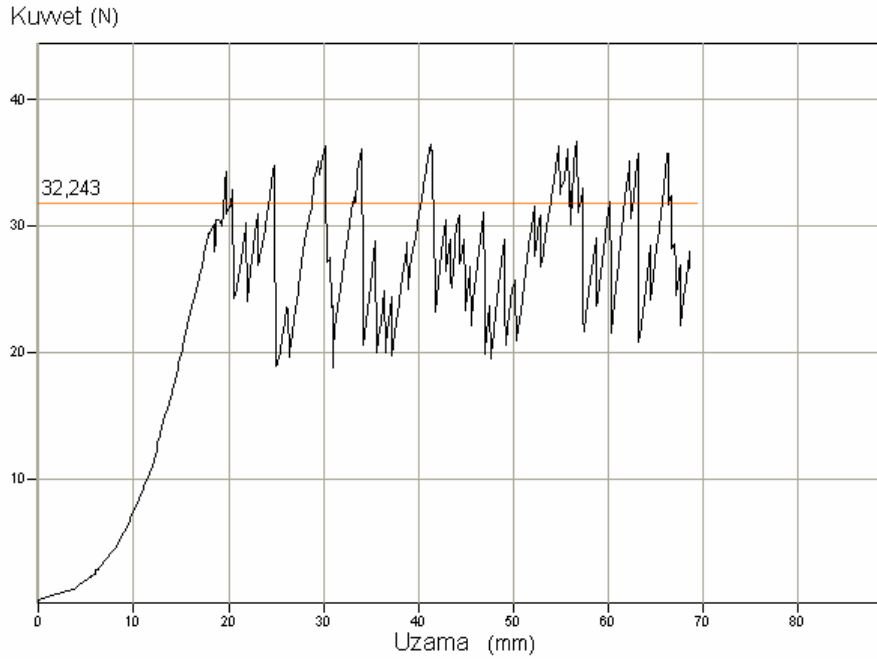
4.4.2.1 Çözümlü yırtılma mukavemeti testi (atkı yönünde)

Kumaşların çözgü yırtılma testlerine ait sonuçlar Çizelge 4.6’ de verilmiştir. Kumaşlara yapılan atkı yırtılma mukavemeti test sonuçlarının uygulanan kontrol yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilememiştir. Test sonuçlarına ait istatistiksel analiz sonuçları Ek 2. de verilmiştir.

Çizelge 4.6 Çözgü yırtılma mukavemeti deneyleri sonuçları

Kontrol Yöntemi	Test Sayısı	Ortalama (N)
Konvansiyonel	20	33,17
PID Kontrol (Ref. 35)	20	33,54
GEP	20	32,99
Bulanık Mantık	20	34,29

Kumaşların çözgü yönünde yırtılma mukavemetine ait örnek testi grafiği Şekil 4.22’de verilmiştir.



Şekil 4.22 Atkı yönünde yırtılma mukavemeti testi grafiği

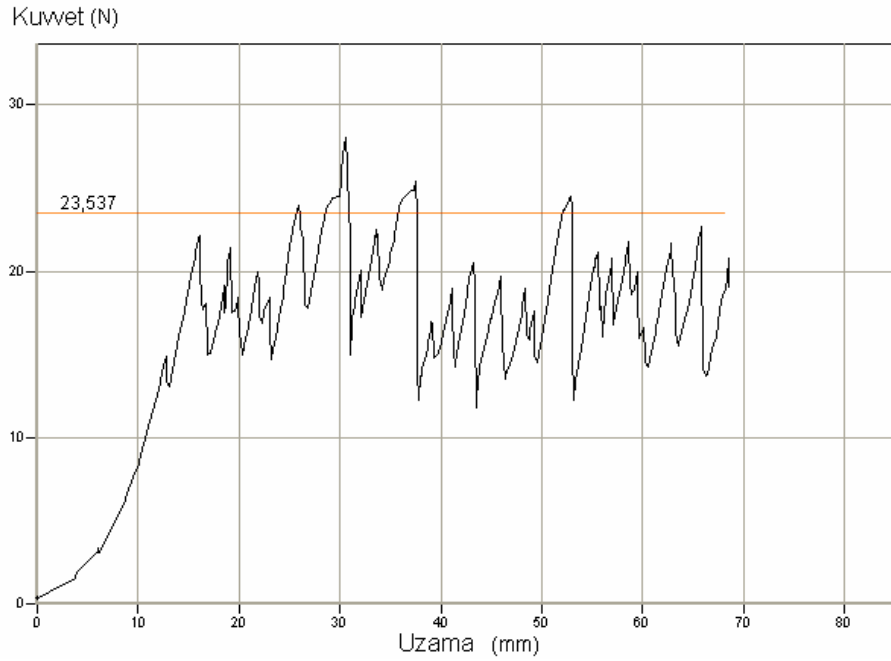
4.4.2.1 Kumaşların atkı yırtılma mukavemeti testi (çözgü yönünde)

Kumaşların atkı yırtılma yapılan test sonuçları Çizelge 4.7’ de verilmiştir. Kumaşlara yapılan atkı yırtılma mukavemeti test sonuçlarında hiçbir kontrol yönteminde fark tespit edilememiştir. Test sonuçlarına ait istatistiksel analiz sonuçları Ek 2. de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Atkı yırtılma deneyine ait test sonuçları

Kontrol Yöntemi	Test Sayısı	Ortalama (N)
Konvansiyonel	20	23,90
PID Kontrol (Ref. 35)	20	22,92
GEP	20	22,85
Bulanık Mantık	20	23,04

Kumaşların çözgü yönünde yırtılma mukavemetine ait örnek testi grafiği Şekil 4.23’de verilmiştir.



Şekil 4.23 Çözgü yönünde yırtılma mukavemeti testi grafiği

5.TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, dokuma işlemi sırasında çözgü ipliği üzerinde oluşan gerilim değişiminin küçültülmesi için çözgü salma sistemi bilgisayar aracılığı ile kontrol edilmiştir. Çözgü salma sisteminin bilgisayar ile kontrolünde çeşitli kontrol metotları kullanarak (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 gerilim değerleri ölçülmüştür. Çözgü iplikleri üzerinden alınan gerilim değerleri maksimum çözgü gerilimi **76,1 cN**, başlangıç gerilimi (minimum gerilim) ise **41,5 cN** olarak ölçülmüştür. Konvansiyonel çözgü salma sisteminde çözgü gerilimi değişim aralığı **37 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 edilebilir hale gelmiştir. 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 **57,9 cN**, başlangıç gerilimi ise **30,4 cN** olarak ölçülmüştür. Çözgü salma sistemi PID kontrollü olarak çalışan dokuma makinesinde dokuma işlemi boyunca çözgü ipliği değişimi konvansiyonel çözgü salma sistemine göre daha küçük bir aralıkta **27,5 cN** olarak tespit edilmiştir. PID kontrol ile kontrol edilen çözgü salma sisteminde konvansiyonel yöntemle kontrol edilen çözgü salma sisteminden elde edilen çözgü ipliği gerilim değişiminin çok daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada son olarak, çözgü salma sistemi yapay zeka yöntemi kullanılarak kontrol edilmiştir. Yapay zeka kontrolü Evrimsel Programlama kontrol yöntemi ve Bulanık Mantık Kontrol yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

Evrimsel Programlama yöntemi ile yapılan kontrolde çözgü iplikleri üzerinde oluşan maksimum çözgü gerilimi **53,03 cN**, başlangıç gerilimi ise **32,68 cN** olarak ölçülmüştür. Evrimsel Programlama kontrollü çözgü salma sisteminde çözgü ipliği değişim aralığı PID çözgü salma sistemine göre daha küçük bir aralıkta **20,35 cN** olarak tespit edilmiştir.

Yapay zeka kontrolü ikinci olarak Bulanık Mantık yöntemi ile kontrol edilmiştir. Bulanık Mantık kontrol yönteminde çözgü iplikleri üzerinde oluşan maksimum çözgü gerilimi **51,88 cN** minimum ise **33,41 cN** olarak ölçülmüştür. 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 (**18,48 cN**) gerçekleşmiştir.

Çözgü gerilimi deneylerinden elde edilen sonuçlar Chang, C., H., Wen, H., Y., (2001), Kim, S., ve Vachtsevanos, G. J., (2000) ve Mirjalili ve Seyed Abbas (2003) yaptıkları çalışma sonucunda elde ettikleri sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Chang, C., ve Kim, S., yaptıkları deneyler sonucunda bulanık mantık kontrolden elde edilen sonuçların PID kontrol sonucu elde edilen değerlerden daha iyi olduğunu ve istenen sonucu daha kısa zamanda ulaştığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmada yapılan kontrol deneyleri sonucunda, PID kontrol ile yapılan deney sonucunda Konvansiyonel kontrol yönteminden elde edilen sonuçlara göre çok daha düşük gerilim değerleri elde edilmiştir. Bunun yanında Evrimsel programlama ile yapılan kontrolde sabit referans değere sahip PID etki kontrolden daha düşük çözgü gerilimleri elde edildiği görülmüştür. Mirjalili ve Seyed Abbas kendileri geliştirdikleri matematiksel modellemelerde çözgü gerilimi kontrolünde daha verimli sonuçlar elde ettiklerini belirtmişlerdir. Bu çalışmada yapılan deneyler sonucunda en iyi sonucun maksimum gerilimin **51,88 cN** olarak gerçekleşen Bulanık mantık kontrol yöntemi ile elde edildiği tespit edilmiştir.

Çalışmada Konvansiyonel, PID, Evrimsel Programlama ve Bulanık Mantık çözgü kontrolü yöntemleri ile yapılan deneyler sonucunda çözgü ipliğinde meydana gelen kopma adetleri sayılmıştır. Kopma sayılarına bakıldığında PID, EP ve Bulanık Mantık yöntemlerinde konvansiyonel kontrol yöntemine göre performans sağlanmaktadır. PID EP ve Bulanık Mantık yöntemleri kendi içinde incelendiğinde ise %28.5 ile Bulanık Mantık en verimli %22.8 ile Evrimsel Programlama ikinci verimli yöntem olarak belirlenmiştir. PID kontrol yöntemi ise yapay zeka yöntemlerinden sonra %19 kopuş azalma oranı ile en verimli yöntemdir. Ayrıca bu durum, yapılan randıman değerlendirmesine göre, en düşük randımanlı olan konvansiyonel kontrollü dokuma ile en yüksek randımanlı bulanık mantık kontrollü dokuma arasında %8'lik bir randıman iyileşmesi olduğu ölçülmüştür.

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. Bundan dolayı çözgü geriliminin kontrolü daha etkin bir şekilde yapılmıştır. Bunun yanında Evrimsel programlama ve Bulanık mantık kontrol yöntemleri çözgü salma sistemin daha hızlı ve çevik olarak çalışmasında çok büyük rol oynayarak çözgü ipliği üzerinde oluşan gerilim değişiminin azalması sağlanmıştır. Oluşan düşük gerilim değişimi çözgü ipliği üzerinde oluşan yorulmayı azaltmasından dolayı kopuşların azalmasını sağlandığı gözlenmiştir.

Kontrol yöntemlerinden elde edilen kumaşların atkı ve çözgü kısalma oranları, iplik numaraları, sıklıklar, kumaş kopma mukavemetleri ve kopma uzaması özellikleri test edilmiştir. Dokuma gerilim değişim değerinin Yapılan test sonuçlarına göre kumaşlara kontrol yöntemlerine göre belirgin değişim göstermesine rağmen atkı ve çözgü yönünde kopma mukavemeti, atkı ve çözgü yönünde kumaş yırtılma mukavemeti, kumaş kısalma oranı, sıklık ve kopma uzaması özelliklerine herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Çalışmada kullanılmış kontrol yöntemlerinin elektronik kontrol sistemi bulunmayan mevcut dokuma makinelerine uygulanması ile çözgü kopuşları azalacaktır ve makinenin randımanında çözgüden kaynaklanan düşüşler minimize edilebilecektir.

Bu konu ile ilgili bundan sonra yapılacak çalışmalarda aşağıdaki çalışma konularının dikkate alınması yeni yapılacak çalışmalara derinlik kazandıracağı düşünülmektedir.

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

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

-Aynı yöntemlerin farklı özelliklerdeki dokuma makinelerinde ve farklı kumaş parametreleri ile uygulanmasının makine randımanına etkisi araştırılabilir ve farklı sıklıklar ve regüle içeren kumaşların üretim esnasında sıklık değiştirilmesi ve sistem performansları karşılaştırılabilir. Özel dokumalar için de optimize yöntem tespit edilebilir.

6.KAYNAKLAR

- Akmermer, S., 1990. Dokuma Makinelerinde Bilgisayar Destekli Dinamik Analiz. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.
- Alay İ. M., Cengiz Y., 2000. Bulanık Mantık Denetimli Dekoratif Aydınlatma ve Güvenlik Sistemi. 3. Ulusal aydınlatma Kongresi, İstanbul, 2000, 211-215.
- 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), 131-149.
- Asnaldi, F., Arnoldi, P., 1989. Hava Jetli ve Esnek Kancalı Tezgahlarda Son Gelişmeler. V. Uluslar arası Tekstil Sempozyumu, Altınyunus-Çeşme, D53-55.
- Badve, N., P., 1964, Dynamics of cloth formation. Leeds University, Ph. D. Thesis.
- Barr, L., and Feigenbaum, M., 1981, The Handbook of Artificial Intelligence, PITMAN BOOKS, US
- Bedini, R. and Taglia, A.D. (1979) A Model of the Warp Dynamics on Power Looms.
- Blanchonette, I. 1996, "Tension Measurements in Weaving of Worsted Wool Yarns". Textile Research Journal, 65(5), 323-328.

- Bullerwell, A. C., and Mohamed, M. H., 1991. Dynamic Analysis Of The Beat-Up Process. Research Journal, (4),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, (5), 233-249.
- Chang, C., H., Wen, H., Y., 2001. Applying a fuzzy gain-scheduled PID controller to dye bath pH. Textile Research Journal, 71,(12), 1074-1079
- 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), 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.
- Dayık, M., 2005. Dokumada Çözgü Gerginliği Değişimi Optimizasyonu. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta. 107-149
- Dayık, M, Kayacan, M. C, Çalış, H., Çakmak, E., 2006, Control of Warp Tension during Weaving Procedure Using Evaluation Programming. The Journal of the Textile Institute, 97,(4),313-324
- Demir, A., Günay, M., 1997. 'Dokuma Makineleri için Servo motor Tahrikli Çözgü 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, 68-74.
- 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.
- Eren, R., Özkan, G., 2004 Dokuma makinalarında elektronik çözgü salma mekanizmalarının matematiksel analizi, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 9,(1)
- Eren, R., 1999. Tekstil Makinalarında İplik veya Kumaş Sarma ve Salma Ünitelerindeki Otomatik Kontrol Sistemleri. Tekstil Teknik Dergisi, Şubat Sayısı 50-58.
- Eren, R., 1997. Kancalı Dokuma Makinalarında Atkı Atma Sistemi Üzerine Genel Bir Değerlendirme. Tekstil Teknik Dergisi, Mart Sayısı, 66-84.
- Eren, R., 1996. Dokuma Makinalarında Çözgü Salma Mekanizmalarının Gelişimi ve Atkı Sıklığının Kontrolü. Tekstil Maraton Dergisi, Sayı 5, 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.
- 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*, IOS Press, Netherlands, 153-162
- Ferreira, C., 2002. Mutation, Transposition, and Recombination: An Analysis of the Evolutionary Dynamics 4th International Workshop on Frontiers in Evolutionary Algorithms, Research Triangle Park, North Carolina, USA, 614-617.
- 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.
- Genbhardt, P. and Weissenberger, W. 1987. "Essential Aspects of Processing Filament Yarns on Air-Jet Weaving Machines", *Textil Praxis International*, November, 1340-1343.
- 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, T314, 66-69.
- Greenwood, K. and Vaughan, G. N. 1957. "The Beat-up Force and Pickspacing", The Journal of Textile Institute, V48, 39-53.
- Göktepe, Ö., 1993. Dokuma Esnasında Çözümlü Gerginliğine Etki Eden Faktörler. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Guifen, Y., Jiansheng, G., Yongyuan, Z., 2005. "Predicting the warp breakage rate in weaving by neural network techniques", Textile Research Journal, 75(3), 274-278
- Holcome, B., V., 1974. Measurement of The Dynamic Warp and Weft Tension on The Sulzer Weaving Machine. University of New South Wales, Ph. D. Thesis.
- Holcome, B. V., Griffith, R. E. and Postle, R. 1980. "A Study of Weaving Systems by Means of Dynamic Warp and Weft Tension Measurement", Indian Journal of Textile Research, V5, 1-5.
- Huang, G., 1984. Reduction of Warp Tension Fluctuation and Beat-up Strip With in Weaving. Textile Research Institute, March, 143-148.
- Hüttel, E., 1989. Possibilities for Automation in The Weaving Mill, Melliand, 9, 632-638.
- Inui, N., Kurata, M., 1970. Operation control of internally conductor Pickspacing. Journal of Textile Mach. Soc. Jap., 16, (5), 193-203.
- İven, W., 1989. Program Düzenlemesi Açısından Dokuma Optimizasyonu. V. Uluslararası Tekstil Sempozyumu, Altınyunus-Çeşme, 375-381.

- Jeddi AAA, 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
- 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), 603-610.
- Kumara, K., and Soyster, N., 1988, *An Introduction Artificial Intelligence and Manufacturing*, 102
- 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, 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, V2278 of Lecture Notes in Computer Science, 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.
- Masajtis, J., 1989. Dokuma İşlemlerinde Optimizasyon Metotları. V. Uluslararası Tekstil Sempozyumu, Altinyunus-Çeşme, D1-D7.
- Nabiyev V.V., 2005, “Yapay Zeka-Problemler, Yöntemler, Algoritmalar”, Seçkin Yayıncılık, 2. Baskı, 2005, Mayıs, Ankara.433-435,639-649.
- 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 Çözüm 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, 512-523.
- Santos, J. M. and Zapico, A., 2003. Combinatorial Optimization by Gene Expression Programming: Inversion Revisited Proceedings of the Argentine Symposium on Artificial Intelligence,160-174, Santa Fe, Argentina.

- Seyed A., MIRJALILI and SHARZEHEE. M.,2003, "Influence of Static and Dynamic Loading on the Properties of Handmade Persian Carpet",Japan Journal of Textile Engineering, 49, 1-80.
- 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, 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, 2(2), June.
- Sette, S., Boullart, L., 2001. Genetic Programming: Principles and Applications. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 14. 727-736.
- Sette, S., Boullart, L., 2000. An Implementation of Genetic Algorithms for Rule Based Machine Learning. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 13, 381-390.
- Sternheim, A., and Grosberg, P., 1991. Effect of Slay Motion on The Beat-up Force. Journal of Textile Institute, 82(3), 325-331.
- Sternheim, A., 1989. Weaving With Constant Beat-up Force. Leeds University, Ph. D. Thesis.
- Swed, G., 1937. Einflub der Kettenspannung auf Arbetsaufwand der Webstühle. Textile Loyyd, 592.

- Şen, Z., (1999) “Mühendislikte Bulanık Modelleme İlkeleri” Ders Notları, İstanbul, 1-30
- Tarhan, M., 1996. Dokuma Makinelerinde Tefe Mekanizmalarının Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Traynort, O., 1983. Optimum Adjustment of warp shedding. Fabric Forming, 1, 25-30.
- Tümer, T., Bozdağ, M., 1986. Mathematical Description of The Operation of Positive Let-Off Motions. Journal of Textile Institute, No.1, 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, 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.
- 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, Altinyunus-Çeşme, D8-D37.

Weinsdörler, H. 1988. “Adverse Factor Effecting Staple Fibre Yarns During Weaving”, Textile Praxis International, August, 817-821.

Weinsdörler, H., Wolfrum, J. and Stark, U. 1991. “Analysis of The Warp Tension Distribution on A Poplin Warp on A Projectile Weaving Machine”, Melliand Textilberichte, Vol. 11, 903-909.

Vangheluwe, L., ve Kiekens, P., 1996. Modeling Mechanical Behavior of Fabric and Warp Yarn During loom stops. Textile Research Journal, November, 722-726.

Wulfhorst, B., George, T., 1989. Measurement of Yarn Stressing During Weaving. Melliand Textilberichte 70(1989), 408-412.

Zhang, Z., and Mohamed, M. H., 1989. Theoretical Investigations of Beat-Up. Textile Research Journal, July, 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> (erişim tarihi : Kasım 2004)

<http://codeproject.com> (erişim tarihi: Mart 2005)

EKLER

Ek 1. C# Programlama Dili İçin Oluşturulmuş Bulanık Mantık Kodu (fuzzy.cs)

```
[System]
//Name='son'
//Type='mamdani'
//NumInputs=2
//NumOutputs=1
//NumRules=49;
//AndMethod='min';
OrMethod='max'
//ImpMethod='min'
//AggMethod='max'
//DefuzzMethod='centroid'
//[Input1]
Range=[-3000 3000];
NumMFs=7;
dokumaControl.Name = "Hata Kontrol";
    FuzzyNumber temp11 = new FuzzyNumber( "Light", -4000, -3000, -2000 );
    FuzzyNumber temp12 = new FuzzyNumber( "MediumLight", -3000, -2000, -1000 );
    FuzzyNumber temp13 = new FuzzyNumber( "Medium", -2016, -1016, -20 );
    FuzzyNumber temp14 = new FuzzyNumber( "MediumLarge", -1020, -15.9, 984 );
    FuzzyNumber temp15 = new FuzzyNumber( "Large", 0, 1000, 2000 );
    FuzzyNumber temp16 = new FuzzyNumber( "LargeHeavy", 1000, 2000, 3000 );
    FuzzyNumber temp17 = new FuzzyNumber( "Heavy", 2000, 3000, 4000 );

    hatakontrol[ 0 ] = temp11;
    hatakontrol[ 1 ] = temp12;
    hatakontrol[ 2 ] = temp13;
    hatakontrol[ 3 ] = temp14;
    hatakontrol[ 4 ] = temp15;
    hatakontrol[ 5 ] = temp16;
    hatakontrol[ 6 ] = temp17;
//[Input2]
Range=[-3000 3000];
NumMFs=7;
dokumahatadegisimi.Name = "Hata Degisimi";
    FuzzyNumber temp21 = new FuzzyNumber( "Light", -4000, -3000, -2000 );
    FuzzyNumber temp22 = new FuzzyNumber( "MediumLight", -2984, 1984, -980 );
    FuzzyNumber temp23 = new FuzzyNumber( "Medium", -2000, -1000, 0 );
    FuzzyNumber temp24 = new FuzzyNumber( "MediumLarge", -1000, 0, 1000 );
    FuzzyNumber temp25 = new FuzzyNumber( "Large", 0, 1000, 2000 );
    FuzzyNumber temp26 = new FuzzyNumber( "LargeHeavy", 1000, 2000, 3000 );
    FuzzyNumber temp27 = new FuzzyNumber( "Heavy", 2000, 3000, 4002 );
    hatadegisimi[ 0 ] = temp21;
    hatadegisimi[ 1 ] = temp22;
    hatadegisimi[ 2 ] = temp23;
    hatadegisimi[ 3 ] = temp24;
    hatadegisimi[ 4 ] = temp25;
    hatadegisimi[ 5 ] = temp26;
    hatadegisimi[ 6 ] = temp27;
//[Output1]
Range=[-3000 3000];
NumMFs=7;
dokumakontrolsinyali.Name = "Kontrol Sinyali";
    FuzzyNumber temp31 = new FuzzyNumber( "PositionOne", -3950, -2970, -1990 );
    FuzzyNumber temp32 = new FuzzyNumber( "PositionTwo", -3000, -2000, -1000 );
    FuzzyNumber temp33 = new FuzzyNumber( "PositionThree", -1986, -984, 18 );
    FuzzyNumber temp34 = new FuzzyNumber( "PositionFour", 981.3, 15.3, 1017 );
    FuzzyNumber temp35 = new FuzzyNumber( "PositionFive", 0.19, 1000, 2000 );
    FuzzyNumber temp36 = new FuzzyNumber( "PositionSix", 1000, 2000, 3000 );
    FuzzyNumber temp37 = new FuzzyNumber( "PositionSeven", 2000, 3000, 4000 );
    kontrolsinyali[ 0 ] = temp31;
    kontrolsinyali[ 1 ] = temp32;
    kontrolsinyali[ 2 ] = temp33;
    kontrolsinyali[ 3 ] = temp34;
    kontrolsinyali[ 4 ] = temp35;
    kontrolsinyali[ 5 ] = temp36;
    kontrolsinyali[ 6 ] = temp37;
```

```

//[Rules]
if(dokumaControl.IsTerm( " Light " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( " Light "
) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( "PositionOne" );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Light " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
MediumLight " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( "PositionOne" );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Light " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( " Medium "
) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( "PositionOne" );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Light " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
MediumLarge " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionTwo " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Light " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( " Large "
) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionTwo " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Light " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
LargeHeavy " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionThree " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Light " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( " Heavy "
) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionFour " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " MediumLight " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
Light " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionOne " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " MediumLight " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
MediumLight " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionOne " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " MediumLight " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
Medium " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionTwo " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " MediumLight " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
MediumLarge " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionTwo " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " MediumLight " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
Large " ) == true)

```

```

{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionThree " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " MediumLight " ) == true && dokumahatadeğisiimi.IsTerm( "
LargeHeavy " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionFour " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " MediumLight " ) == true && dokumahatadeğisiimi.IsTerm( "
Heavy " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionFive " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Medium " ) == true && dokumahatadeğisiimi.IsTerm( " Light "
) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( "PositionOne" );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Medium " ) == true && dokumahatadeğisiimi.IsTerm( "
MediumLight " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionTwo " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Medium " ) == true && dokumahatadeğisiimi.IsTerm( " Medium
" ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionThree " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Medium " ) == true && dokumahatadeğisiimi.IsTerm( "
MediumLarge " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionThree " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Medium " ) == true && dokumahatadeğisiimi.IsTerm( " Large "
) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionFour " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Medium " ) == true && dokumahatadeğisiimi.IsTerm( "
LargeHeavy " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionFive " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Medium " ) == true && dokumahatadeğisiimi.IsTerm( " Heavy "
) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionFive " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " MediumLarge " ) == true && dokumahatadeğisiimi.IsTerm( "
Light " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionTwo " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " MediumLarge " ) == true && dokumahatadeğisiimi.IsTerm( "
MediumLight " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionThree " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " MediumLarge " ) == true && dokumahatadeğisiimi.IsTerm( "
Medium " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionThree " );
}

```

```

}
if(dokumaControl.IsTerm( " MediumLarge " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
MediumLarge " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionFour " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " MediumLarge " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
Large " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionFive " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " MediumLarge " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
LargeHeavy " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionFive " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " MediumLarge " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
Heavy " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionSix " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Large " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( " Light "
) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionThree " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Large " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
MediumLight " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionThree " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Large " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( " Medium "
) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionFour " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Large " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
MediumLarge " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionFive " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Large " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( " Large "
) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionFive " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Large " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
LargeHeavy " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionSix " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Large " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( " Heavy "
) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionSeven " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " LargeHeavy " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
Light " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionThree " );
}

```

```

if(dokumaControl.IsTerm( " LargeHeavy " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
MediumLight " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionFour " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " LargeHeavy " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
Medium " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionFive " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " LargeHeavy " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
MediumLarge " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionSix " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " LargeHeavy " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
Large " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionSix " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " LargeHeavy " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
LargeHeavy " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionSeven " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " LargeHeavy " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
Heavy " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionSeven " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Heavy " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( " Light "
) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionFour " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Heavy " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
MediumLight " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionFive " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Heavy " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( " Medium "
) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionSix " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Heavy " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
MediumLarge " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionSix " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Heavy " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( " Large "
) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionSeven " );
}
if(dokumaControl.IsTerm( " Heavy " ) == true && dokumahatadeğisimi.IsTerm( "
LargeHeavy " ) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionSeven " );
}

```

```
if(dokumaControl.IsTerm( " Heavy " ) == true && dokumahatadeğişimi.IsTerm( " Heavy "
) == true)
{
    dokumakontrolsinyali.SetToTerm( " PositionSeven " );
}
```

Ek 2. Kumaşların mukavemet ve kopma uzama testlerine ait istatistiksel değerlendirme sonuçları

Çözümlü yönünde kopma mukavemeti testleri istatistiksel değerlendirme sonuçları

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min.	Max.
						Lower Bound	Upper Bound		
maksimum kuvvet (N)	Konv.	20	1053,57	120,09	26,85	997,37	1109,78	685,51	1183,15
	PID Kontrol	20	1098,10	125,30	28,01	1039,45	1156,75	847,20	1285,55
	GEP	20	1042,99	94,01	21,02	998,99	1086,99	847,20	1188,96
	Fuzzy	20	1059,46	100,73	22,52	1012,31	1106,61	817,63	1197,03
	Total	80	1063,53	110,67	12,37	1038,90	1088,16	685,51	1285,55
kopma uzama (mm)	Konv.	20	15,35	2,72	,6103	14,07	16,6280	10,31	20,13
	PID Kontrol	20	15,24	1,67	,37369	14,46	16,02	9,87	18,14
	GEP	20	16,53	1,65	,36896	15,75	17,30	14,84	20,13
	Fuzzy	20	15,73	2,16	,48376	14,72	16,74	11,94	20,05
	Total	80	15,71	2,12	,23724	15,24	16,18	9,87	20,13

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
maksimum kuvvet (N)	Between Groups	34653,58	3	11551,19	,941	,425
	Within Groups	933091,78	76	12277,52		
	Total	967745,37	79			
kopma uzama (mm)	Between Groups	20,407	3	6,80	1,542	,211
	Within Groups	335,291	76	4,412		
	Total	355,69	79			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

LSD

Dependent Variable	(I) Sample Reference	(J) Sample Reference	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
maksimum kuvvet (N)	Konvansiyonel	PID Kontrol	-44,52	35,03	,208	-114,31	25,25
		GEP	10,58	35,03	,763	-59,20	80,36
		Fuzzy	-5,88	35,03	,867	-75,67	63,89
	PID Kontrol	Konvansiyonel	44,52	35,03	,208	-25,25	114,31
		GEP	55,10	35,03	,120	-14,67	124,89
		Fuzzy	38,63	35,03	,274	-31,14	108,42
	GEP	Konvansiyonel	-10,58	35,03	,763	-80,36	59,20
		PID Kontrol	-55,10	35,03	,120	-124,89	14,67
		Fuzzy	-16,47	35,03	,640	-86,25	53,31
	Fuzzy	Konvansiyonel	5,88	35,03	,867	-63,89	75,67
		PID Kontrol	-38,63	35,03	,274	-108,42	31,14
		GEP	16,47	35,03	,640	-53,31	86,25
kopma uzama (mm)	Konvansiyonel	PID Kontrol	,10750	,66421	,872	-1,2154	1,4304
		GEP	-1,17950	,66421	,080	-2,5024	,1434
		Fuzzy	-,38650	,66421	,562	-1,7094	,9364
	PID Kontrol	Konvansiyonel	-,10750	,66421	,872	-1,4304	1,2154
		GEP	-1,28700	,66421	,056	-2,6099	,0359
		Fuzzy	-,49400	,66421	,459	-1,8169	,8289
	GEP	Konvansiyonel	1,17950	,66421	,080	-,1434	2,5024
		PID Kontrol	1,28700	,66421	,056	-,0359	2,6099
		Fuzzy	,79300	,66421	,236	-,5299	2,1159
	Fuzzy	Konvansiyonel	,38650	,66421	,562	-,9364	1,7094
		PID Kontrol	,49400	,66421	,459	-,8289	1,8169
		GEP	-,79300	,66421	,236	-2,1159	,5299

Atkı yönünde kopma mukavemeti testleri istatistiksel değerlendirme sonuçları

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
maksimum kuvvet (N)	Konv.	20	652,8627	56,64	12,66	626,35	679,37	439,27	701,12
	PID Kontrol	20	628,7117	88,89	19,87	587,10	670,31	421,80	726,44
	GEP	20	648,0934	49,17	10,99	625,07	671,10	491,34	687,34
	Fuzzy	20	660,9536	69,00	15,43	628,65	693,24	535,45	818,38
	Total	80	647,6553	67,39	7,53	632,65	662,65	421,80	818,38
kopma uzama (mm)	Konv.	20	13,0513	1,70	,38180	12,25	13,8504	10,34	16,33
	PID Kontrol	20	13,8667	1,57	,35278	13,12	14,6051	9,66	16,87
	GEP	20	13,5132	2,37	,53130	12,40	14,6252	10,13	18,56
	Fuzzy	20	12,7712	1,65	,36956	11,99	13,5447	9,66	16,44
	Total	80	13,3006	1,86	,20898	12,88	13,7165	9,66	18,56

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
maksimum kuvvet (N)	Between Groups	11260,31	3	3753,439	,821	,486
	Within Groups	347519,45	76	4572,624		
	Total	358779,77	79			
kopma uzama (mm)	Between Groups	14,16	3	4,721	1,370	,258
	Within Groups	261,85	76	3,445		
	Total	276,01	79			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

LSD

Dependent Variable	(I) Sample Reference	(J) Sample Reference	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
maksimum kuvvet (N)	Konvansiyonel	PID Kontrol	24,15103	21,38	,262	-18,43	66,74
		GEP	4,76931	21,38	,824	-37,82	47,35
		Fuzzy	-8,09094	21,38	,706	-50,68	34,49
	PID Kontrol	Konvansiyonel	-24,15103	21,38	,262	-66,74	18,43
		GEP	-19,38173	21,38	,368	-61,97	23,20
		Fuzzy	-32,24197	21,38	,136	-74,83	10,34
	GEP	Konvansiyonel	-4,76931	21,38	,824	-47,35	37,82
		PID Kontrol	19,38173	21,38	,368	-23,20	61,97
		Fuzzy	-12,86024	21,38	,549	-55,44	29,72
	Fuzzy	Konvansiyonel	8,09094	21,38	,706	-34,49	50,68
		PID Kontrol	32,24197	21,38	,136	-10,34	74,83
		GEP	12,86024	21,38	,549	-29,72	55,44
kopma uzama (mm)	Konvansiyonel	PID Kontrol	-,81544	,58698	,169	-1,9845	,3536
		GEP	-,46190	,58698	,434	-1,6310	,7072
		Fuzzy	,28006	,58698	,635	-,8890	1,4491
	PID Kontrol	Konvansiyonel	,81544	,58698	,169	-,3536	1,9845
		GEP	,35355	,58698	,549	-,8155	1,5226
		Fuzzy	1,09550	,58698	,066	-,0736	2,2646
	GEP	Konvansiyonel	,46190	,58698	,434	-,7072	1,6310
		PID Kontrol	-,35355	,58698	,549	-1,5226	,8155
		Fuzzy	,74195	,58698	,210	-,4271	1,9110
	Fuzzy	Konvansiyonel	-,28006	,58698	,635	-1,4491	,8890
		PID Kontrol	-1,09550	,58698	,066	-2,2646	,0736
		GEP	-,74195	,58698	,210	-1,9110	,4271

Atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti testleri istatistiksel değerlendirme sonuçları

Oneway

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
Atkı Yırtylma	Konv.	20	23,9060	1,52767	,34160	23,1910	24,6210	21,15	26,56
	PID	20	22,9293	1,86437	,41689	22,0568	23,8019	19,15	26,67
	GEP	20	22,8550	1,93017	,43160	21,9517	23,7583	19,17	26,66
	Fuzzy	20	23,0400	1,96808	,44008	22,1189	23,9611	17,80	26,32
	Total	80	23,1826	1,84550	,20633	22,7719	23,5933	17,80	26,67
Çözgü Yırtylma	Konv.	20	33,1791	2,14952	,48065	32,1731	34,1851	28,67	36,54
	PID	20	33,5465	1,44666	,32348	32,8694	34,2236	31,42	36,77
	GEP	20	32,9905	2,18542	,48868	31,9677	34,0133	27,88	36,43
	Fuzzy	20	34,2925	2,42096	,54134	33,1595	35,4255	26,34	38,10
	Total	80	33,5022	2,10338	,23516	33,0341	33,9702	26,34	38,10

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Atkı Yırtylma	Between Groups	14,302	3	4,767	1,422	,243
	Within Groups	254,763	76	3,352		
	Total	269,065	79			
Çözgü Yırtylma	Between Groups	19,855	3	6,618	1,526	,215
	Within Groups	329,657	76	4,338		
	Total	349,512	79			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

LSD

Dependent Variable	(I) De erler	(J) De erler	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Atky Yyrtylma	Konvansiyonel	PID	,97665	,57898	,096	-,1765	2,1298
		GEP	1,05098	,57898	,073	-,1022	2,2041
		Fuzzy	,86598	,57898	,139	-,2872	2,0191
	PID	Konvansiyonel	-,97665	,57898	,096	-2,1298	,1765
		GEP	,07433	,57898	,898	-1,0788	1,2275
		Fuzzy	-,11067	,57898	,849	-1,2638	1,0425
	GEP	Konvansiyonel	-1,05098	,57898	,073	-2,2041	,1022
		PID	-,07433	,57898	,898	-1,2275	1,0788
		Fuzzy	-,18500	,57898	,750	-1,3381	,9681
	Fuzzy	Konvansiyonel	-,86598	,57898	,139	-2,0191	,2872
		PID	,11067	,57898	,849	-1,0425	1,2638
		GEP	,18500	,57898	,750	-,9681	1,3381
Çözgü Yyrtylma	Konvansiyonel	PID	-,36737	,65860	,579	-1,6791	,9444
		GEP	,18863	,65860	,775	-1,1231	1,5004
		Fuzzy	-1,11337	,65860	,095	-2,4251	,1984
	PID	Konvansiyonel	,36737	,65860	,579	-,9444	1,6791
		GEP	,55600	,65860	,401	-,7557	1,8677
		Fuzzy	-,74600	,65860	,261	-2,0577	,5657
	GEP	Konvansiyonel	-,18863	,65860	,775	-1,5004	1,1231
		PID	-,55600	,65860	,401	-1,8677	,7557
		Fuzzy	-1,30200	,65860	,052	-2,6137	,0097
	Fuzzy	Konvansiyonel	1,11337	,65860	,095	-,1984	2,4251
		PID	,74600	,65860	,261	-,5657	2,0577
		GEP	1,30200	,65860	,052	-,0097	2,6137

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Enes ÇAKMAK

Doğum Yeri : Samsun

Doğum Yılı : 28.11.1981

Medeni Hali : Evli

Eğitim ve Akademik Durumu

Lise : 1999 Gaziosmanpaşa Merkez Lisesi / İSTANBUL

Lisans : 1999-2003 Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık
Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü / ISPARTA

Yüksek Lisans: 2003- Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı / ISPARTA

Yabancı Dil : İngilizce

İş Deneyimi

2004- : Araştırma Görevlisi, Süleyman Demirel Üniversitesi – Fen Bilimleri
Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı/ ISPARTA

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.