



**DOKUMASIZ TEKSTİL İLE ÜRETİLEN
SPUNLACE KUMAŞIN BULANIK MANTIK
YÖNTEMİ İLE KALİTE İYİLEŞTİRMESİ**

Serdar ÖDEV

Yüksek Lisans Tezi

**Makine Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Bahar UYMAZ**

2021

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DOKUMASIZ TEKSTİL İLE ÜRETİLEN SPUNLACE KUMAŞIN BULANIK
MANTIK YÖNTEMİ İLE KALİTE İYİLEŞTİRMESİ**

Serdar ÖDEV

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Doç. Dr. Bahar UYMAZ

TEKİRDAĞ-2021

Her hakkı saklıdır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DOKUMASIZ TEKSTİL İLE ÜRETİLEN SPUNLACE KUMAŞIN BULANIK MANTIK YÖNTEMİ İLE KALİTE İYİLEŞTİRMESİ

Serdar ÖDEV

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Bahar UYMAZ

Spunlace kumaş dokumasız tekstil alanında hızla gelişmekte olan bir üründür. Günümüzde sıkça kullanımı artmakta olan bu ürün hatasız ve kaliteli şekilde üretilmesi gerekmektedir. Yapılan literatür araştırmalarından yola çıkarak spunlace kumaşın giderek kullanım alanlarının genişlediği ve tüketiciler açısından önemli bir yeri olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmada, spunlace kumaş üreten tesis ele alınmıştır. Bu tesiste üretimin hatasız ve kaliteli olarak üretilebilmesi için yapay zeka yöntemi ve bulanık mantık denetleyicisi kullanılmıştır. Ürünlerin kalite standartlarının belirlenmesi amacıyla daha önceden üretilmiş olan ürünlerin referans değerleri kullanılmıştır. Bu referans değerlerini yapay zeka yöntemleri ile birlikte kullanarak sürekli üretilen ve üretilmesi muhtemel olan ürünlerin istenilen kalite standartlarına uygun mukavemet değerleri tahmin edilmiştir. Tahmin edilen bu mukavemet değerlerini (enine kopma (N) ve boyuna kopma (N)) üretimin başından sonuna kadar sabit tutmak için su jetinde kullanılan doğru akım elektrik motorları, bulanık mantık denetleyicisi tarafından motorların devirleri istenilen referans değerlerine göre sabit tutularak istenilen kaliteli üretim elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Dokumasız tekstil, Spunlace kumaş, Akıllı fabrikalar, Yapay zeka, Bulanık mantık, Kaliteli üretim

2021, 85 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

QUALITY IMPROVEMENT OF SPUNLACE FABRIC PRODUCED WITH NONWOVEN TEXTILE WITH FUZZY LOGIC METHOD

Serdar ÖDEV

Tekirdağ Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mechanical Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Bahar UYMAZ

Spunlace fabric is a rapidly developing product in the non-woven textile field. This product, which is frequently used today, needs to be produced in a faultless and high quality manner. Based on the literature research, it has been observed that the usage areas of spunlace fabric are gradually expanding and it has an important place for consumers. In this study, spunlace fabric producing facility is discussed. In this facility, artificial intelligence method and fuzzy logic controller were used in order to produce the production without error and with high quality. In order to determine the quality standards of the products, the reference values of the previously produced products were used. By using these reference values together with artificial intelligence methods, the strength values of the products that are constantly produced and likely to be produced are estimated in accordance with the desired quality standards. In order to keep these predicted strength values (transverse rupture (N) and longitudinal rupture (N)) constant from the beginning to the end of production, the desired quality production was obtained by keeping the revolutions of the motors constant according to the desired reference values by the fuzzy logic controller and the direct current electric motors used in the water jet.

Key words: Non-woven textile, Spunlace fabric, Smart factories, Artificial intelligence, Fuzzy logic, Quality production

2021, 85 pages

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGE DİZİNİ	v
ŞEKİL DİZİNİ	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR	viii
TEŞEKKÜR	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Yapay Zeka.....	1
1.1.1. Yapay Sinir Ağları (YSA)	2
1.1.1.1. Girdi Değerleri	4
1.1.1.2. Ağırlıklar.....	4
1.1.1.3. Toplam Fonksiyonu	4
1.1.1.4. Aktivasyon Fonksiyonu	5
1.1.1.5. Çıktı Değeri.....	5
1.1.2. Tek Katmanlı Algılayıcı	6
1.1.2.1. Adaline ve Madaline Modeli	6
1.1.3. Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA).....	6
1.1.3.1. İleri Beslemeli Ağlar	7
1.1.3.2. Geri Beslemeli Ağlar	7
1.2. Bulanık Mantık Denetleyicisi	8
1.2.1. Bulanık Çıkarımlar	11
1.2.1.1. Mamdani Çıkarım Yöntemi	11
1.3. Endüstri 4.0 Teknolojisi.....	12
1.3.1. Akıllı Fabrikalar.....	13
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	13
2.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM	16
3.1. Materyal.....	16
3.1.1. Spunlace Kumaş	16
3.1.1.1. Spunlace Kumaşın Teknik Özellikleri ve Kullanım Alanları	20
3.1.2. Doğru Akım Elektrik Motoru	21

3.1.3. Yüksek Basıncılı Su Pompası	24
3.2. Yöntem	28
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	45
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	53
KAYNAKLAR.....	54
EKLER	58



ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 3.1. Doğru akım elektrik motoru parametreleri.....	23
Çizelge 3.2. Desen-kilo(kg) tablosu	28
Çizelge 3.3. Hammadde oranı (viskon)-gr/m ² tablosu	29
Çizelge 3.4. Örnek ürün seçim tablosu.....	30
Çizelge 3.5. 35gr/m ² - 40gr/m ² - 55gr/m ² boyuna ve enine kopma mukavemet verileri	31
Çizelge 3.6. 35-90gr/m ² arası boyuna ve enine kopma mukavemet değerleri	32
Çizelge 3.7. Gerçek veriler analizi sonucunda bulunan tahmini veriler.....	33
Çizelge 3.8. Yapay zeka eğitim sonuçları	37
Çizelge 3.9. Boyuna kopma mukavemet değerleri için basınç ve motor devirleri.....	38
Çizelge 3.10. Enine kopma mukavemet değerleri için basınç ve motor devirleri.....	39
Çizelge 3.11. Doğru akım elektrik motoru kural tablosu (Kizir ve arkadaşları, 2019).....	44
Çizelge 4.1. Oluşan yeni mukavemet değerleri	46
Çizelge 4.2. Oluşan yeni mukavemet değerleri	48
Çizelge 4.3. Oluşan yeni mukavemet değerleri	50
Çizelge 4.4. Oluşan deneysel mukavemet değerleri.....	50
Çizelge 4.5. Oluşan deneysel mukavemet değerleri.....	51
Çizelge 4.6. Oluşan deneysel mukavemet değerleri.....	52
Ek-1 Desen-kilo(kg) tablosu tamamı.....	58
Ek-2 Hammadde oranı (viskon) – gr/m ² tablosu tamamı	60
Ek-3 Yapay zeka eğitim sonuçları tamamı.....	67
Ek-4 Boyuna kopma mukavemet değerleri için basınç ve motor devirleri tamamı	70
Ek-5 Enine kopma mukavemet değerleri için basınç ve motor devirleri tamamı	73

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1.1. Yapay sinir ağı yapısı (Akça, 2019).....	3
Şekil 1.2. Yapay zeka veri iletimi (Akça, 2019)	3
Şekil 1.3. Yapay sinir ağı (Bildirici, 2018)	4
Şekil 1.4. Sigmoid aktivasyon fonksiyonu ve türevli grafiği (Anonim, t.y.)	5
Şekil 1.5. Tek katmanlı algılayıcı modeli (Narlı, 2020).....	6
Şekil 1.6. Çok katmanlı ağ modeli (Kabalıcı, 2014)	7
Şekil 1.7. İleri ve geri beslemeli ağ modeli (Krenker ve arkadaşları, 2011).....	8
Şekil 1.8. Boolean ve bulanık mantık arasındaki fark (Gökcan, 2021).....	9
Şekil 1.9. Dilsel bulanıklaştırma (Solak, 2016).....	9
Şekil 1.10. Bulanık kontrol sistemi (Öztürk ve Paksoy, 2016)	10
Şekil 1.11. Örnek mamdani çıkarım yöntemi (Öztürk ve Paksoy, 2016).....	12
Şekil 3.1. Polyester ve viskon hammaddesi	17
Şekil 3.2. Su jeti.....	18
Şekil 3.3. Spunlace kumaşın mikroskop görüntüsü (10x-55x) (Çelikten, 2019)	19
Şekil 3.4. Spunlace kumaş desenleri; düz desen, petek desen, mesh desen ve kağıtlı ürün.....	20
Şekil 3.5. Doğru akım elektrik motoru eş değer devresi (Hekimoğlu, 2019).....	21
Şekil 3.6. Doğru akım elektrik motoru blok şeması	23
Şekil 3.7. Doğru akım elektrik motoru matlab blok şeması	24
Şekil 3.8. Santrifüj jet pompası (Anonim, 2018).....	25
Şekil 3.9. Pompanın sıvı basma gücü (Sümer, 2019).....	25
Şekil 3.10. Su jetinde devire bağlı olarak oluşan basınç grafiği.....	26
Şekil 3.11. Doğru akım elektrik motor sürücüsü.....	27
Şekil 3.12. Yapay zeka ağ yapısı.....	35
Şekil 3.13. Yapay zeka eğitim süreci	36
Şekil 3.14. Yapay zeka eğitimi sonucu oluşan grafikler	36
Şekil 3.15. Matlab simulink ortamında bulanık mantık kontrolcüsü simülasyonu	40
Şekil 3.16. Blok şeması	41
Şekil 3.17. Bulanık mantık arayüzü.....	41
Şekil 3.18. Giriş üyelik fonksiyonları (e, de)	42
Şekil 3.19. Çıkış üyelik fonksiyonu	43
Şekil 3.20. Bulanık mantık koşulları	44

Şekil 4.1. Enine kopma mukavemeti için 723 d/dak grafiği (35gr/m ²).....	45
Şekil 4.2. Boyuna kopma mukavemeti için 1344 d/dak grafiği (35gr/m ²).....	46
Şekil 4.3. Enine kopma mukavemeti için 777 d/dak grafiği (40gr/m ²).....	47
Şekil 4.4. Boyuna kopma mukavemeti için 1376 d/dak grafiği (40gr/m ²).....	47
Şekil 4.5. Enine kopma mukavemeti için 937 d/dak grafiği (55gr/m ²).....	49
Şekil 4.6. Boyuna kopma mukavemeti için 1493 d/dak grafiği (55gr/m ²).....	49



SİMGELER VE KISALTMALAR

YSA	: Yapay Sinir Ağı
ÇKA	: Çok Katmanlı Algılayıcı
NB	: Negatif büyük
NO	: Negatif orta
NK	: Negatif küçük
S	: Sıfır
PK	: Pozitif küçük
PO	: Pozitif orta
PB	: Pozitif büyük
Σ	: Toplam sembolü
R_a	: Devre direnci
L_a	: Devre endüktansı
I_a	: Devre akımı
\dot{I}_f	: Devre alanın akımı
e_a	: Sistemdeki gerilim
J	: Eylemsizlik momenti
ω	: Açısal hız
e_b	: Zıt elektromotor kuvveti
T	: Motor momenti
K_b	: Motor kuvvet sabiti
K	: Moment sabiti
B	: Sürtünme sabiti
N	: Newton
V	: Volt

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam ve yüksek lisans eğitim öğretimim boyunca bilgi ve desteklerini benimle paylaőan, sürekli yardımda bulunan Sayın danışman hocam Doç. Dr. Bahar Uymaz'a teşekkür eder ve saygılarımı sunarım. Yüksek lisans eğitimi aldığım Makine Mühendisliği bölüm hocalarıma saygılarımı sunar, her türlü yardım ve fedakarlıkları için teşekkür ederim.

Ayrıca desteklerini benden esirgemeyen ailem ve Sayın ekonomist Elmas Yüksel'e teşekkür ederim.

Ekim, 2021

Serdar ÖDEV
Mekatronik Mühendisi

1. GİRİŞ

Kalite, istenilen standartlara ve istenilen özelliklere sahip olan bir kavramdır. Bu kavramın doğru kullanılabilirliği ise verimi ve üretimi etkilemektedir. Verimin üst seviyede olması, kaliteli üretimin anahtarıdır. Kaliteli üretimin oluşması için, talep edilen ihtiyaçları karşılamaktan geçer. Talep edilen ihtiyaçlar ve istenilen standartlar eksiksiz ve doğru şekilde işlem sırasına alınırsa kaliteli üretimin ilk basamağı oluşmuş olup, üretim süreci adım adım ilerleyerek istenilen kalite seviyesine ulaşılmış olacaktır.

Kaliteli üretim, her sektörde varlığı benimsenmiş olup sürekli gerekli iyileştirmeler yapılmaktadır. Özellikle tekstil alanında kaliteli üretimin önemli bir yeri vardır. Bir tekstil üretimi olan, dokumasız tekstil mantığı ile üretilen spunlace kumaş, kaliteli üretiminin üst seviyede olması gerektiği bir alandır.

Kaliteli üretim yapabilmek için, istenilen özellikleri ve standartları yerine getirmek gerekir. Bunları elde etmek için ise teknolojiyi yakından tanıyıp nasıl bir yol izleyeceğimize karar vermemiz gerekmektedir. Teknolojiyi tanıma aşamasında endüstri 4.0 teknolojisi başta gelmektedir. Bu teknolojiye, kalite iyileştirmesi için gerekli olan bileşenleri kullanmamız gerekmektedir ve kalitenin sürekli hale gelebilmesi için yapay zeka öğrenmesi gerçekleştirip, bu öğrenmeden doğan sonuçları kullanmamız kaliteli üretim açısından önemli iyileştirmeler elde etmemize olanak sağlayacaktır. Yapay zekaya ait olan bulanık mantık denetleyicisi ise öğrenilen bu verileri kontrol etmemizde görev alacaktır. Yapılan bu çalışmalar sayesinde istenildiği gibi kalite iyileştirmesi yapılmış olacak ve “akıllı fabrikaların” gelişmesi sağlanacaktır.

1.1. Yapay Zeka

Araştırmalarda yapay zeka olarak adlandırılan sistemlerde ilk bakışta sıra dışı ve farklı şeyler gibi algılanmıştır. Bu algılar ise, yapay zekanın insanlığın yerini alabilecekleri hakkındaydı. Ancak, yapay zekanın bilincinde olan kişiler bunun mümkün olamayacağını biliyordu. Çünkü, yapay zeka insanlar gibi duyulara sahip değillerdi. İnsanlar gibi düşünemezler, duyuları ve yaratıcı özellikleri yoktur (Aktaş, 2015).

Yapay zeka ile ilgili çalışmalar sürmekle beraber halen başlangıç aşamasında bulunuyor. Her yeni gün ile birlikte yapay zeka çalışmaları adına yeni buluşlar ortaya

konmaktadır. Ancak, bu buluşlar bazen çözüm değil yeni bir sorunun başlangıcı olarak kabul görülebiliyordu (Aktaş, 2015).

Günümüzde artan ve gelişen teknoloji sayesinde yapay zeka adına araştırmalar artmış ve çalışmalar ileri bir seviyeye doğru çıkmıştır (Aktaş, 2015).

Yapay zeka ile ilgili ilk çalışmalar, Alan Turing adındaki İngiliz vatandaşı tarafından yapılmıştır. 1947 yılında yaptığı konferansta bilgisayarları yapay zeka ile geliştirilmesini gerektiğini savunmuştur. Bundan 3 yıl sonra 1950 yılında bilgisayar programlamanın temeli oluşturulmuştur. Bu programlar ile birlikte simülasyonlar yapılmış ve başarılar kaydedilmiştir. Yapay zekanın sadece tek bir alanda başarılı olacağı öne sürülmüştür. Bunun üzerine araştırmacılar, daha özel ve çözüme yönelik programlar geliştirmeye başlamışlardır. Bu gelişim yapay zekayı durgunlaştırırsa dahi iyi bir gelişim için önemli adım olmuştur (Özçiçek ve arkadaşları, 2004).

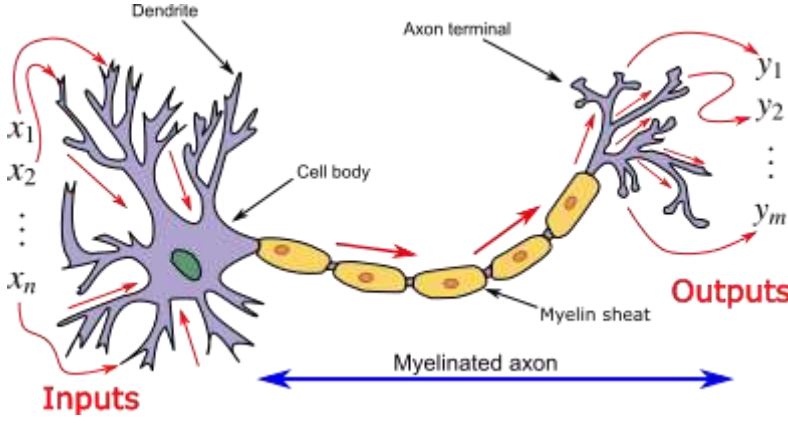
Yapay zeka en iyi dönemlerini 1960 yıllarında yaşamıştır. Yapay zeka adına yapılan çalışmalar kurumsallaşmış ve destekler artmıştır. Bu çalışmaların başında gelen McCarty, “Yapay Zeka” terimini ilk kez kullanılmış ve isim sahibi olmuştur (Pratt, 1994).

Yapay zeka 70’ler ve 80’lerde çok önemli bir yere gelmişti. Büyük bilgisayar şirket sahipleri yapay zekaya önem verip yatırımlarda bulunmuşlardı. Bu dönemdeki yatırımlar sayesinde çalışmalar artmış ve gelişme kaydedilmişti. Bu çalışmalar, insan beynindeki sinir ağlarını kullanıp insan beynini taklit edebilmeyi hedeflemiştir. Böylelikle ortaya yapay sinir ağları kavramı çıkmıştır (Özçiçek ve arkadaşları, 2004).

1.1.1. Yapay Sinir Ağları (YSA)

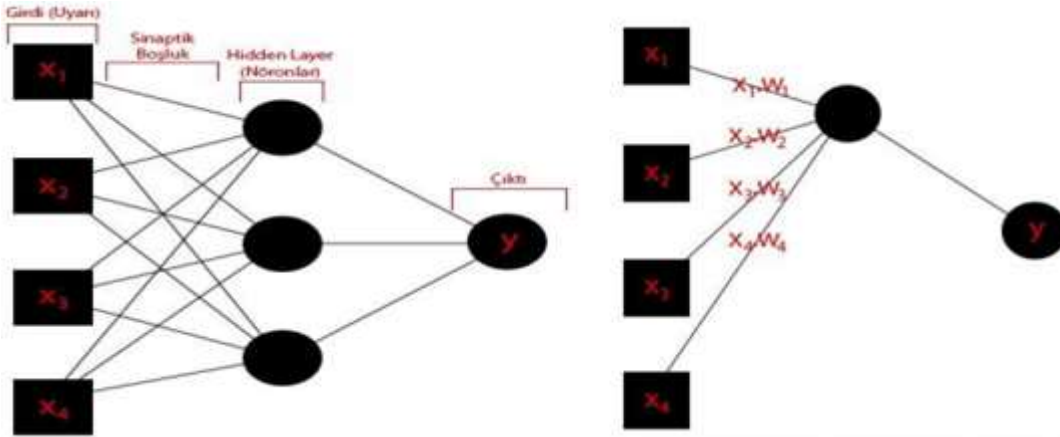
YSA belli bir örneklerle verileri toplayıp, bu verileri analiz eder. Yaptığı analiz sonucunda, yeni bir örnekle karşılaştığı zaman daha önceden öğrendiği bilgileri kullanarak örnekler hakkında çözüme gidebilir (Ergezer ve arkadaşları, 2003).

YSA bir insan beyninden esinlenerek veri alışverişi yapması için tasarlanan bir bilgisayar programıdır (Elmas, 2003).



Şekil 1.1. Yapay sinir ağı yapısı (Akça, 2019)

Nöronlar, vücuttaki elektrokimyasal sinirleri ileten hücrelerimizdir. Giriş olarak gösterilen bölgeden bilgi alınır miyelin aksondan en az kayıpla devam ederek akson terminalinden çıkışa iletilir. Yapay zekanın çalışma sistemi vücudumuzda ki nöronlar ile benzer bir şekilde çalışır. Nöronlar aktif şekilde gelen bilgiyi iletebilmesi için eşik değerini geçmesi gerekir. Örneğin, yanan bir ateşin sıcaklığını uzaktan hissedemeyiz. Ateşe yaklaştığımızda ise bunu hissedebiliriz. Nöronların çalışma prensibi uyarıya tepki vermek ya da hiç vermemektir. Dikkat etmemiz gereken diğer konu ise iki nöron arasındaki sinaptik boşluklardır. Bu boşluklar ne kadar az olursa iki nöron arasındaki bilgi alışverişi o kadar iletkenlik sahibi olur. Yapay zekanın öğrenmesi ise tamda bu nokta başlıyor.

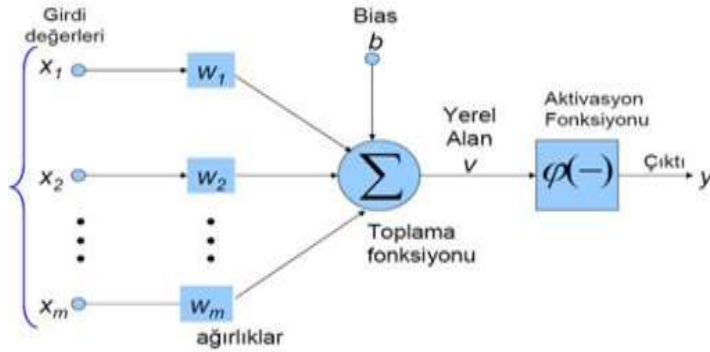


Şekil 1.2. Yapay zeka veri iletimi (Akça, 2019)

Şekil 1.2.'de yapay zekanın çalışma prensibini daha kolay anlayabiliriz. Her bir girdi her nörona ayrı şekilde bilgileri iletir. Örneğin; x_1, x_2, x_3, x_4 girdisinin en üstteki nörona olan iletimini inceleyelim. Girdilerin her birine ayrı ayrı ağırlıklar (W) uygulayarak kendi aralarında çarpılır. Bu ağırlıklar sinaptik boşlukların iletkenliğini belirler. İki nöron arasında ki bağı

güçlendirir. Sonuç olarak $[b+x_1*w_1+x_2*w_2+x_3*w_3+x_4*w_4+x_n*w_n] = z$ şeklinde bir formülümüz elde edilir. Z çıktısı ise bir aktivasyon fonksiyonundan geçerek akson çıktısı alınır. Bu akson görevi ise alınan bilgiyi bir sonraki elamana taşımaktır. Böylece yapay zekanın veri iletimi elde edilerek yapay zeka öğretilmesi yapılır.

Yapay sinir ağı yapısında 5 temel özellik vardır. Bunlar uygulamada işlem adımları olarak önemli rol oynarlar. Şekil 1.3.'de gösterilmiştir.



Şekil 1.3. Yapay sinir ağı (Bildirici, 2018)

1.1.1.1. Girdi Değerleri

Gerçek dünyadan gelen veriler, örnekler gibi değişkenleri ağı yapısına göre belirleyen bölümdür.

1.1.1.2. Ağırlıklar

Ağırlıklar ($w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$), her bir hücreye gelen verileri belirlenen bir ağırlık değeriyle çarpılarak diğer hücrelere aktarılmasında görev alır. Hücreye gelen bilginin önemini ve değerini anlamamızı sağlar. Ağırlık değerinin büyük ya da küçük olması hücreye bağlantısının önemini bize gösterir. Değer büyük ise güçlü bağlantılı, küçük ise zayıf bağlantılı olarak ifade edilir.

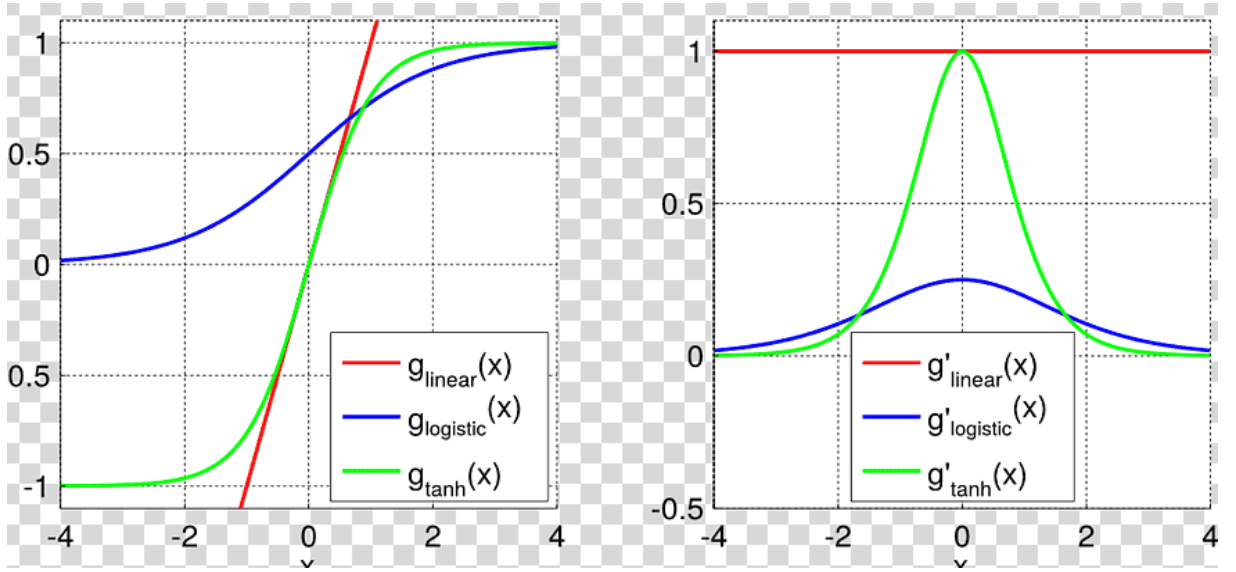
1.1.1.3. Toplam Fonksiyonu

Toplam fonksiyonu, hücreye gelen net bilgiyi hesaplar. Bu hesaplamaları yaparken farklı fonksiyonlar kullanabilir. En yaygın olarak kullanılan fonksiyon ise "ağırlıklı toplam" olarak bilinir. Ağırlıklı toplamda, her hücrenin değeri bir ağırlıkla çarpılarak toplanır. Böylece net bilgi elde edilmiş olur (Çayıroğlu,2015).

1.1.1.4. Aktivasyon Fonksiyonu

Aktivasyon fonksiyonu hücreye gelen bilgiye karşılık, bir çıktı üretir. Fonksiyon seçilirken çoğu zaman doğrusal olmayan fonksiyon seçilir. Fonksiyon seçilirken dikkat edilmesi gereken en önemli konulardan biri türevlenebilir olması. Yani türevi kolay alınabilir olması gerekir. Buradaki amaç türevi kolay alınabilir ise fonksiyon daha hızlı yanıt verebilir.

En çok tercih edilen fonksiyonlardan biri ise “Sigmoid aktivasyon fonksiyonudur”. Şekil 1.4.’de Sigmoid aktivasyon fonksiyonu gösterilmiştir.



Şekil 1.4. Sigmoid aktivasyon fonksiyonu ve türevli grafiği (Anonim, t.y.)

1.1.1.5. Çıktı Değeri

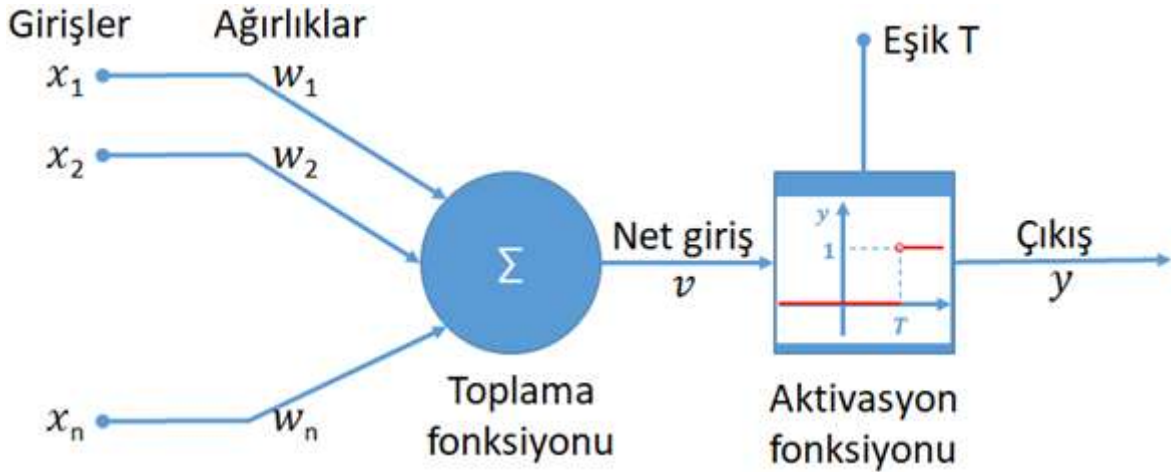
Hücrenin çıktısı aktivasyon fonksiyonu tarafından belirlenir. Çıktı direkt olarak somut veri elde etmemizi sağlar. Bir hücrenin çıktısı, diğer hücrenin giriş verisi olarak kullanılabilir. Bunlar çok katmanlı fonksiyonlarda karşımıza çıkar (Öztemel, 2006).

Aşağıdaki formül ağırlıklı olarak net çıktıyı belirten ifadedir.

$$y(i) = f\left(\sum_j^i W_{ij} * y_j\right) \quad (1.1)$$

1.1.2. Tek Katmanlı Algılayıcı

Tek katmanlı algılayıcılar, girdi ve çıktıdan oluşur. Hücrelerin arasında katmanlar yoktur. Çıktı değerinin “sıfır” (0) olmaması için ise bir eşik değeri bulunmaktadır. Bu eşik değeri ağırlıklı çıkan değerle toplanarak çıktıyı oluşturur. Eşik değerinin değeri genellikle “bir” (1) olarak seçilir (Öztemel, 2006). Şekil 1.5.’de tek katmanlı algılayıcı modeli gösterilmiştir.



Şekil 1.5. Tek katmanlı algılayıcı modeli (Narlı, 2020)

Tek katmanlı algılayıcıların fonksiyonu doğrusaldır. Daima -1 ile +1 arasında değer almaktadır.

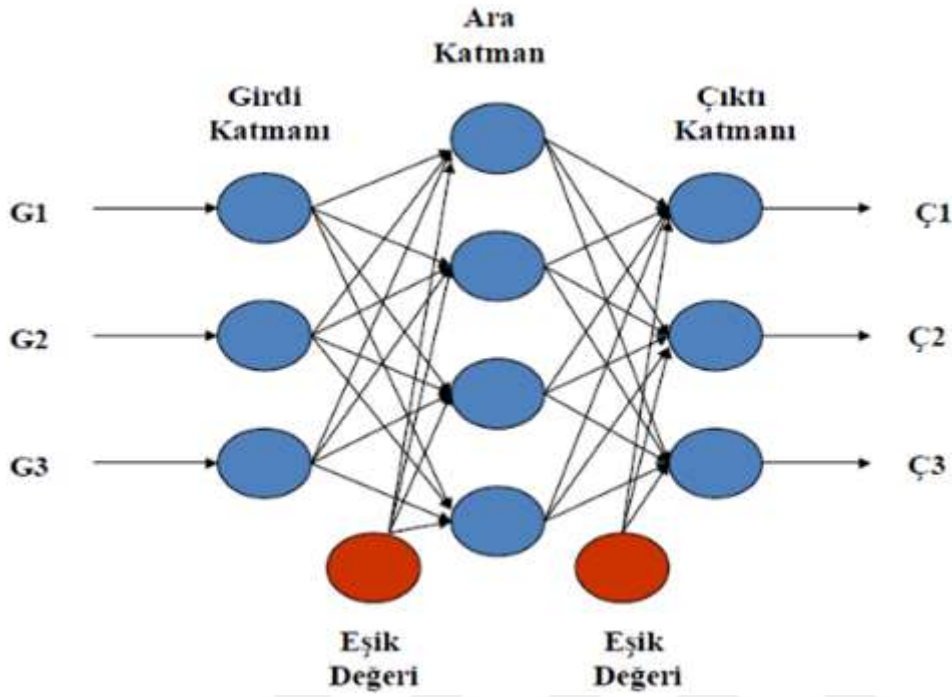
1.1.2.1. Adaline ve Madaline Modeli

Adaline modeli basit bir yapıdır. Danışarak bir nevi sorarak öğrenme gerçekleştirir. Madaline modeli ise birçok uygulamada kullanılmıştır. Bunlar çoğunlukla tahmin ve tanıma uygulamaları olarak karşımıza çıkmaktadır. Adaline modeli çok iyi çalışan bir model olsada belirli bir kullanım sınırı vardır. Adaline modelinde doğrusal öğrenme fonksiyonu kullanılır. Veriler bu modele sürekli öğretilerek ve bölümlere ayırarak hatayı en düşük seviyeye indirir. Daha sonrada öğrendiği bu verilerle deneyim kazanmış olur (Kıraç, 2011). Çalışmada madaline modeli kullanılmıştır.

1.1.3. Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA)

Adaline gibi tek katmanlı algılayıcılar yeterli seviyede çözüm oluşturamadığı için, çok katmanlı algılayıcı modeline geçilmiştir. ÇKA, eğitim sırasında belirli girdilere göre beklenen çıktılar görülür. ÇKA, şekil 1.6. de gösterildiği üzere 3 katmana sahiptir. Bunlar; “girdi

katmanı, ara katman ve çıktı katmanıdır”. Bu katmanların her bir hücresi birbiriyle, kendi arasında bağlantılıdır (Kabalıcı, 2014).



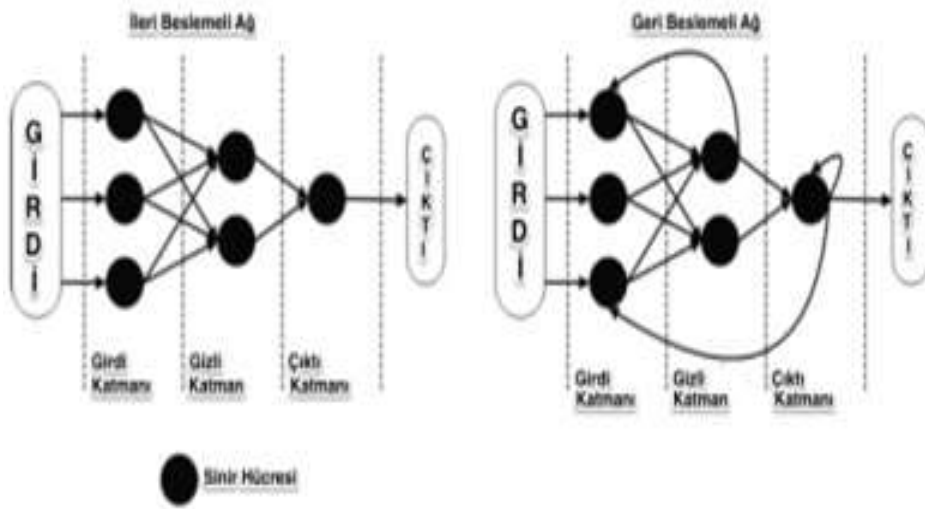
Şekil 1.6. Çok katmanlı ağ modeli (Kabalıcı, 2014)

1.1.3.1. İleri Beslemeli Ağlar

Bu ağlar, veriyi tek yönde iletir. İleri beslemeli ağlar katmanlar şeklinde ve birbirleriyle bağlantılıdır. Giriş katmanındaki hücrelerin çıkış verisi ara katmandaki hücrelerin giriş verisi oluyor. Bu veriler belirli ağırlıklarla çarpılıp, her bir hücreye sırayla aktarılıyor. Giriş katmanındaki veriler değiştirilmeden aktarılma işlemi yapılıyor. Böylece çözümler istenildiği şekilde oluşabiliyor. Bu ağa bazı örnekler ve beklenen değerler gösteriliyor. Ağ, bu değerlere göre eğitilerek istenen değerleri elde edebiliyor (Öztemel, 2006).

1.1.3.2. Geri Beslemeli Ağlar

Bu ağlarda bir hücre tarafından çıkan veriler, diğer hücrenin girişine ya da kendisine tekrardan giriş verisi olarak gönderilir. Bu gönderilen veriler geciktirme katmanından geçer. Geri besleme, kendi arasında ya da katmanlar aracılığıyla olabilir. Şekil 1.7. de ileri ve geri beslemeli örnek bir yapay sinir ağı gösterilmiştir. Bu şekilde görüldüğü üzere bir hücrenin çıktısı geri besleme yöntemiyle tekrardan giriş verisi olarak işleniyor (Kabalıcı, 2015).



Şekil 1.7. İleri ve geri beslemeli ağ modeli (Krenker ve arkadaşları, 2011)

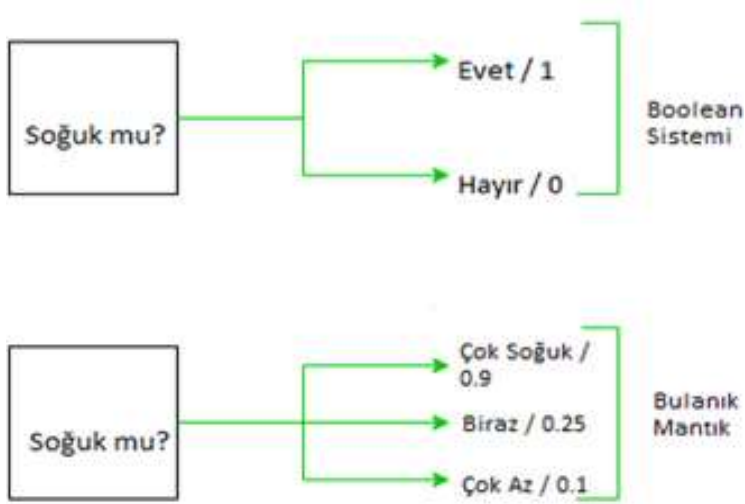
Çalışmada çok katmalı ağ modeli olan ileri ve geri beslemeli ağlar kullanılmıştır.

1.2. Bulanık Mantık Denetleyicisi

Geçmişte matematik konusunda büyük adımlar atan Aristoteles ve onun düşüncelerini destekleyenler, mantık doğrultusunda düşüncelerinde doğru ve yanlış teorisini desteklemişlerdir. Bu teoriye karşıt düşünceler gecikmemiştik. Bu karşıt düşüncelere göre bir şey aynı anda hem doğru hem de yanlış olamazdı. Buna karşılık Lukasiewicz 1900'lerde üçüncü bir ihtimali ortaya koymuş oldu. Üçüncü ihtimal ise “olası” ihtimaliydi. Daha sonrada bu düşüncüyü geliştirerek doğru ile yanlış arasında sonsuz derecede kombinasyonların olacağını savundu. Bunun üzerine Lotfi A. Zadeh 1965 yılında “Bulanık Mantık” kavramını gözler önüne serdi. Zadeh'e göre doğru ve yanlış kavramı, 0 ile 1 arasında sonsuz değerde ifade edileceğini gösterdi (Tektaş, 2015).

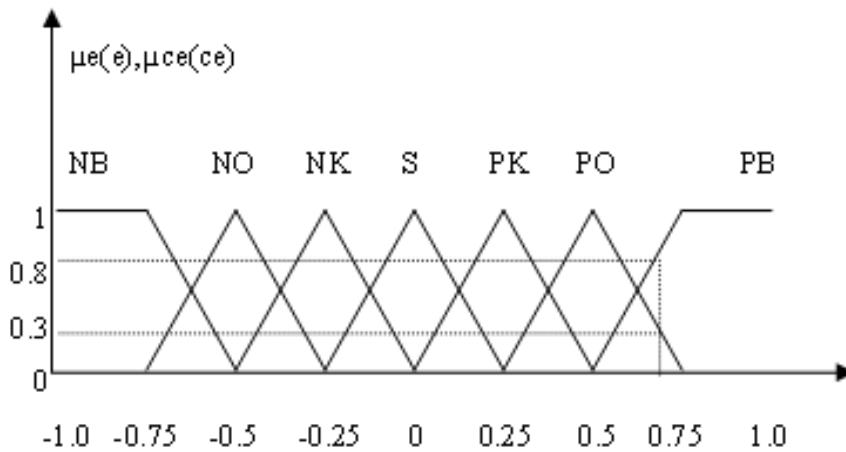
Zadeh'e göre bulanık mantık kavramı üç maddede ele alınabilir. Bunlar; akıl yürütmesi, yorum ve bulanık bir dildir (Işıklı, 2010).

Bulanık mantık, 0-1 değerleri arasında sonsuz olasılığa sahiptir. Örneğin, suyun sıcaklığını 0-1 değerleri arasında düşünürsek 0 değeri soğuk 1 değeri sıcak anlamına gelmektedir. Yani Boolean sistemine göre su ya sıcaktır ya da soğuktur. (Ya vardır ya da yoktur). Ancak, bulanık mantık kavramında su; çok soğuk, soğuk, ılık, sıcak ve çok sıcak gibi değerler alabilir. Bu örneğe göre 0-1 değerleri arasında sonsuz değerlerin olabileceği söz konusudur.



Şekil 1.8. Boolean ve bulanık mantık arasındaki fark (Gökcan, 2021)

Şekil 1.8.'de gösterildiği gibi suyun derecesini boolean matematiğine göre ya sıcaktır ya da soğuktur. Ancak bulanık mantık kavramına göre birçok farklı değerde olabilir.



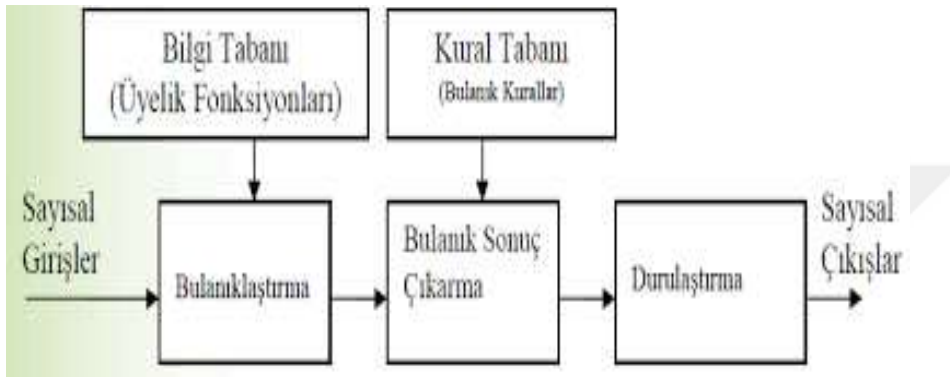
Şekil 1.9. Dilsel bulanıklaştırma (Solak, 2016)

Şekil 1.9.'da dilsel bulanıklaştırmaya örnek verilmiştir. “NB=negatif büyük, NO=negatif orta, NK=negatif küçük, S=sıfır, PK=pozitif küçük, PO=pozitif orta ve PB=pozitif büyük” kavramları gibi birçok dilsel kavram oluşturarak bulanıklaştırma yapabiliriz.

Bulanık mantık kavramında var olan bir sistemi bulanık kümelere ayırarak bulanıklaştırma işlemi yapılır. Sistemdeki bilgilere göre bulanıklaştırmaya ait süreç devam eder ve bulanık kümesine ait sayısal değerler ortaya çıkar. Bulanık küme ve bulanık sayıları net hale getirme işlemine ise durulaştırma adı verilir (Işıklı, 2010).

Bulanık kümede var olan sayısallaştırma işlemleri 0-1 değerleri arasındaki kombinasyonlardan oluşarak üyelik fonksiyonları elde edilebilir (Arslan, 2019).

Şekil 1.10.'da bulanık kontrol sistemi hakkında görsel paylaşılmıştır. Görselden de anlaşılacağı üzere, bilgi tabanından alınan bilgilerle birlikte bulanıklaştırma işlemi yapılmaktadır. Daha sonra ise bulanık kümeler hakkında belirlenen çıkarımlar elde edilir. Bu çıkarımlara göre durulaştırma işlemi yapılarak çıktılar elde edilir. Bu çıktı değerleri belirli üyelik fonksiyonları sayesinde olabilir.



Şekil 1.10. Bulanık kontrol sistemi (Öztürk ve Paksoy, 2016)

Bulanık mantık sistemlerinde bazı denetleyiciler kullanılır. Bu denetleyiciler çıktıların elde edilmesinde yardımcı olurlar. Çıktılar ise bulanık kurallar sayesinde denetlenmektedir. Bulanık denetleyiciler birçok üyelik fonksiyonlarını kullanarak bulanık çıkarımda bulanabilir (Akyazı ve arkadaşları, 2011). En çok kullanılan üyelik fonksiyonları;

- Sigmoid üyelik fonksiyonu
- Gaussian üyelik fonksiyonu
- Çan üyelik fonksiyonu
- Cauchy üyelik fonksiyonu
- Sinüsoid üyelik fonksiyonu
- Yamuk üyelik fonksiyonu
- Üçgen üyelik fonksiyonu

Bu üyelik fonksiyonlarını kullanarak, bulanık mantık feedback'i sayesinde hangi üyelik fonksiyonun hangi sisteme göre daha kullanışlı olduğunu tespit edebiliriz (Akyazı ve arkadaşları, 2011). Çalışmada ise yamuk ve üçgen üyelik fonksiyonları kullanılmıştır.

1.2.1. Bulanık Çıkarımlar

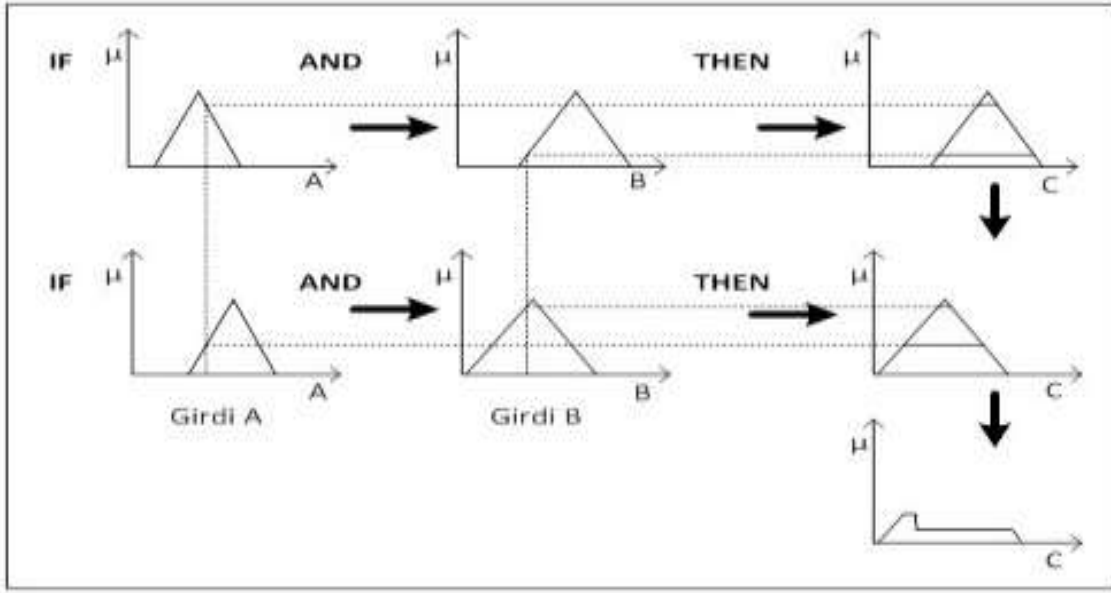
Dilsel verilere göre bulanıklaştırılan sistemler, belirli çıkarımlar sayesinde istenilen veriler elde edilebilir. Çıkarımlar oluşturulurken belirli koşullar kullanılır. Bunlar; eğer, ise, ve, veya, ancak gibi koşullardır. Örneğin, iki giriş ve bir çıkışlı bir bulanık kontrol sistemi düşünelim. Girişler, hız ve lezzet olsun. Çıkış ise hız ve lezzete bağlı olarak bahşiş olsun. Hız ve lezzet maksimum 10 puan, bahşiş ise maksimum 100 TL olarak değerlendirme işlemine alalım.

- Eğer hız=10 ve lezzet=10 ise, bahşiş=100 TL
- Eğer hız=1 ve lezzet=5 ise, bahşiş=5 TL
- Eğer hız=5 ve lezzet=5 ise, bahşiş=25 TL
- Eğer hız=10 ve lezzet=9 ise, bahşiş=90 TL
- Eğer hız=8 ve lezzet=8 ise, bahşiş=64 TL
- Eğer hız=5 ve lezzet=9 ise, bahşiş=45 TL

Bu şekilde olasılıkları belirleyip çıkarım yapma imkanımız olabilir.

1.2.1.1. Mamdani Çıkarım Yöntemi

Mamdani çıkarım yöntemi 1975 yılında Ebrahim H. Mamdani tarafından ortaya çıkmıştır. Bu yöntem; insanlardan elde edilen dilsel verileri kullanır. Kullanılan bu veriler ile birlikte bir kural tabanı oluşturularak çıkarım elde edilir. Mamdani çıkarımında her çıktı değeri bir bulanık kümeyi ifade eder. Oluşturulan bu kural tabanı sezgisel ve anlaşılması kolay verilerden oluşmaktadır. Bundan dolayı uzman sistemlerin kullanımı için çok uygun bir yöntemdir (Öztürk ve Paksoy, 2016). Çalışmada doğru akım elektrik motorunu kontrol etmek için kural tablosu oluşturularak mamdani çıkarım yöntemi kullanılmıştır.



Şekil 1.11. Örnek mamdani çıkarım yöntemi (Öztürk ve Paksoy, 2016)

1.3. Endüstri 4.0 Teknolojisi

Endüstri 4.0'ın amaçlarından biri, kendini kontrol eden, kendini optimize edebilen, gerektiğinde kişisel olumsuzluklarını giderebilen otomasyona bağlı deyim yerindeyse düşünebilen makinelerin oluşturulmasıdır. “Akıllı fabrikalar” adı altında toplanacak olan bu sistemler, üretimi maksimum hale getirerek hem de daha kaliteli ürünler ortaya koyarak verimimizi üst seviyeye çıkarması hedeflenmektedir (Vaidya ve arkadaşları, 2018).

Şu anki dönemde, Endüstri 4.0 devrimini halen gerçekleştirebilmiş değiliz. Ancak, bazı hazırlıklar yapılmış olup ilerleme kaydettiğini görebiliyoruz. Bu hazırlıklar öncülüğünde akıllı sistemler diye tabir ettiğimiz otomasyon sistemlerinin bir kısmı veri toplayarak, topladıkları bu verileri sanallaştırıp hata oranı çok düşük bir şekilde işleyip verimini ve kalitesini en üst seviyeye çıkartabiliyor (Xu ve arkadaşları, 2018).

Veriler işlenip somut, elde tutulur hale geldikten sonra, bu verileri işlemek için gerekli olan algoritmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu algoritmalar ise yapay zekaya ait yöntemlerle yapılabiliyor. Bu algoritmalar sonucu işlenen veriler akıllı sistemler tarafından işlenip bir düzen içerisinde otomasyon sistemini oluşturmaktadır (Rojko, 2017).

1.3.1. Akıllı Fabrikalar

İstenilen üretimin gerçekleşmesi için, verilerin işlenmesi sayesinde akıllı sistemler ile birlikte üretim sağlanması amaçlanır. Bu şekilde sağlanan üretim endüstri 4.0'ın yapı taşıdır. Akıllı fabrikalar, insanlar ve sistemler arasındaki bağlantıyı kurarak üretime yardımcı olurlar. Üretimin ne şekilde gerçekleşmesi gerektiğini analiz eder ve üretim kalitesini artırmayı amaçlar. Akıllı sistemler, sanaldan ya da doğrudan aldığı verileri işleyerek üretimi gerçekleştirir. Üretimi gerçekleştirmedeki amacı ise en az kayıpla ve istenilen şekilde üretimi yapmasıdır. Endüstri 4.0'ın asıl amaçlarından biri ise ekonomik olarak büyümeyi sağlayıp insan gücünü azaltmasıdır. Böylelikle insanların yerini alıp, daha kısa sürede daha çok ve daha kaliteli ürün üretilmesi sağlanır. Çalışmada "Akıllı Fabrikaların" amacı olan kaliteli üretim ele alınarak bir üretim planı oluşturulmuştur.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Jankowski (2009)'e göre çok katmanlı spunlace kumaşın filtreleme özelliğinde artış olduğunu göstermiştir. Dokumasız tekstilde spunlace kumaş üretilirken birden fazla katmana sahip olursa filtreleme özelliği ve kalite oranı artmaktadır.

Kalebek ve Babaarslan (2010)'a göre çok katmanlı spunlace kumaşların sürtünme kuvvetleri, ağırlıklara göre değiştiğini vurgulamıştır. Kumaşın ağırlığı artarken sürtünme kuvvetinin azaldığını, ağırlık azalırken ise sürtünme kuvvetinin arttığını gözlemlemişlerdir.

Hajiani vd. (2010) yapılan çalışmada, dokumasız tekstilin önemini vurgulamıştır. Bu tekstildeki önemli kumaş türünün ise spunlace kumaş olduğunu aktarmıştır. Spunlace kumaşın dört farklı ağırlık miktarlarında (35g/m², 40g/m², 45g/m², 50g/m²) deneme yapılmıştır. Bu dört adet farklı kumaşa, 3 adet farklı su jeti basıncı (50 bar, 60 bar, 70 bar) uygulanmıştır. Deneme sonunda; kalınlık, kütle ve kalite oranı ölçülmüştür. Sonuçlara göre; su jeti basıncının artması ile birlikte kumaşta kalınlık artmış olup, kalite oranında yükselme gözlemlenmiştir.

Lu ve Qian (2011) yaptıkları çalışmada, spunlace kumaş teknolojisinin avantajlarından bahsedildi. Bu avantajlara göre ise, yeni bir dokumasız kumaş üretmek için spunlace kumaşın etkili bir yöntem olduğu saptanmıştır. Spunlace kumaşlar; yüksek performansa sahip, katma değeri olan ve çok iyi kaliteli kumaşlar olup geniş uygulamalara sahip oldukları belirtildi. Ayrıca, yüksek bir pazar beklentisinin olacağı öne sürüldü.

Kalkancı (2011) yaptığı çalışma, antibakteriyel özellik taşıyan spunlace kumaşlardan oluşmuş, hastane ortamında giyilebilen giysilerdir. Bu giysilerin spunlace kumaştan üretilmesi dezenfekte açısından önemli bir rol oynamaktadır. Üretilen bu kumaşların kalitesi antibakteriyel özelliğini etkilemektedir.

Meiling vd. (2011) yapılan çalışmada, endüstrideki toz filtrelemenin önemini vurgulamıştır. Toz filtrelemedeki en iyi sonucun spunlace kumaşta olduğunu ve su jetlerinin basıncının önemli olduğunu test ederek göstermiştir.

Chellamani vd. (2013) spunlace kumaşın, dokumasız olarak nasıl bir üretimin yapıldığını anlatmıştır. Yüksek su jeti basıncıyla oluşan liflerin iç içe bağlanmasıyla mukavemet kazandığını açıklamıştır.

Uyanık ve Baykal (2016) yaptıkları çalışmada çocuk sağlığı konusunda spunlace kumaşın önemli olduğunu vurgulamıştır. Çocuk bezleri sürekli kullanılan ürünler olduğu için, çocuk sağlığı açısından dokumasız tekstil ile üretilen spunlace kumaşın kullanılması gerektiğini savunmuştur.

Zhang ve Jin (2018) tarafından yapılan çalışmada, spunlace kumaşın farklı basınçlar altında mukavemet değerlerinin değiştiğini gözlemlemişlerdir. Genel olarak yüksek g/m^2 'ye sahip kumaşların yüksek basınçlarda istenilen kalite değerlerine ulaşıldığı saptanmıştır.

Jain vd. (2018) spunlace kumaşın yapısal incelemesine ait bir çalışmada bulunmuştur. Bu çalışmaya göre, su basıncının artmasıyla kumaştaki gözenek çapının küçüldüğü ve daha düşük kalınlığa sahip olduğu gözlemlenmiştir. Kumaşın hava geçirgenliğinin gözenek çapı arasında pozitif bir bağ vardır. Yapılan teste göre bu bağın korelasyon değerinin 0,523 olduğu görülmüştür. Kumaş ağırlı ve geçirgenlik arasında ise negatif ($r = -0,627$) bir bağ vardır.

Gulhane vd. (2018) dokumasız kumaşlarda özellikle spunlace kumaşlarda yapıştırma işlemi yaparken belirli mukavemet değerlerine sahip olması gerekmektedir. Bu mukavemet değerleri ise, lifleri birbirine bağlamak için su jeti basıncına ihtiyaç duymaktadır.

Saşıadek vd. (2018) spunlace kumaş üretilirken, üretim yapan makinelerin tasarımı önemlidir. Bu tasarıma sahip olan Polonya'daki üreticiler dünyadaki kişisel bakım ve temizlik ürünlerini karşılamada önemli bir role sahiptir. Tasarımdaki amaç ise en iyi kalitedeki ürünü üretmektir.

Jain vd. (2019) bu çalışmada spunlace kumaşların kaybının (fire) çok az olduğunu ve geri dönüşümde yüksek orana sahip olduğunu anlatmıştır.

Zhang vd. (2019) spunlace kumaşın ıslak mendillerde kullanımını anlatmıştır. Yaptığı çalışmada, ıslak mendillerde pürüzsüzlük ve mukavemetlerin önemli olduğu vurgulanmıştır. Islak mendillerde mukavemetlerin 9,5N/50mm ve 6,3N/50mm aralığında olması gerektiğini göstermiştir. Bu değer aralığında istenilen kalite oluşmaktadır.

Zhang vd. (2019) yaptıkları diğer bir çalışmada ise, düşük su jeti basınçları altında spunlace kumaşın mukavemet değerlerinin azaldığını, yüksek su jeti basınçları altında ise mukavemet değerlerinin arttığını kanıtlamışlardır.

Niedziela vd. (2020) yaptıkları çalışmada, dokumasız tekstilde spunlace kumaş üretirken taraklama işleminin öneminden bahsedildi. Birçok üretici firma farklı taraklama makinesi üretmektedir. Üretilen bu makineler ürünleri su jetlerine ulaştırmada, liflerin bağlanmadan önce serilmesinde önemli rol oynadıkları gösterilmiştir. Bu işlemlerin sonucunda kalite etkilenmektedir.

Gültekin vd. (2020) yaptıkları çalışma spunlace kumaşın yapay zeka yöntemi ile yapılan tahmini sonucundan çıkan, performans özelliklerine dayanmaktadır. Görüntü işlemeyle yaptıkları analiz sonucunda çıkan değerler yapay zeka sinir hücrelerine giriş verisi olarak aktarılmıştır. Bu verilere göre çıkışlar, mukavemet verileri olarak elde edilmiştir. Korelasyon değerleri ortalama 0,92 olarak bulunmuştur.

2.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Dokumasız tekstil ile üretilen spunlace kumaşın, kaliteli üretilmesi çok önemlidir. Çünkü, spunlace kumaş üretilirken elyaflardan yararlanır. Bu elyaflardaki liflerin birbirine bağları çok önemlidir. Bağların iyi olması, kumaştaki kaliteyi etkilemektedir. Liflerin iyi bir bağ kurabilmesi ise su jetlerinin basıncıyla olmaktadır. Bu basınçların doğru seviyede olması liflerdeki bağları oluşturur, kopma ve yırtılma mukavemet değerlerini artırarak ürünün kaliteli olması sağlanır.

Çalışmanın amacı ise, dokumasız tekstil ile üretilen spunlace kumaşların mukavemet değerlerini su jeti basıncını doğru bir şekilde kullanarak kalite iyileştirmesi yapılmasıdır. Geniş bir kullanımı bulunan bu kumaş türünün daha kaliteli üretilmesi sonucunda yurt dışı pazarında

söz sahibi olabilir ve ticaret anlayışımızı geliştirebiliriz. Eğer istenilen seviyede ve kalitede spunlace kumaşı üretemezsek, kalite standardının altında kalan ürünler kullanılamaz ve fire ya da telef diye tabir ettiğimiz durumlar meydana gelir. Bu durumların meydana gelmesi ise hammadde kaybına ve sürekli müşteri kaybına neden olarak maddi kayıplar yaşanır. Bu kayıpları engellemek, kalite iyileştirmesi yapmak çalışmanın asıl amacı ve kapsamı niteliği taşır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tasarımı yapmaktaki amaç şu anki spunlace kumaş üreten işletmeleri daha da akıllı hale getirmektir. İşletmelerin insan gücünü azaltmaya yönelik çalışmaları süre gelen bir gelişimdir. Eğer işletmeler daha akıllı bir seviyeye gelirse, üretimi maksimumda, maliyeti ise minimumda tutabiliriz. Üretim aşamasında, kalite ön planda olması hedeflenmiştir. Kaliteli üretim, pazarda söz sahibi olma ihtimalini artıran bir faktördür. Kaliteli bir üretim yapabilmek için, üretilen ürünün sürekli kontrol edilmesi ve istenilen standartlara uygun olması beklenmektedir. Üretimde istenilen şartlar sağlandığında ise, sürekli olarak bu seviyede üretim yapılması beklenmektedir. Bu aşamada kaliteyi sürekli tutmak için gerekli tasarımları uygulayacağız. Uygulamayı düşündüğümüz işletme; dokumasız tekstil ile spunlace kumaş üreten bir tesistir.

3.1. Materyal

3.1.1. Spunlace Kumaş

Bu kumaş, elyafların basınçlı su işleminden sonra liflerin kendi arasında bağ kurup mukavemetli bir ürün oluşturmasına denmektedir. Spunlace kumaş, dokumasız tekstil alanı altında gelişen bir teknolojidir. Spunlace kumaş, polyester ve viskondan oluşmaktadır. Şekil 3.1.'de polyester ve viskon hammaddeleri gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Polyester ve viskon hammaddesi

Spunlace kumaşın hammaddeleri olan viskon ve polyesterlerin teknik özellikleri şu şekildedir.

- Viskon; incelik: 1,71 dtex – uzunluk: 51mm
- Polyester; incelik: 1,62 dtex – uzunluk: 38mm

İşletmede bu teknik özelliklere sahip elyaflar kullanılmaktadır. Bu elyaflar istenildiği oranda karıştırılarak, istenilen hammadde oranı sağlanabiliyor. Hammadde oranı sağlandıktan sonra istenilen yoğunlukta (gr/m^2) kumaşların oluşması için basınçlı su jeti alanına gönderiliyor. Şekil 3.2.'de su jeti gösterilmektedir.



Şekil 3.2. Su jeti

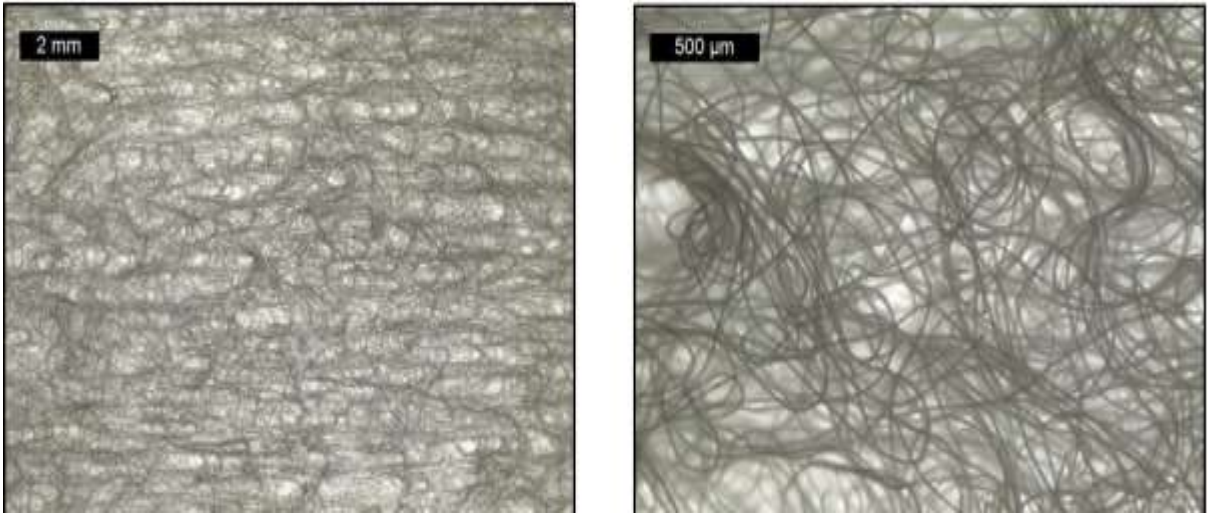
İstenilen yoğunlukta (gr/m^2) gönderilen elyafların su jetinin basıncı ile birlikte, liflerinin bağlanmasıyla spunlace kumaşlar oluşmaktadır.

Sistemde 8 adet su jeti bulunmaktadır. 1 ve 2 numaralı su jeti bölümü sistemde yedekleme olarak kullanılmaktadır. Herhangi bir arıza durumunda yedek su jetleri arayüz yardımıyla devreye alınmaktadır. 3 ve 4 numaralı su jetleri, konveyör banttan gelen ürünü belirlenen basınçlarla ıslatarak, ürünün tambura yapışmasını sağlamaktadır. 5 ve 6 numaralı su jetleri, enine kopma mukavemetini (N) sağlamaktadır. 7 ve 8 numaralı su jetleri, boyuna kopma mukavemetini (N) oluşturmaktadır. Kaliteli üretim için kullanılacak olan su jetleri 5-6 numaralı ve 7-8 numaralı su jetleridir.

Kaliteli üretim ve kalite iyileştirmesi yapabilmek için su jetlerinin basınç seviyeleri çok önemlidir. Ürün üretilirken istenilen yoğunlukta (gr/m^2) ürünün doğru bir şekilde basınç altında üretilmesi gerekmektedir. Olması gerekenden az basınç uygulanırsa mukavemet değerleri düşük, olması gerekenden fazla basınç uygulanırsa kumaşta yırtılmalar meydana gelmektedir. Bunu engellemek için olması gereken basınç sabit bir şekilde üretimin sonuna kadar uygulanması gerekmektedir. Çalışmanın hedefi belirlenen kalite standartlarını elde etmek için bu basıncı üretimin başından sonuna kadar sabit tutmaya çalışmaktır. Bu basıncı sağlayan ise sistemdeki endüstriyel doğru akım elektrik motoru ve buna bağlı bir yüksek basınçlı su pompası bulunmaktadır. Basınç bilgisi ise su jetlerinde bulunan basınç sensörleri tarafından görülmektedir. Üretim aşamasında suda oluşan kalıntılardan dolayı basınç sensörlerinde bilgi

hatası yaşanmaktadır. Bu hatadan dolayı olması gereken basınç seviyelerinde farklılık görülmektedir. Yaşanan bu basınç farklılıklarından dolayı istenilen kalite seviyeleri elde edilememektedir. Kalite standartlarına uygun üretim yapabilmek için basınç sensörlerini devre dışı bırakıp, olması gereken basınç seviyelerini doğru akım elektrik motorunun devrini üretimin sonuna kadar sabit tutarak elde edeceğiz. Böylelikle istenilen basınç üretim sonuna kadar sabit kalacaktır ve ürünler üretimin başından sonuna kadar istenilen kalite standartlarında üretilmiş olacaktır.

Oluşan kalite standartlarına uygun kumaşlar mikroskop yardımıyla gözlemlenmiştir. Şekil 3.3.'de spunlace kumaştaki liflerin bağları gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Spunlace kumaşın mikroskop görüntüsü (10x-55x) (Çelikten, 2019)

Bu bağların yeterli seviyede olması mukavemet değerlerini etkilemektedir. Mukavemet değerleri ise ürünün kalitesinde başrol oynamaktadır. Şekil 3.3.'de görüldüğü üzere elyaflardaki lifler, düzenli ve aralıksız olarak kendi arasında bağ kurmuştur. Oluşan bu bağlardan sonra ise spunlace kumaş isteğe göre desenleme işlemine girmektedir. Desenleme işleminin kaliteli olabilmesi ise bu bağların iyi bir şekilde bağ kuması ile ilgilidir. Bağların iyi bir şekilde bağlanması, su jetinin yeterli ve doğru bir şekilde basınç oluşturması ile alakalı bir durumdur. Şekil 3.4.'de spunlace kumaşın üretimdeki desenleri gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Spunlace kumaş desenleri; düz desen, petek desen, mesh desen ve kağıtlı ürün

3.1.1.1. Spunlace Kumaşın Teknik Özellikleri ve Kullanım Alanları

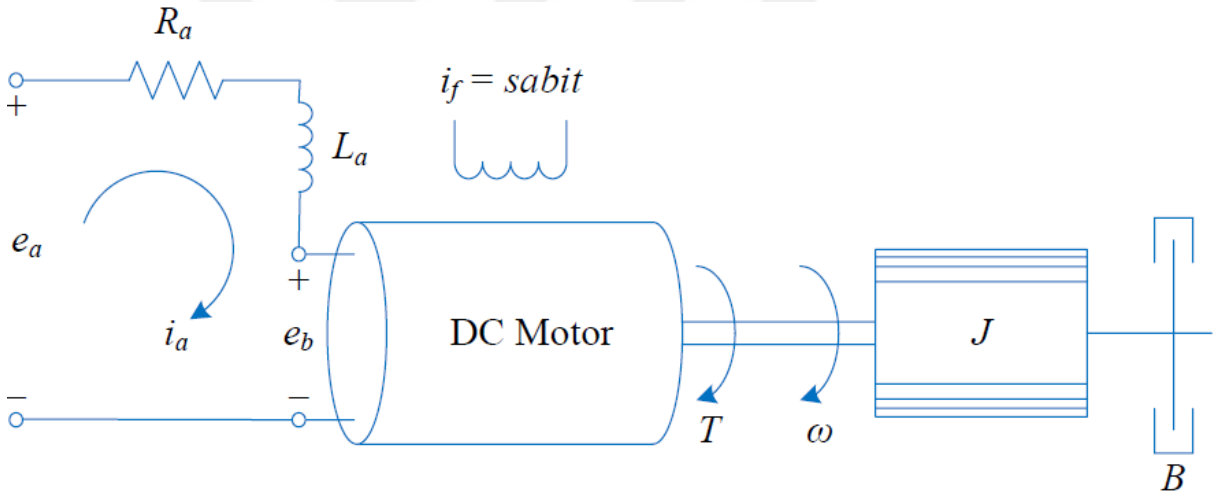
Spunlace kumaş, esnek ve kullandığı yerlere zarar verici özelliği olmayan bir kumaştır. Yüksek mukavemete sahip ve kaliteli bir kumaş türüdür. Bu kumaş türü iyi derecede havalandırmaya sahiptir. Emiş gücü iyi ve hızlıdır. Yıkabilmesi ise birden fazla kullanıma uygunluk sağlamaktadır. Farklı desenlere sahip olan bu kumaş türünün kullanım alanları ise;

- Temizlik alanlarında; iyi bir emiş gücüne sahip olması nedeniyle temizlik ürünlerinde, silme ve kurulamada sıkça kullanılmaktadır.
- Kozmetik alanında; emici özelliği nedeniyle makyaj temizlik bezi ve ağda bezi olarak kullanılmaktadır.
- Sağlık alanında; yapışkan bant (yara bandı), medikal önlük, bebek bezi gibi kullanımı vardır.
- Genel hijyenik alanlarda; farklı desenlere sahip olması ve emici özelliği nedeniyle ıslak mendil sektöründe sıkça kullanılmaktadır.

3.1.2. Doğru Akım Elektrik Motoru

Spunlace kumaşta kalite iyileştirmesi yapılması için su jetlerinin basıncının doğru bir şekilde oluşması gerekmektedir. Su jetlerinin basıncı mekanik olarak bir motor tarafından dakikada yaptığı devir sayesinde olmaktadır. Endüstriyel motorun devri arttıkça su jetlerinin basıncıda artmaktadır. Bu yüzden kalite iyileştirmesi yapılırken kullanılan doğru akım motorun dakikada yaptığı devir sayısı kontrol edilecektir.

Doğru akım motorları, elektrik enerjisini mekanik enerjiye çeviren sistemlerdir. Bu motorlar endüstride dönme gücü isteyen yerlerde tercih edilmektedir. Doğru akım motorlarının devri kontrol edilmek istendiğinde, bu kontrol rotora gelen akımla ilgilidir. Bu akım, azaltılıp çoğaldığında motorun devri azalır ya da artar. Doğru akım motorlarının yönü ise (saat yönü veya saat yönü tersi) motora gelen gerilimin “+” ve “-” uçları yer değiştirilmesiyle elde edilmektedir.



Şekil 3.5. Doğru akım elektrik motoru eş değer devresi (Hekimoğlu, 2019)

Şekil 3.5.'de doğru akım elektrik motorunun elektriksel eş değer devresi gösterilmektedir. Bu devreye göre transfer fonksiyonu elde edilip hız kontrolü yapılacaktır.

Kapalı bir devrede tüm elemanların üzerine düşen toplam gerilim Kirchhoff'un gerilim yasasına göre sıfıra eşit olduğu kabul edilmektedir.

$$\sum E_a = 0 \quad (3.1)$$

$$E_a - R_a I_a - L_a s - e_b = 0 \quad (3.2)$$

Motorda indüklenen gerilim ise şu şekilde bulunmaktadır.

$$e_b = K_b \frac{d\theta}{dt} = K_b \omega_{(s)} \quad (3.3)$$

Motor eş değer devresine ait gerilim denklemlerini elde ettikten sonra motor sabitlerini elde etmemiz gerekmektedir. Dönmeye karşılık sürtünme kuvvetinden meydana gelen motor momenti ve motor sabitleri aşağıdaki gibi oluşmaktadır.

$$T = K I_a \quad (3.4)$$

$$I_a = \frac{T}{K} \quad (3.5)$$

Başlangıç koşulları sıfır kabul edilir ve saat yönü dönme pozitif kabul edilerek aşağıdaki denklemler elde edilmektedir.

$$T = J_s \omega + B \omega \quad (3.6)$$

$$T = \omega_{(s)} (J_s + B) = K I_a \quad (3.7)$$

Elde edilen denklemler, denklem (3.2)'de yerlerine yazılarak yeni denklem elde edilir. Elde edilen yeni denklem şu şekildedir;

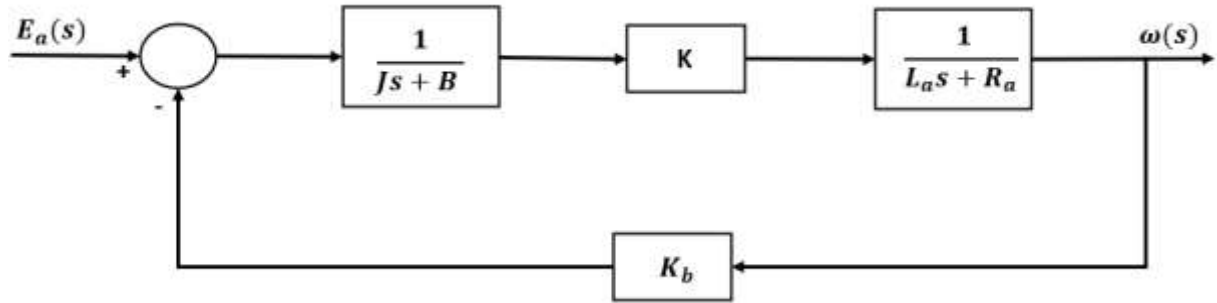
$$E_{a(s)} = \omega_{(s)} \left[\frac{(J_s + B)(R_a + L_a s)}{K} + K_b \right] \quad (3.8)$$

$$E_{a(s)} K = \omega_{(s)} [(J_s + B)(R_a + L_a s) + K_b K] \quad (3.9)$$

Bu denklemlerden sonra doğru akım elektrik motorunun transfer fonksiyonu şu şekilde yazılabilir.

$$G_{(s)} = \frac{\omega(s)}{E_a(s)} = \left[\frac{K}{(Js + B)(L_a s + R_a) + K_b K} \right] \quad (3.10)$$

Denklem (3.10)'da oluşturulan transfer fonksiyonu (Hekimoğlu, 2019) tarafından yapılan çalışmayla desteklenmiş olup, şekil 3.6.'da blok şeması olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Doğru akım elektrik motoru blok şeması

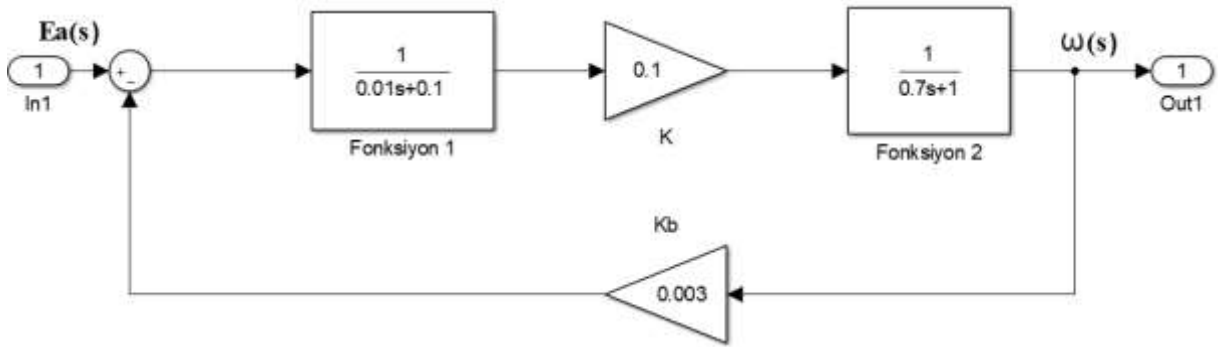
Denklem (3.1)'den denklem (3.10)'a kadar olan semboller; açıklama, değer ve birim olarak çizelge 3.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Doğru akım elektrik motoru parametreleri

Sembol	Açıklama	Değer	Birim
R_a	Devre direnci	0,1	Ω
L_a	Devre endüktansı	0,7	H
I_a	Devre akımı	-	A
i_f	Devre alanın akımı	-	A
e_a	Sistemdeki gerilim	-	V
J	Eylemsizlik momenti	0,01	Kg.m^2
ω	Açısal hız	-	Rad/s
e_b	Zıt elektromotor kuvveti	-	V
T	Motor momenti	-	N.m

K_b	Motor kuvvet sabiti	0,003	V.s
K	Moment sabiti	0,1	N.m/A
B	Sürtünme sabiti	0,1	N.m.s/rad

Çizelge 3.1.'de sistemdeki kullanacağımız motorun parametreleri gösterilmiştir. Bu parametrelere göre kontrol edeceğimiz motorun matlabta blok şeması oluşturulmuş olup blok şeması şekil 3.7.'de gösterilmiştir.

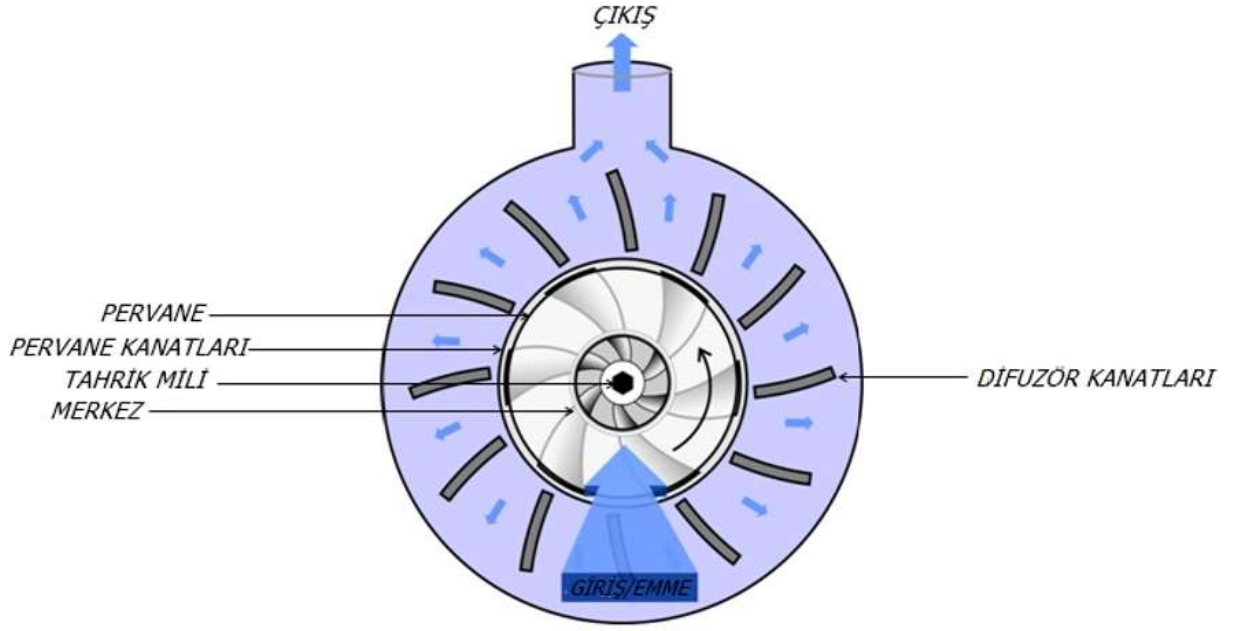


Şekil 3.7. Doğru akım elektrik motoru matlab blok şeması

3.1.3. Yüksek Basınçlı Su Pompası

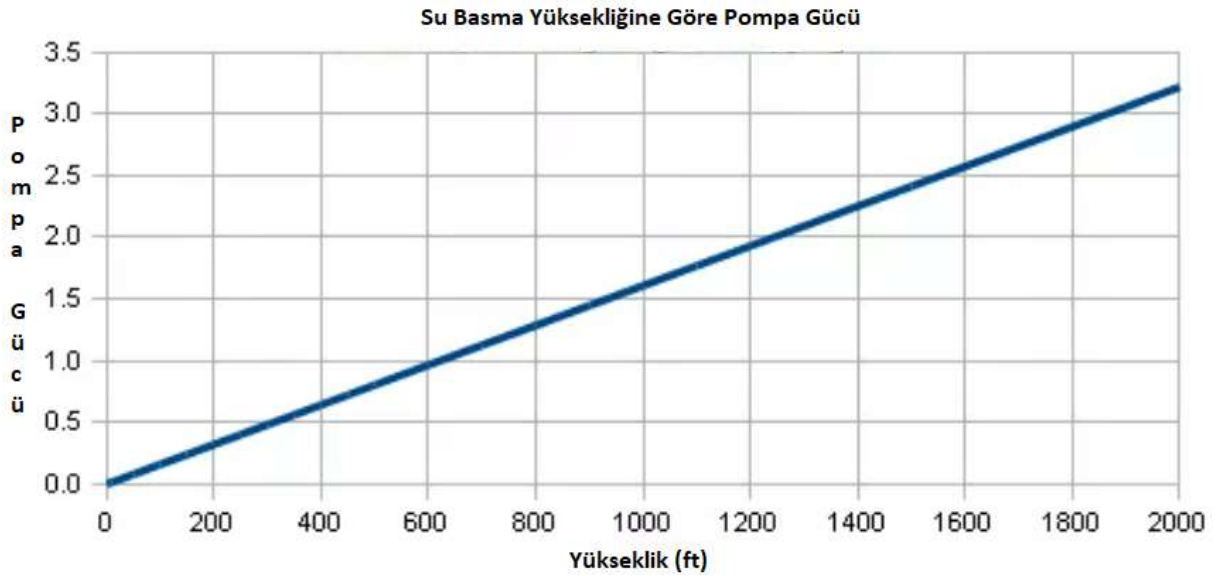
Yüksek basınçlı su pompası, ihtiyaca göre sıvıların düşük basıncını yükseltme görevini üstlenmektedir. Sistemde kullanacağımız yüksek basınçlı su pompasının endüstrideki adı santrifüj pompasıdır.

Santrifüj pompası, sıvının basıncını artırmak için, içinde bulunan çarkın istenilen hızda dönmesiyle meydana gelir. Dönme gücü ise motordan alınmaktadır. Pompaya bağlanan motorun devrine göre istenilen sıvı basıncı elde edilmektedir. Şekil 3.8.'de santrifüj jet pompasının yapısı gösterilmektedir. Şekil incelendiğinde giriş/emme tarafından gelen sıvı, çarklara iletilmektedir. Çarkların motor yardımıyla dönmesiyle birlikte sıvıya basınç kazandırılır ve basınçlı sıvı çıkış kısmından su jetine gönderilir.



Şekil 3.8. Santrifüj jet pompası (Anonim, 2018)

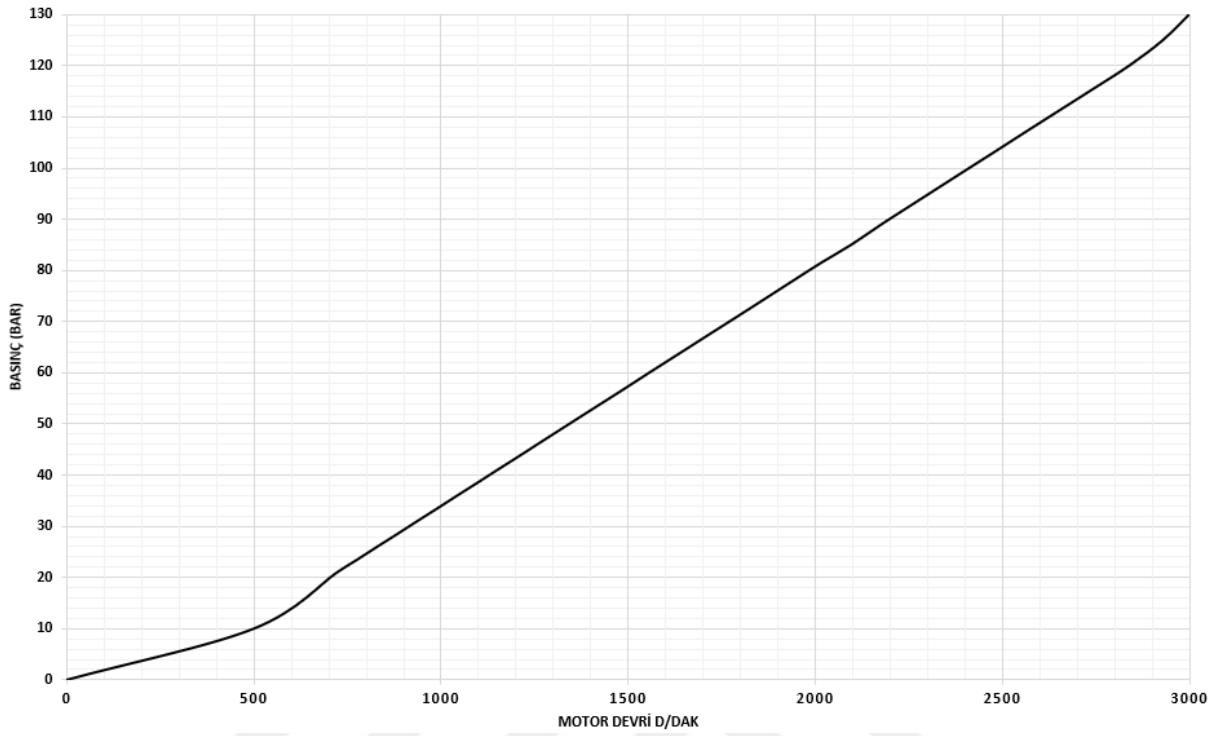
Sistemde kullanılan pompanın sıvı basma gücü şekil 3.9.'da gösterilmiştir. Güç artıkça su basma gücü doğrusal şekilde artmaktadır. Pompanın basma gücünü etkileyen unsur ise pompaya bağlı olan motorun devridir. Devir artıkça doğrusal şekilde pompanın sıvı basma gücünde doğrusal bir şekilde artmaktadır.



Şekil 3.9. Pompanın sıvı basma gücü (Sümer, 2019)

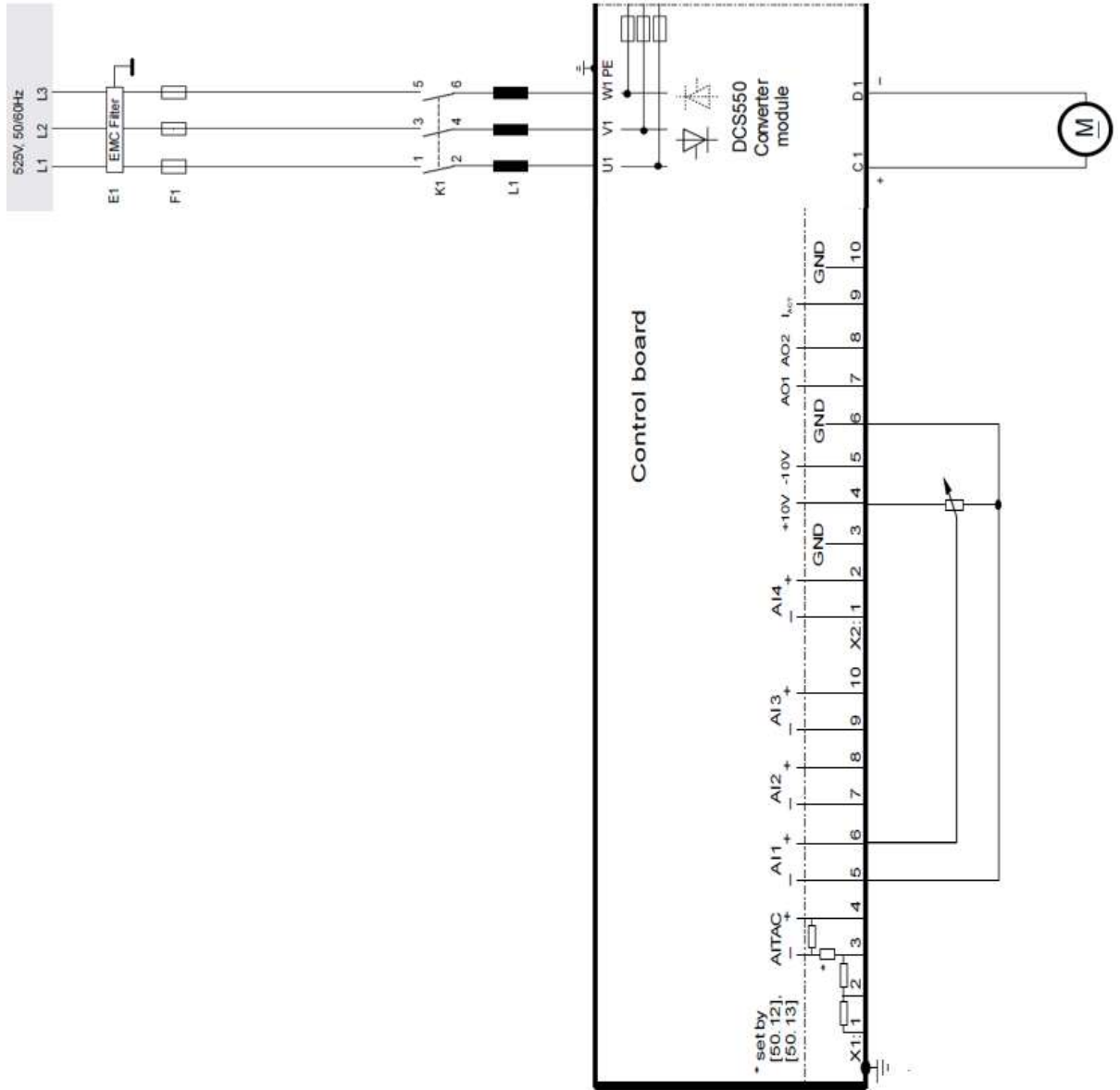
Pompaya bağlı olan doğru akım motorunun devri artıkça pompanın gücünde artmaktadır. Sistemde bulunan su jetlerine basınçlı su iletimi görevinde bulunan pompanın, basınçlı sıvı transferi sayesinde su jetinde istenilen basınç seviyeleri oluşmaktadır.

Pompaya bağı olan doğru akım elektrik motorunun devriyle (d/dak) ilişkili olarak su jetinde oluşan basınç (bar) değerleri grafik olarak şekil 3.10.'da gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Su jetinde devire bağı olarak oluşan basınç grafiğı

Santrifüj jet pompasında istenilen basınç değerlerinin elde edilmesi için pompaya bağı olan doğru akım elektrik motorunun devrinin hassas bir şekilde kontrol edilmesi gerekmektedir. Hassas bir kontrolcü olarak özel bir firmanın üretmiş olduğı yüksek güce dayanabilen doğru akım elektrik motor sürücüsü kullanılmaktadır. Şekil 3.11.'de doğru akım elektrik motor sürücüsü gösterilmiştir.



Şekil 3.11. Doğru akım elektrik motor sürücüsü

Şekil 3.11. incelendiğinde C1 ve D1 çıkışından motorumuza enerji gitmektedir. Motorumuzun hızını kontrol etmek için ise X1 klemens grubundan 6 numaralı kontak girişine 0-10 volt doğru akım volt girişi yapılmaktadır. Sürücü parametrelerinden motorun 0-3000 devir arasında bir değere sahip olduğu bilgisi girilmiştir. Kullanacağımız bulanık mantık denetleyicisinden X1-6 numaralı kontak girişine gelecek olan referans sinyaline göre (0-10V) C1 ve D1'den belirlenen bir gerilim elde edilecektir. Bu sayede motorumuz istendiği devirde hassas bir şekilde referans sinyaline göre sabit dönecektir.

3.2. Yöntem

İşletmede ürün üretilirken istenilen kaliteyi elde etmek ve üretilmesi muhtemel olan ürünlerin kalite standartlarını tespit edip kalite üst seviyede tutulacaktır. Kalitenin üst seviyede olması için endüstri 4.0 teknolojisinin “akıllı fabrikalar” mantığı kullanılmıştır. Akıllı fabrikalara göre; insan gücünü azaltmak, ürünü üretecek olan otomasyon sistemini akıllı hale getirmektir. Otomasyon sistemi akıllı hale getirilirken yapılması gereken ilk aşama müşteri arayüzü oluşturmaktır. Bu arayüze göre müşteri istediği ürünü seçecek, seçilmiş olan ürünler otomasyon sisteminde üretim sırasına dahil edilecektir. Üretim sırası gelen ürünler üretim aşamasına alınacak, böylece hatalı ve eksik üretimin önüne geçilecektir. Hatasız olan ürünlerin ise kaliteli olabilmesi için yapay zeka öğrenimi ve bulanık mantık kontrolcüsü kullanılacaktır.

Çizelge 3.2. Desen-kilo(kg) tablosu

Kilo(kg) Desen	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
01 (Düz)	500.01	1000.01	1500.01	2000.01	2500.01	3000.01	3500.01	4000.01
02 (Petek)	500.02	1000.02	1500.02	2000.02	2500.02	3000.02	3500.02	4000.02
03 (Mesh)	500.03	1000.03	1500.03	2000.03	2500.03	3000.03	3500.03	4000.03
04 (Kağıtlı)	500.04	1000.04	1500.04	2000.04	2500.04	3000.04	3500.04	4000.04
Kilo(kg) Desen	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000
01 (Düz)	4500.01	5000.01	5500.01	6000.01	6500.01	7000.01	7500.01	8000.01
02 (Petek)	4500.02	5000.02	5500.02	6000.02	6500.02	7000.02	7500.02	8000.02
03 (Mesh)	4500.03	5000.03	5500.03	6000.03	6500.03	7000.03	7500.03	8000.03
04 (Kağıtlı)	4500.04	5000.04	5500.04	6000.04	6500.04	7000.04	7500.04	8000.04

Tablonun tamamı ek-1'dedir.

Desen ve kilo seçimi yapıldıktan sonra. Sıradaki işlem hammadde oranı ve metre kareye düşen gram miktarı seçiminde.

Çizelge 3.3. Hammadde oranı (viskon)-gr/m² tablosu

Viskon Oranı Kumaş Yoğunluğu (Gr/m²)	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
35	35.00	35.05	35.10	35.15	35.20	35.25	35.30
40	40.00	40.05	40.10	40.15	40.20	40.25	40.30
45	45.00	45.05	45.10	45.15	45.20	45.25	45.30
50	50.00	50.05	50.10	50.15	50.20	50.25	50.30
55	55.00	55.05	55.10	55.15	55.20	55.25	55.30
60	60.00	60.05	60.10	60.15	60.20	60.25	60.30
65	65.00	65.05	65.10	65.15	65.20	65.25	65.30
70	70.00	70.05	70.10	70.15	70.20	70.25	70.30
75	75.00	75.05	75.10	75.15	75.20	75.25	75.30
80	80.00	80.05	80.10	80.15	80.20	80.25	80.30
85	85.00	85.05	85.10	85.15	85.20	85.25	85.30
90	90.00	90.05	90.10	90.15	90.20	90.25	90.30
95	95.00	95.05	95.10	95.15	95.20	95.25	95.30
100	100.00	100.05	100.10	100.15	100.20	100.25	100.30
105	105.00	105.05	105.10	105.15	105.20	105.25	105.30
110	110.00	110.05	110.10	110.15	110.20	110.25	110.30
115	115.00	115.05	115.10	115.15	115.20	115.25	115.30
120	120.00	120.05	120.10	120.15	120.20	120.25	120.30
125	125.00	125.05	125.10	125.15	125.20	125.25	125.30

Tablonun tamamı ek-2'dedir.

Müşterilerimiz bu tablolardan seçimlerini yaptıktan sonra oluşan talepler aynı anda tesisimiz tarafından görüntülenecektir ve otomasyon sistemine onaydan sonra dahil edilecektir. Örnek olarak iki tablodan seçim yapalım. Çizelgelerden seçimlerimizi 6500.01 ve 55.20 olarak

gerçekleştirdik. Bu seçimin anlamı; 6500 kiloya sahip, 01 kodlu düz desen, 55 gr/m² ve %20 viskon oranına sahip bir üründür.

Çizelge 3.4. Örnek ürün seçim tablosu

Sıra No	Müşteri	Teslim Yeri	Ürün Seçim Kodu	Ürün Detaylı Açıklama	Üretim Durumu
1	A	İthalat	6500.01.55.20	6500kg - düz desen 55gr/m ² - %20 viskon	Üretimde
2	B	ihracat	7500.02.60.45	7500kg - petek desen 60gr/m ² - %45 viskon	Onaylandı
3	C	İthalat	1500.01.45.15	1500kg - düz desen 45gr/m ² - %15 viskon	Onaylandı
4	D	ihracat	8500.03.65.30	8500kg - mesh desen 65gr/m ² - %30 viskon	Onaylandı
5	E	İthalat	22000.01.50.10	22000kg - düz desen 50gr/m ² - %10 viskon	Onaylandı
6	F	ihracat	18000.02.75.80	18000kg - petek desen 75gr/m ² - %80 viskon	Onaylandı
7	G	İthalat	25000.01.85.15	25000kg - düz desen 85gr/m ² - %15 viskon	Onaylandı
8	H	ihracat	2500.04.60.65	2500kg - kağıtlı ürün 60gr/m ² - %65 viskon	Onaylandı
9	X	İthalat	15000.01.95.05	15000kg - düz desen 95gr/m ² - %05 viskon	Onaylandı
10	Y	ihracat	9000.03.40.35	9000kg - mesh desen 40gr/m ² - %35 viskon	Onaylandı

İstenilen ürünler müşteriler tarafından seçilmiş olup çizelge 3.4.'de gösterilmiştir. Bu seçimlerin ardından ürünlerin üretime geçmesi için onay işlemine alınır ve ürünler üretim aşamasına sırasıyla aktarılır. Sistemin altyapısında gerçekleşen önemli değişkenler, gr/m² ve kilogram miktarıdır. Gr/m²'ye atanmış olan değişken ile enine ve boyuna kopma mukavemet verilerini kontrol edeceğiz. Kilogram miktarı ile üretimin bittiğini yeni üretime geçilmesi gerektiğini kontrol edeceğiz.

Daha önceden üretilmiş olan ürünlerin istenilen kalite değerlerine sahip mukavemet verileri (35gr/m² ile 90gr/m² arası) kayıt altına alınmıştır. Bu verilere göre üretilmesi muhtemel olan (95gr/m² ile 300gr/m² arası) ürünlerin mukavemet değerleri yapay zeka yöntemi ile belirlenecek ve kalite iyileştirilmesi yapılacaktır.

Çizelge 3.5. 35gr/m² - 40gr/m² - 55gr/m² boyuna ve enine kopma mukavemet verileri

35 gr/m² Kumaş Yoğunluğuna Sahip Mukavemet Değerleri							
Boyuna Mukavemet	F _H	ε _H	b	Enine Mukavemet	F _H	ε _H	b
n=4	N	%	cm	n=4	N	%	cm
ortalama	114,3	26,0	0,5	ortalama	22,5	160,0	0,5
40 gr/m² Kumaş Yoğunluğuna Sahip Mukavemet Değerleri							
Boyuna Mukavemet	F _H	ε _H	b	Enine Mukavemet	F _H	ε _H	b
n=4	N	%	cm	n=4	N	%	cm
ortalama	118,4	30,0	0,5	ortalama	22,9	152,5	0,5
55 gr/m² Kumaş Yoğunluğuna Sahip Mukavemet Değerleri							
Boyuna Mukavemet	F _H	ε _H	b	Enine Mukavemet	F _H	ε _H	b
n=4	N	%	cm	n=4	N	%	cm
ortalama	123,3	35,0	0,5	ortalama	26,0	165,0	0,5

Çizelge 3.5.'de bazı ürünlerin mukavemet değerleri paylaşılmıştır. Sürekli üretilen ürünlerin ise mukavemet değerleri kayıt altına alınıp çizelge 3.6.'da paylaşılmıştır.

Çizelge 3.6. 35-90gr/m² arası boyuna ve enine kopma mukavemet değerleri

Kumaş Yoğunluğu (Gr/m²)	Boyuna Kopma Mukavemeti (N)	Enine Kopma Mukavemeti (N)
35	114,300	22,500
40	118,400	22,900
45	119,900	23,400
50	121,800	24,600
55	123,300	26,000
60	125,400	28,100
65	127,700	29,300
70	130,100	31,100
75	132,200	32,500
80	134,700	33,200
85	138,900	35,800
90	143,200	37,900

Çizelge 3.6.'da belirtilen daha önceden üretilmiş olan ürünlerin istenilen kaliteye sahip mukavemet verilerini kullanıp, üretilmesi muhtemel olan ürünlerin kalite değerlerini elde edeceğiz. Bu değerleri elde ederken yapay zeka yöntemlerini kullanacağız. Gerçek verileri yapay zeka yöntemi ile eğitip üretilmesi muhtemel olan veriler hakkında tahmin yapılması gerekmektedir. Yapay zeka eğitim süreci başarılı olarak kabul edilirse yapay zeka ile bulunan verilere göre kalite iyileştirmesi yapılacaktır. Yapay zekanın tahmin yapabilmesi için üretilmesi muhtemel olan ürünlerin mukavemet verilerini de oluşturmak gerekmektedir. Bu veriler (95gr/m² – 300gr/m²) elimizde olmadığı için regresyon analizi yaparak, sürekli üretilen ürünlerdeki (35gr/m² – 90gr/m²) gerçek verilere dayanarak değişkenler arasındaki ilişkiyi inceleyip, bu ilişkidən doğan fonksiyona göre mantıksal bir tahmin yapılacaktır. Yapılan işlemlerden sonra veriler, yapay zeka yöntemleri ile eğitilip elde edilen veriler sistemde kullanılacaktır.

Regresyon analizinde kullanılacak denklemler, denklem (3.11), (3.12) ve denklem (3.13)'de gösterilmiştir. Bu denklemlere göre; x değişkeni bağımsız değişken (gr/m²), y değişkeni bağımlı değişken (mukavemet verileri) ve n ise değişkenler sayısını ifade etmektedir.

$$a = \left[\frac{\sum y \sum x^2 - \sum x \sum xy}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \right] \quad (3.11)$$

$$b = \left[\frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \right] \quad (3.12)$$

$$y = bx + a \quad (3.13)$$

Çizelge 3.6.'da yazılmış olan gerçek verileri kullanıp, regresyon analizi yapıldığında elde ettiğimiz fonksiyon değerleri; boyuna kopma mukavemeti (N) için “y= 0,476x + 97,741” ve r=0.989985068548424 yüksek pozitif ilişkili, enine kopma mukavemeti (N) için “y=0,287x + 11,018” ve r=0.990338784131687 yüksek pozitif ilişkili şeklinde oluşmuştur. Bu fonksiyonları kullanıp 95gr/m² ile 300gr/m² arasındaki değerleri, gerçek veriler (35gr/m² - 90gr/m²) arasındaki ilişkiye göre mantıksal tahminlerde bulunacağız.

Çizelge 3.7. Gerçek veriler analizi sonucunda bulunan tahmini veriler

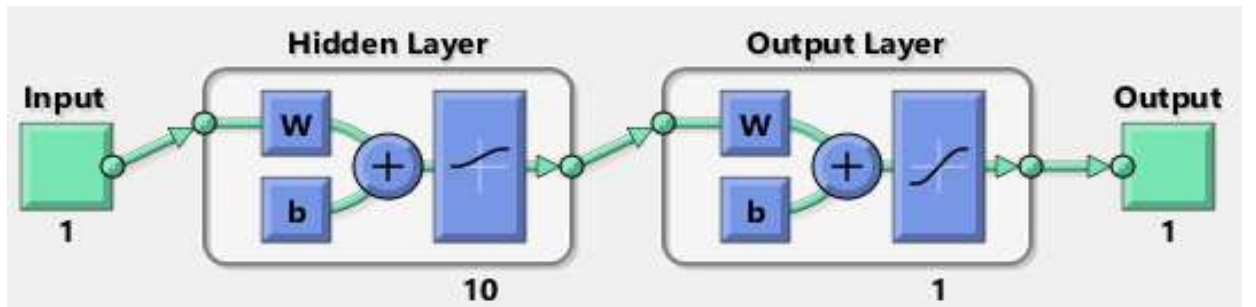
Kumaş Yoğunluğu (Gr/m²)	Boyuna Kopma Mukavemeti (N)	Enine Kopma Mukavemeti (N)
95	142,961	38,283
100	145,341	39,718
105	147,721	41,153
110	150,101	42,588
115	152,481	44,023
120	154,861	45,458
125	157,241	46,893
130	159,621	48,328

135	162,001	49,763
140	164,381	51,198
145	166,761	52,633
150	169,141	54,068
155	171,521	55,503
160	173,901	56,938
165	176,281	58,373
170	178,661	59,808
175	181,041	61,243
180	183,421	62,678
185	185,801	64,113
190	188,181	65,548
195	190,561	66,983
200	192,941	68,418
205	195,321	69,853
210	197,701	71,288
215	200,081	72,723
220	202,461	74,158
225	204,841	75,593
230	207,221	77,028
235	209,601	78,463
240	211,981	79,898
245	214,361	81,333
250	216,741	82,768
255	219,121	84,203
260	221,501	85,638

265	223,881	87,073
270	226,261	88,508
275	228,641	89,943
280	231,021	91,378
285	233,401	92,813
290	235,781	94,248
295	238,161	95,683
300	240,541	97,118

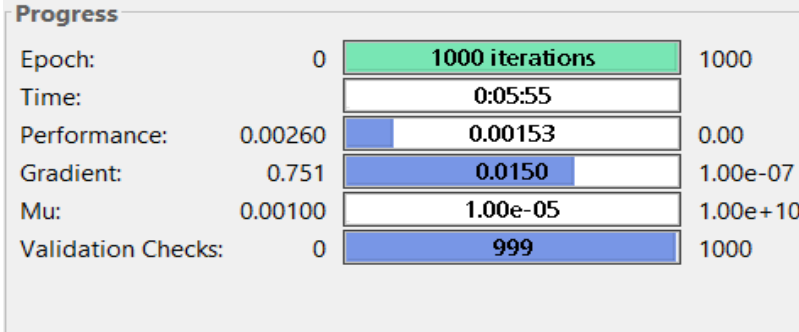
Çizelge 3.6. ve çizelge 3.7.'de oluşan verileri kullanarak yapay zeka öğrenimi gerçekleştirilecektir. Eğitilen verilerin test sonuçları alınarak yeni veriler elde edilecektir. Bu aşamadan sonra elde edilen verilere göre kalite mukavemet değerleri kullanılacaktır. Yapay zeka eğitimi için oluşturulan ağ özellikleri;

- Ağ tipi = ileri ve geri beslemeli ağ,
- Eğitim fonksiyonu = TRAINLM,
- Adaptasyon öğrenme fonksiyonu = LEARNINGDM,
- Performans fonksiyonu = MSE,
- Nöron sayısı = 10,
- Transfer fonksiyonu = LOGSIG,



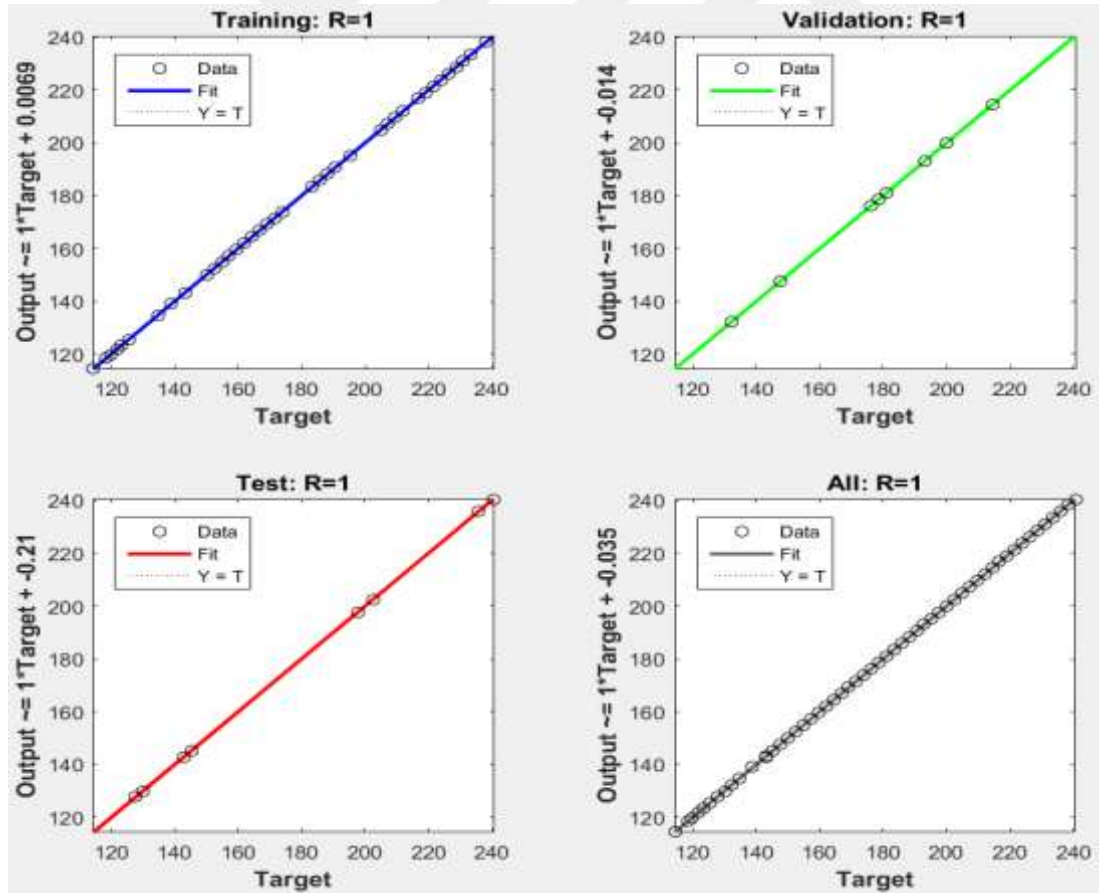
Şekil 3.12. Yapay zeka ağ yapısı

Şekil 3.12.'da gösterildiği üzere yapay zeka ağ yapısı tasarlanırken, 54 giriş ve 54 çıkışa sahip olarak oluşturulmuştur. Şekil 3.12. incelendiğinde, 10 gizli nörondan oluştuğu da görülmektedir.



Şekil 3.13. Yapay zeka eğitim süreci

Yapay zeka modeli eğitilirken iyi bir sonuç elde etmek için 1000 yineleme olarak eğitilmiş ve en iyi sonucu ulaşmak için ağ 7 kez çalıştırılmıştır.



Şekil 3.14. Yapay zeka eğitimi sonucu oluşan grafikler

Şekil 3.14.'da görüldüğü üzere; eğitim grafiği, doğrulama grafiği ve test grafiklerinin eğitimleri 1 olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuç ise çok iyi oranda eğitimin sağlanmış olduğu anlaşılmaktadır. Bu eğitim sonucu oluşan veriler çizelge 3.8.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.8. Yapay zeka eğitim sonuçları

Kumaş Yoğunluğu (Gr/m²)	Boyuna Kopma Mukavemeti (N)	Yapay Zeka Eğitim Sonuçları (N)	Hata Değerleri	Enine Kopma Mukavemeti (N)	Yapay Zeka Eğitim Sonuçları (N)	Hata Değerleri
35	114,300	114,301	-0,001	22,500	22,555	-0,055
40	118,400	118,375	0,027	22,900	22,793	0,107
45	119,900	119,935	-0,035	23,400	23,440	-0,040
50	121,800	121,593	0,207	24,600	24,596	0,004
55	123,300	123,454	-0,154	26,000	26,135	-0,135
60	125,400	125,483	-0,083	28,100	27,829	0,271
65	127,700	127,643	0,057	29,300	29,501	-0,201
70	130,100	129,895	0,205	31,100	31,065	0,035
75	132,200	132,211	-0,011	32,500	32,494	0,006
80	134,700	134,666	0,034	33,200	33,760	-0,560
85	138,900	138,908	-0,008	35,800	35,808	-0,008
90	143,200	143,209	-0,009	37,900	37,908	-0,008

Tablonun tamamı Ek-3'dedir.

Çizelge 3.8.'de görüldüğü üzere yapay zeka eğitimi sonucunda bulunan değerler, gerçek değerlere çok yakındır. Sistemde referans olarak yapay zeka eğitimindeki bulunan veriler kullanılacaktır.

Enine ve boyuna kopma mukavemetlerini elde etmek için doğru akım elektrik motorunun dakikada yaptığı devri kontrol etmemiz gerekmektedir. Motorun devrine göre basınç seviyesi artıp azalacaktır. İstenilen mukavemet değerlerine ulaşmak için sistemdeki doğru akım elektrik motoru referans değerine göre sabit hızda dönmesi gerekmektedir. Uzun

süre üretim aşamasında olan sistem, motorun çalıştığı süre boyunca basınç değerleri kendiliğinden değişmektedir. Değişen bu basınç değerleri ise kaliteli üretim yapmamızın önüne geçmektedir. Basınç değerlerinin değişmesinin başlıca nedeni suda bulunan kalıntılardır. Bu kalıntılar zamanla su jetinde bulunan basınç sensörünün yanlış bilgi vermesine neden olmakta ve olması gereken basıncı değiştirmektedir. Olması gereken basınç değiştiği için istenilen seviyede kaliteli üretim yapılamamaktadır. Kaliteli üretimin yapılması için motor devri sürekli olarak kontrol edilmeli ve üretim boyunca motorun devri sabit tutulmaya özen gösterilmelidir. Bunu yapmak için basınç sensörünü iptal edip referans değerlerine göre doğru akım elektrik motorunu kontrol etmemiz gerekmektedir. Bunu sağlamak için bulanık mantık kontrolcüsü kullanılacaktır. Bulanık mantık kontrolcüsü kullanılırken referans değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Referans değerleri, basınç değerlerini oluşturan motorun devridir. Bu motor devri ise 0-10 volt bir gerilimle kontrol edilecektir.

Çizelge 3.9. Boyuna kopma mukavemet değerleri için basınç ve motor devirleri

Kumaş Yoğunluğu (Gr/m²)	Boyuna Kopma Mukavemeti (N)	Ortalama Basınç (bar)	Referans (V)	Ortalama Motor Devri (d/dk)
35	114,301	50	4,48	1344
40	118,375	51,5	4,59	1376
45	119,935	53,5	4,73	1418
50	121,593	55,5	4,87	1461
55	123,454	57	4,98	1493
60	125,483	59	5,12	1536
65	127,643	61	5,26	1579
70	129,895	62,5	5,37	1611
75	132,211	64,5	5,51	1654
80	134,666	66	5,62	1686
85	138,908	68	5,76	1728

Tablonun tamamı Ek-4'dedir.

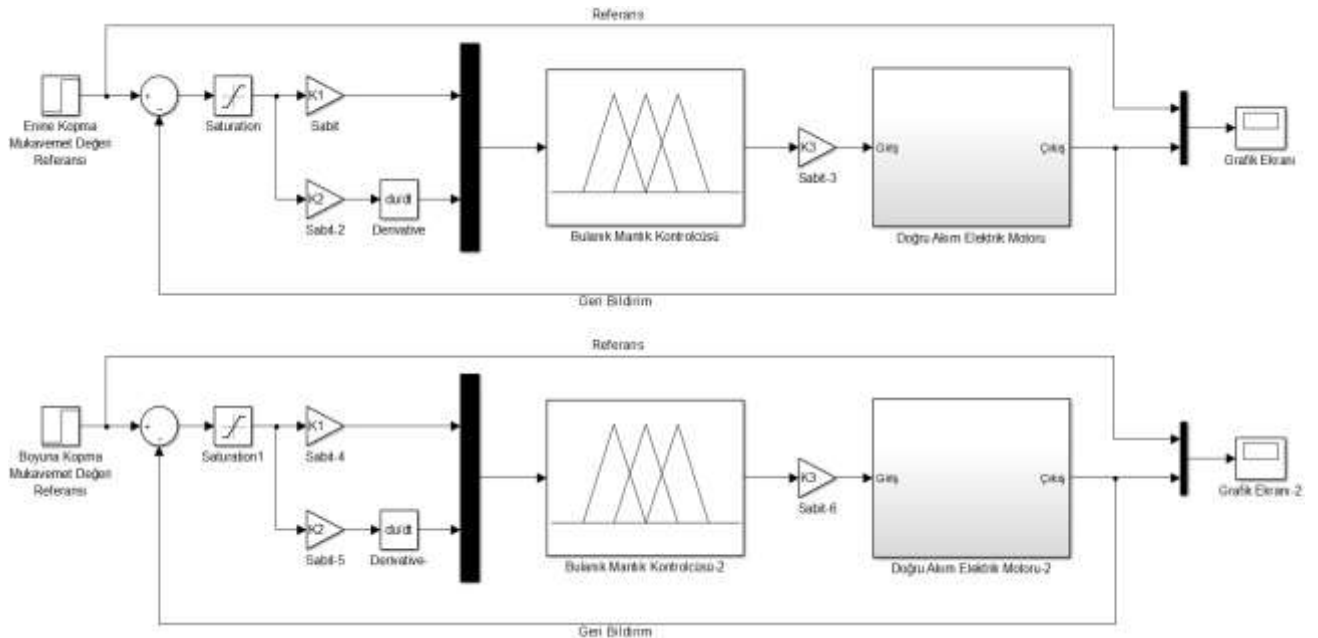
Çizelge 3.10. Enine kopma mukavemet değerleri için basınç ve motor devirleri

Kumaş Yoğunluğu (Gr/m²)	Enine Kopma Mukavemeti (N)	Ortalama Basınç (bar)	Referans (V)	Ortalama Motor Devri (d/dk)
35	22,555	21	2,41	723
40	22,793	23,50	2,59	777
45	23,440	26	2,77	830
50	24,596	28,50	2,95	884
55	26,135	31	3,12	937
60	27,829	33,50	3,30	991
65	29,501	36	3,48	1044
70	31,065	38,50	3,66	1098
75	32,494	41	3,84	1151
80	33,760	43,50	4,02	1205
85	35,808	46	4,19	1258
90	37,908	49	4,41	1322
95	38,293	52,5	4,66	1397
100	39,724	56,5	4,94	1483
105	41,165	60	5,19	1557
110	42,575	63,5	5,44	1632
115	44,033	67	5,69	1707
120	45,478	71	5,98	1793
125	46,908	74	6,19	1857
130	48,333	78	6,47	1942

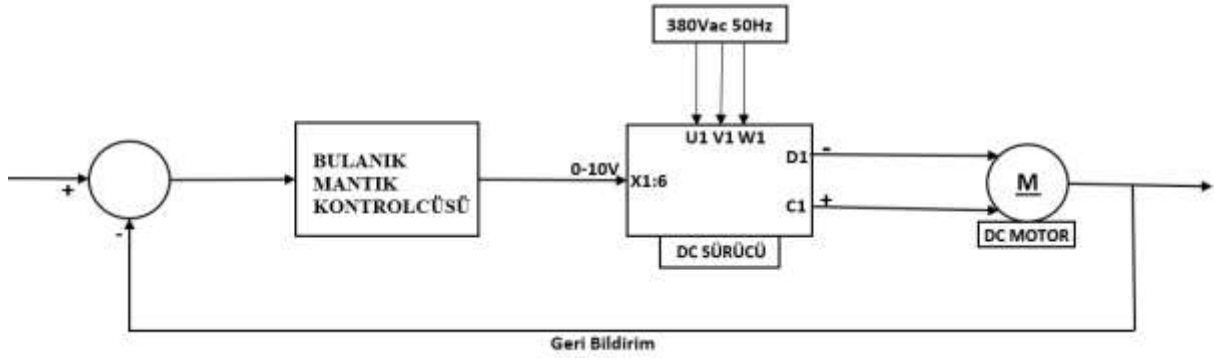
Tablonun tamamı Ek-5'dedir.

Çizelge 3.9. ve çizelge 3.10. incelendiğinde, belirlenen kumaş yoğunluğunda enine ve boyuna kopma mukavemet değerlerini elde etmek için uygulanan basınçların farklı olduğu görülmektedir. Bu basınçların farklı olmasındaki neden ürün üretilirken ilk önce enine kopma mukavemetleri oluşturulur daha sonra ise boyuna kopma mukavemetleri oluşturulmaktadır. Enine kopma mukavemetleri oluşurken elyaf şeklinde olan hammaddenin lifleri birbirine bağlı olmadığından dolayı, bu lifleri parçalamadan birbirine bağlamak için belirli seviyede basınç uygulanmaktadır. Uygulanan bu basınç sayesinde lifler birbirine bağlanır ve mukavemetli ürün oluşmaya başlar. Daha sonra birbirine bağlanan bu liflerin boyuna kopma mukavemet değerlerini artırmak için, enine kopma mukavemetlerde kullanılan basınç seviyesinden daha fazla basınç uygulanır ve ürün istenilen seviyede mukavemet değerlerine ulaşmış olur.

Bulanık mantık kontrolcüsünde aynı kumaş yoğunluğuna sahip olan ürün üretilirken aynı anda iki farklı doğru akım elektrik motorunu kontrol etmemiz gerekmektedir. Örnek olarak; 85 gr/m² kumaş yoğunluğuna sahip olan ürün üretilirken enine kopma mukavemet değeri için 46 bar basınç (1258 d/dak), boyuna kopma mukavemet değeri için 68 bar (1728 d/dak) olması gerekmektedir. Motorları matlab ortamında simülasyon yardımıyla kontrol edeceğiz şekil 3.15.'de kontrol sistemi, matlab simulinkte oluşturulmuştur. Şekil 3.16.'da ise bulanık mantık kontrolcüsünün sürücü ile bağlantı blok şeması gösterilmiştir.

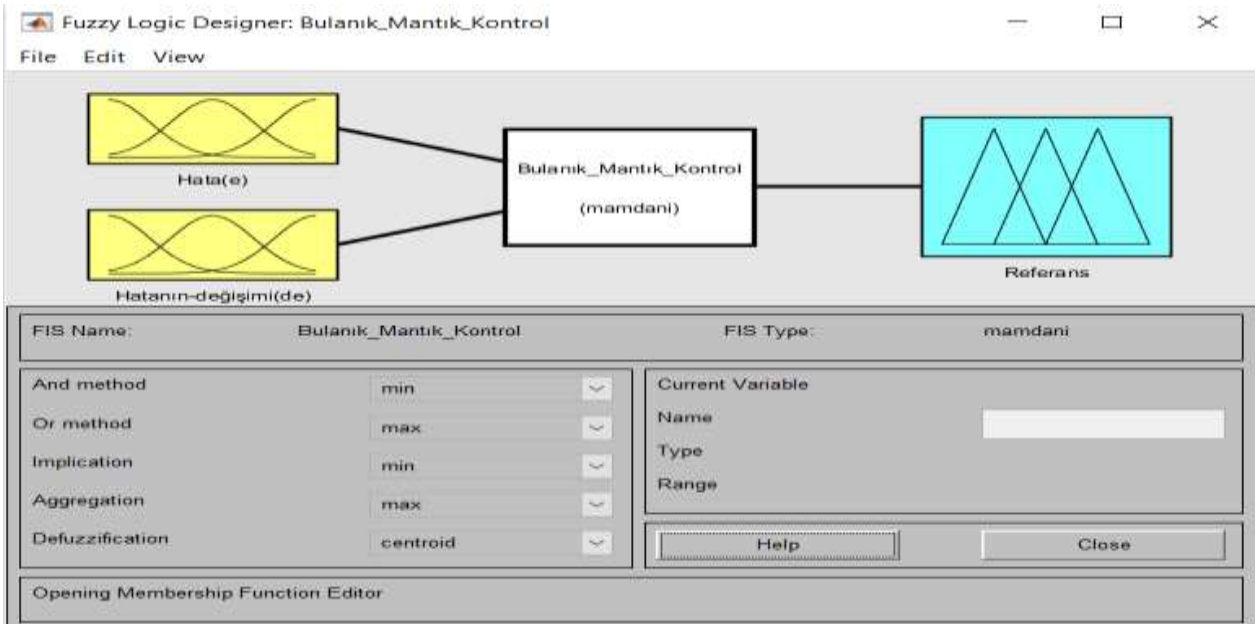


Şekil 3.15. Matlab simulink ortamında bulanık mantık kontrolcüsü simülasyonu



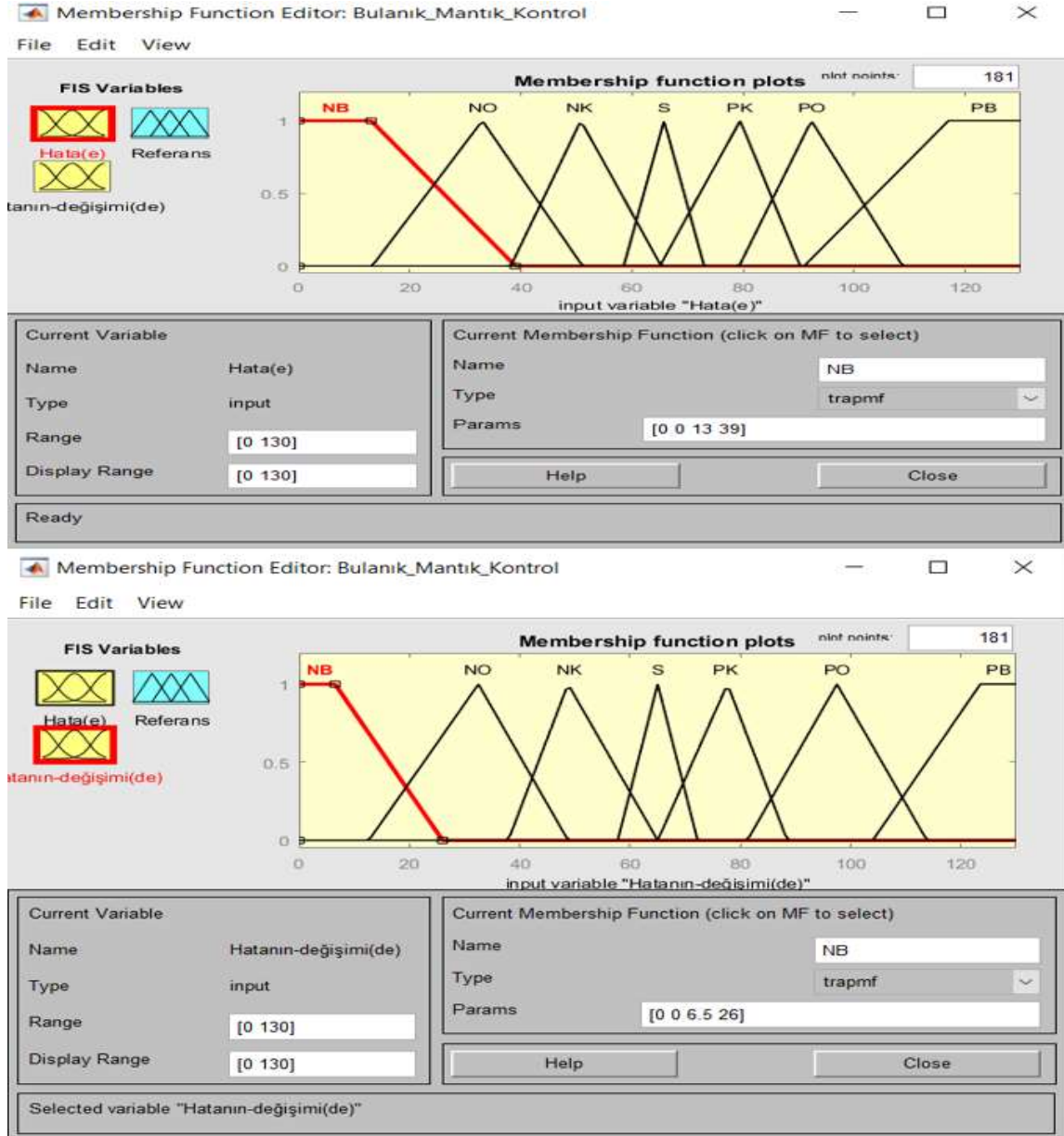
Şekil 3.16. Blok şeması

Doğru akım elektrik motorlarını kontrol etmek için bulanık mantık kontrolcüsü kullanılacaktır. Bulanık mantık kontrolcüsü 2 giriş ve 1 çıkıştan oluşacaktır. Girişler hata (e) ve hatanın değişimi (de), çıkış ise motor devrini kontrol etmemizi sağlayacak olan 0-10 volt referans sinyalidir. Hata (e); referans değeri ve geri bildirimdeki fark hatayı (e) vermektedir. Hatanın değişimi (de); hatanın önceki değeri ile şimdiki değeri arasındaki fark hatanın değişimini (de) oluşturmaktadır. Oluşan giriş verileri bulanıklaştırma işleminden geçmektedir. Bulanıklaştırma işleminden sonra oluşturduğumuz kural tablosu işleminden geçtikten sonra, son olarak durulaştırma işleminden geçer ve çıkış değeri elde edilir. Bu çıkış değeri sayesinde doğru akım elektrik motoru kontrol edilebilir. Şekil 3.17.'de bulanık mantık arayüzü gösterilmektedir.



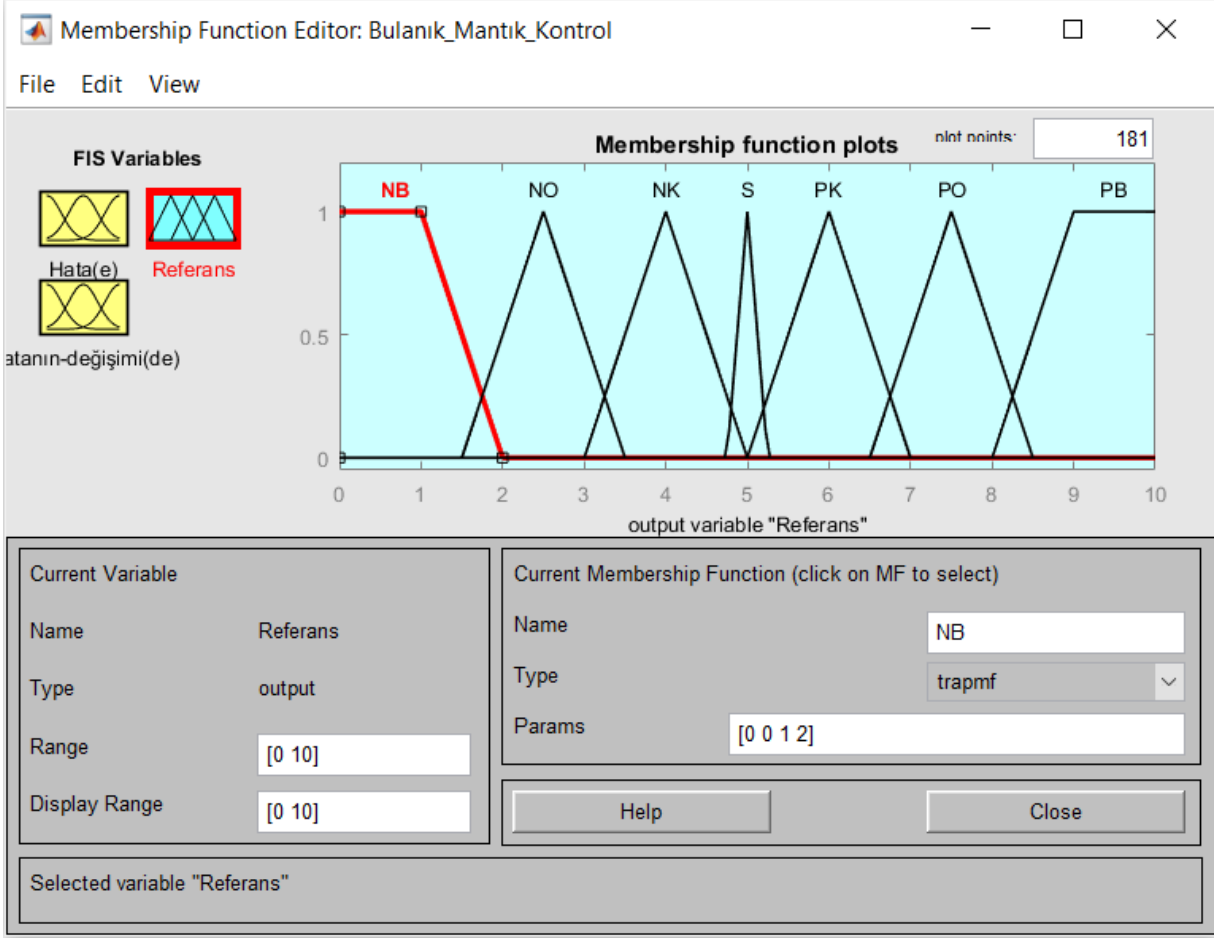
Şekil 3.17. Bulanık mantık arayüzü

Doğru akım elektrik motorunun hız kontrolünde kullanılacak olan girişler; hata (e) ve hatanın değişimi (de) üyelik fonksiyonları şekil 3.18.'de gösterilmiştir. Bu üyelik fonksiyonları yamuk ve üçgen şeklinde oluşturulmuştur. Motor maksimum devirde 130 bar basınç değeri sağlamaktadır. Bu yüzden giriş üyelik fonksiyonlarının sınır değerleri 0 ile 130 bar arası yapılmıştır.



Şekil 3.18. Giriş üyelik fonksiyonları (e, de)

Bulanık mantık denetleyicisinde çıkışımız ise 0-10V arasında sınırlandırılmıştır. 0 değeri minimum, 10 değeri maksimum değeri (3000 d/dk) ifade etmektedir. Çıkışımız yamuk ve üçgen üyelik fonksiyonlarından oluşmaktadır. Şekil 3.19.'da gösterilmiştir.



Şekil 3.19. Çıkış üyelik fonksiyonu

Bulanık mantık denetleyicisinde giriş (hata (e), hatanın değişimi (de)) ve çıkış (referans) üyelik fonksiyonları belirlendikten sonra bu fonksiyonlar dilsel olarak bulanıklaştırılır. Bulanıklaştırılan bu fonksiyonlar doğru akım elektrik motor kontrolünde kullanacağımız kural tablosuna göre oluşturulan 49 koşula bağlı olarak eşleştirilir. Kural tablosu sayesinde oluşan girişlere karşılık istenen çıkış değerleri elde edilir. Çıkarım yöntemi olarak ise mamdani çıkarım yöntemi kullanılır. Mamdani çıkarımına göre, her çıktı bir bulanık kümeyi ifade etmektedir. Kural tablosundan sonra durulama işlemi yapılır. Yapılan bu işlemlerden sonra motorumuzu kontrol eden sinyal üretilmektedir (0-10V). Sinyalin en iyi şekilde üretilmesi kural tablosuna bağlıdır. Oluşturulan kural tablosu çizelge 3.11.'de ve şekil 3.20.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.11. Doğru akım elektrik motoru kural tablosu (Kızır ve arkadaşları, 2019)

e/de	NB	NO	NK	S	PK	PO	PB
NB	NB	NB	NB	NO	NO	NK	S
NO	NB	NB	NB	NO	NK	S	PK
NK	NB	NO	NO	NK	S	PK	PO
S	NB	NK	NK	S	PK	PO	PB
PK	NO	NK	S	PK	PO	PB	PB
PO	NK	S	PK	PO	PB	PB	PB
PB	S	PK	PO	PO	PB	PB	PB

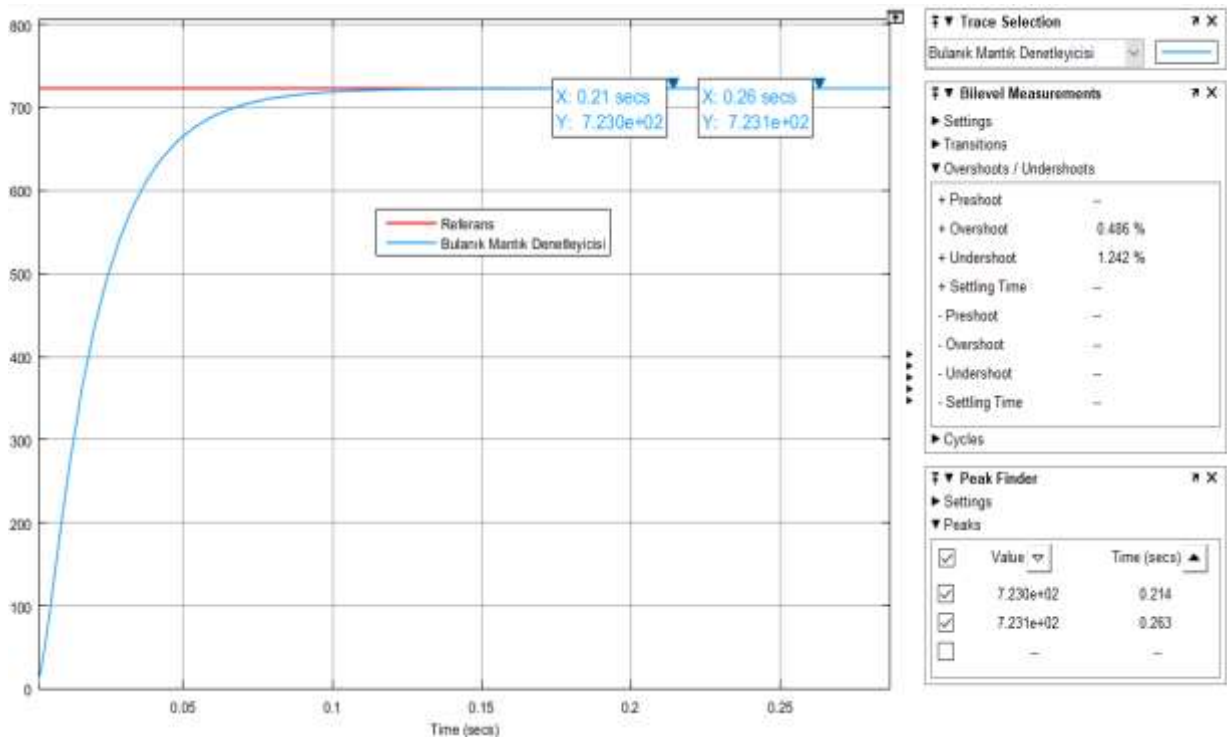
1. If (Hata(e) is NB) and (Hatanın-değişimi(de) is NB) then (Pwm is NB) (1)	25. If (Hata(e) is S) and (Hatanın-değişimi(de) is S) then (Pwm is S) (1)
2. If (Hata(e) is NO) and (Hatanın-değişimi(de) is NB) then (Pwm is NB) (1)	26. If (Hata(e) is PK) and (Hatanın-değişimi(de) is S) then (Pwm is PK) (1)
3. If (Hata(e) is NK) and (Hatanın-değişimi(de) is NB) then (Pwm is NB) (1)	27. If (Hata(e) is PO) and (Hatanın-değişimi(de) is S) then (Pwm is PO) (1)
4. If (Hata(e) is S) and (Hatanın-değişimi(de) is NB) then (Pwm is NB) (1)	28. If (Hata(e) is PB) and (Hatanın-değişimi(de) is S) then (Pwm is PO) (1)
5. If (Hata(e) is PK) and (Hatanın-değişimi(de) is NB) then (Pwm is NO) (1)	29. If (Hata(e) is NB) and (Hatanın-değişimi(de) is PK) then (Pwm is NO) (1)
6. If (Hata(e) is PO) and (Hatanın-değişimi(de) is NB) then (Pwm is NK) (1)	30. If (Hata(e) is NO) and (Hatanın-değişimi(de) is PK) then (Pwm is NK) (1)
7. If (Hata(e) is PB) and (Hatanın-değişimi(de) is NB) then (Pwm is S) (1)	31. If (Hata(e) is NK) and (Hatanın-değişimi(de) is PK) then (Pwm is S) (1)
8. If (Hata(e) is NB) and (Hatanın-değişimi(de) is NO) then (Pwm is NB) (1)	32. If (Hata(e) is S) and (Hatanın-değişimi(de) is PK) then (Pwm is PK) (1)
9. If (Hata(e) is NO) and (Hatanın-değişimi(de) is NO) then (Pwm is NB) (1)	33. If (Hata(e) is PK) and (Hatanın-değişimi(de) is PK) then (Pwm is PO) (1)
10. If (Hata(e) is NK) and (Hatanın-değişimi(de) is NO) then (Pwm is NO) (1)	34. If (Hata(e) is PO) and (Hatanın-değişimi(de) is PK) then (Pwm is PB) (1)
11. If (Hata(e) is S) and (Hatanın-değişimi(de) is NO) then (Pwm is NK) (1)	35. If (Hata(e) is PB) and (Hatanın-değişimi(de) is PK) then (Pwm is PB) (1)
12. If (Hata(e) is PK) and (Hatanın-değişimi(de) is NO) then (Pwm is NK) (1)	36. If (Hata(e) is NB) and (Hatanın-değişimi(de) is PO) then (Pwm is NK) (1)
13. If (Hata(e) is PO) and (Hatanın-değişimi(de) is NO) then (Pwm is S) (1)	37. If (Hata(e) is NO) and (Hatanın-değişimi(de) is PO) then (Pwm is S) (1)
14. If (Hata(e) is PB) and (Hatanın-değişimi(de) is NO) then (Pwm is PK) (1)	38. If (Hata(e) is NK) and (Hatanın-değişimi(de) is PO) then (Pwm is PK) (1)
15. If (Hata(e) is NB) and (Hatanın-değişimi(de) is NK) then (Pwm is NB) (1)	39. If (Hata(e) is S) and (Hatanın-değişimi(de) is PO) then (Pwm is PO) (1)
16. If (Hata(e) is NO) and (Hatanın-değişimi(de) is NK) then (Pwm is NB) (1)	40. If (Hata(e) is PK) and (Hatanın-değişimi(de) is PO) then (Pwm is PB) (1)
17. If (Hata(e) is NK) and (Hatanın-değişimi(de) is NK) then (Pwm is NO) (1)	41. If (Hata(e) is PO) and (Hatanın-değişimi(de) is PO) then (Pwm is PB) (1)
18. If (Hata(e) is S) and (Hatanın-değişimi(de) is NK) then (Pwm is NK) (1)	42. If (Hata(e) is PB) and (Hatanın-değişimi(de) is PO) then (Pwm is PO) (1)
19. If (Hata(e) is PK) and (Hatanın-değişimi(de) is NK) then (Pwm is S) (1)	43. If (Hata(e) is NB) and (Hatanın-değişimi(de) is PB) then (Pwm is S) (1)
20. If (Hata(e) is PO) and (Hatanın-değişimi(de) is NK) then (Pwm is PK) (1)	44. If (Hata(e) is NO) and (Hatanın-değişimi(de) is PB) then (Pwm is PK) (1)
21. If (Hata(e) is PB) and (Hatanın-değişimi(de) is NK) then (Pwm is PO) (1)	45. If (Hata(e) is NK) and (Hatanın-değişimi(de) is PB) then (Pwm is PO) (1)
22. If (Hata(e) is NB) and (Hatanın-değişimi(de) is S) then (Pwm is NO) (1)	46. If (Hata(e) is S) and (Hatanın-değişimi(de) is PB) then (Pwm is PB) (1)
23. If (Hata(e) is NO) and (Hatanın-değişimi(de) is S) then (Pwm is NO) (1)	47. If (Hata(e) is PK) and (Hatanın-değişimi(de) is PB) then (Pwm is PB) (1)
24. If (Hata(e) is NK) and (Hatanın-değişimi(de) is S) then (Pwm is NK) (1)	48. If (Hata(e) is PO) and (Hatanın-değişimi(de) is PB) then (Pwm is PB) (1)
	49. If (Hata(e) is PB) and (Hatanın-değişimi(de) is PB) then (Pwm is PB) (1)

Şekil 3.20. Bulanık mantık koşulları

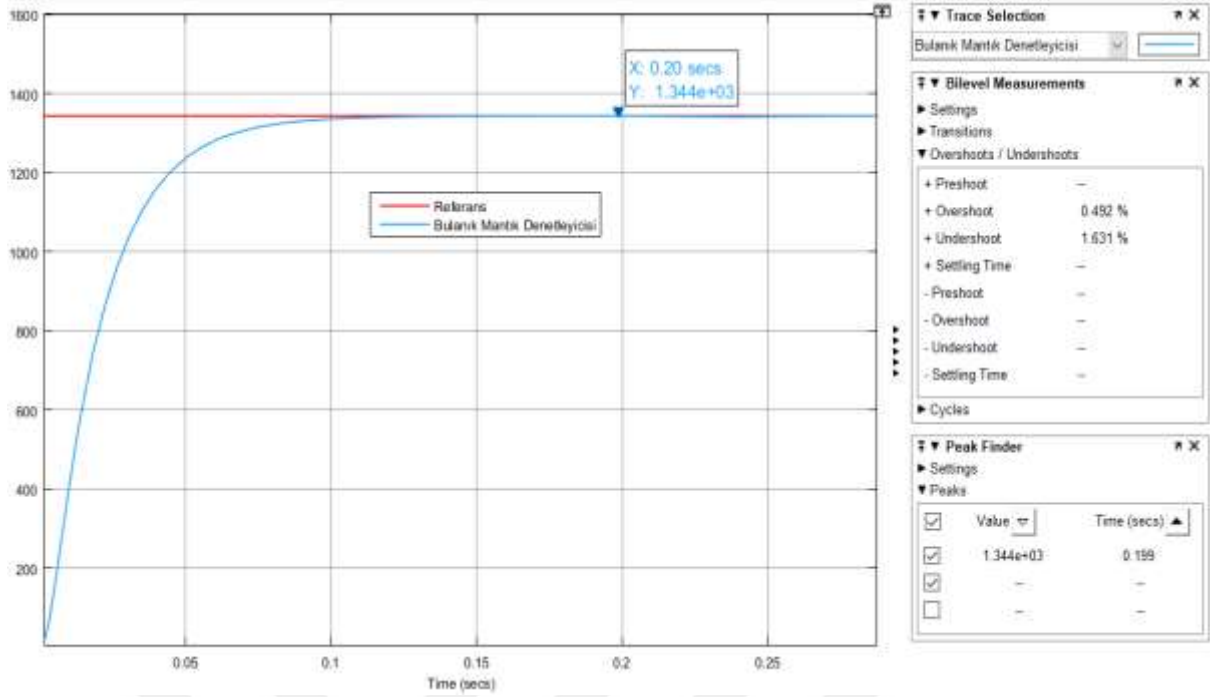
Üretim yaptığımız tesis tek seferde en çok 150 gr/m² kumaş yoğunluğuna sahip ürün üretebilmektedir. 150 gr/m²'den fazla üretim yapılması için ürünler iki defa işlenmesi gerekmektedir. Örneğin; 180 gr/m² kumaş yoğunluğuna sahip bir ürün üretileceği zaman 90 gr/m² olarak 2 kez üretime girer ve bu sayede 180 gr/m² ürün üretilmiş olur. Bu ürün üretilirken 90 gr/m² kumaş yoğunluğuna bağlı olarak basınç değerler kullanılır. Değerlerin tamamını Ek-4 ve Ek-5'de görebiliriz. Bulanık mantık kontrolcüsünde bu ayrıntıya dikkat edip 150 gr/m²'den fazla ürünler üretileceği zaman iki kez üretimin yapılacağı unutulmamalı ve çizelgelerde belirtilen basınç değerleri kullanılmalıdır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Kumaş yoğunluğu 35gr/m^2 olan ürün üretilirken basınç değerleri; enine kopma mukavemeti için 21 bar, boyuna kopma mukavemeti için 50 bar olması gerekmektedir. Bu basınçlar doğrultusunda motor devirleri 723d/dak ve 1344d/dak olması gerekmektedir. İstenilen basınçların üretimin sonuna kadar sabit tutulması için, motor devirlerinin sabit olması gerekmektedir. Oluşan motor devirlerine karşılık gelen referans sinyalleri 2,14V ve 4,48V olarak bulanık mantık denetleyicisinde oluşturulmuştur. Şekil 4.1. ve şekil 4.2.'de bulanık mantık kontrollü motorların devirleri gösterilmektedir.



Şekil 4.1. Enine kopma mukavemeti için 723 d/dak grafiği (35gr/m^2)



Şekil 4.2. Boyuna kopma mukavemeti için 1344 d/dak grafiği (35gr/m²)

35gr/m² kumaş yoğunluğuna sahip olan ürün, üretimin sonuna kadar referans değerlerine göre motor devirleri sabit tutulmuş olup istenilen basınç değerlerinde ürün üretilmiştir. Oluşan enine ve boyuna kopma mukavemet değerleri çizelge 4.1.'de gösterilmiştir.

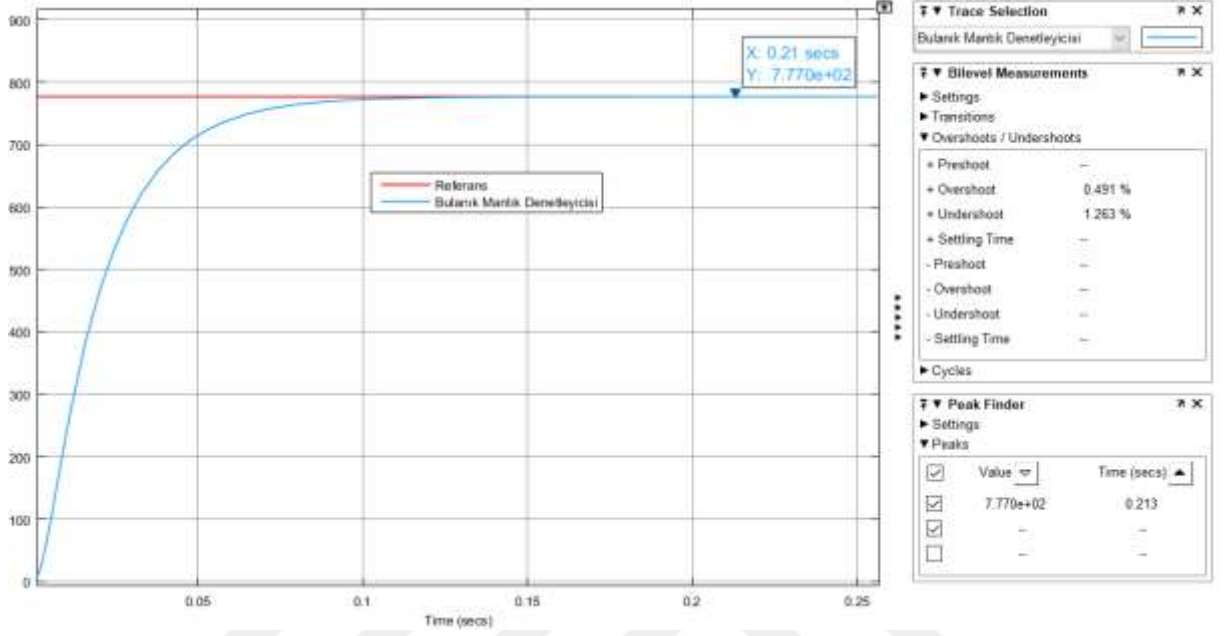
Çizelge 4.1. Oluşan yeni mukavemet değerleri

35 gr/m ² Kumaş Yoğunluğuna Sahip Yeni Mukavemet Değerleri							
Boyuna Mukavemet	F _H	ε _H	b	Enine Mukavemet	F _H	ε _H	b
n=4	N	%	cm	n=4	N	%	cm
ortalama	116,4	32,0	0,5	ortalama	22,8	156,0	0,5

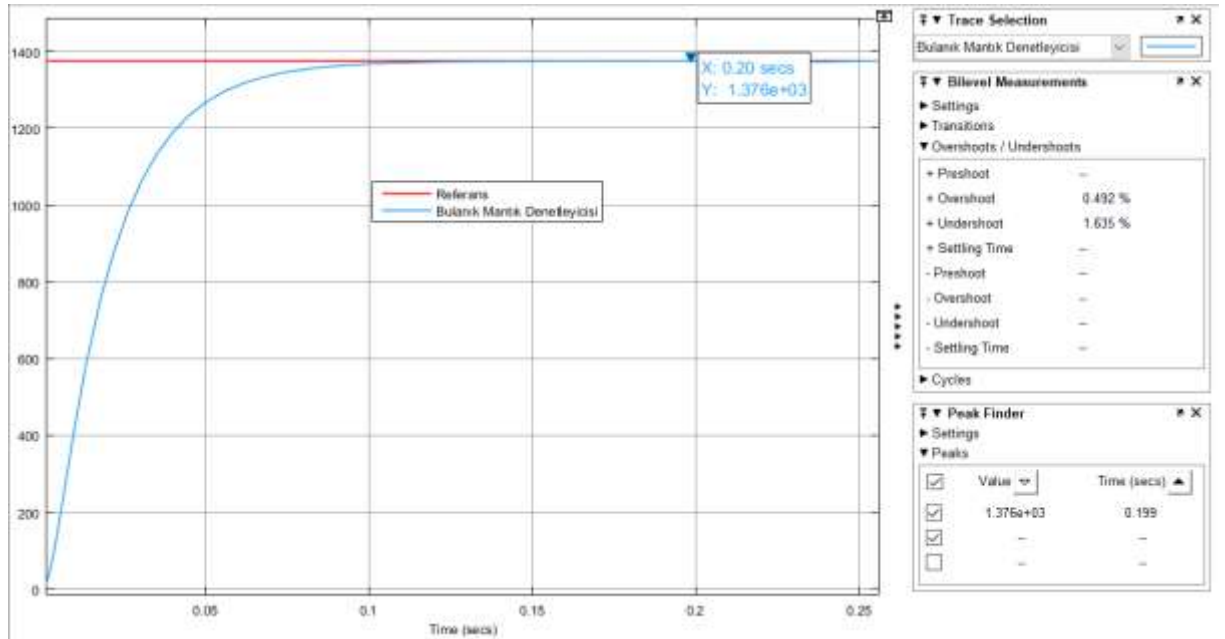
Çizelge 4.1. incelendiğinde su jetlerinde bulunan basınç sensörünü devre dışı bırakıp olması gereken basınçlara göre motor devirleri sabit tutulursa 35gr/m² kumaş yoğunluğuna sahip olan üründe istenilen kalite değerlerinin elde edildiği görülmektedir.

Kumaş yoğunluğu 40gr/m² olan ürün üretilirken basınç değerleri; enine kopma mukavemeti için 23,5 bar, boyuna kopma mukavemeti için 51,5 bar olması gerekmektedir. Bu basınçlar doğrultusunda motor devirleri 777d/dak ve 1376d/dak olması gerekmektedir.

İstenilen basınçların üretimin sonuna kadar sabit tutulması için, motor devirlerinin sabit olması gerekmektedir. Oluşan motor devirlerine karşılık gelen referans sinyalleri 2,59V ve 4,59V olarak bulanık mantık denetleyicisinde oluşturulmuştur. Şekil 4.3. ve şekil 4.4.'de bulanık mantık kontrollü motorların devirleri gösterilmektedir.



Şekil 4.3. Enine kopma mukavemeti için 777 d/dak grafiği (40gr/m²)



Şekil 4.4. Boyuna kopma mukavemeti için 1376 d/dak grafiği (40gr/m²)

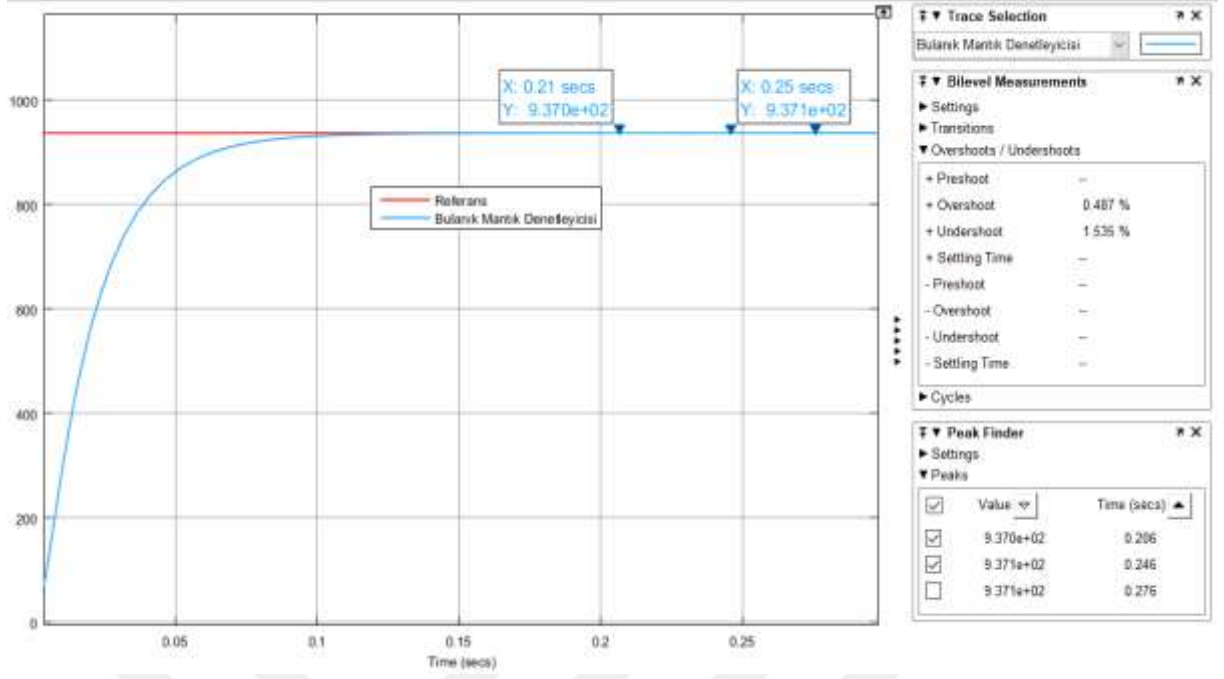
40gr/m² kumaş yoğunluğuna sahip olan ürün, üretimin sonuna kadar referans değerlerine göre motor devirleri sabit tutulmuş olup istenilen basınç değerlerinde ürün üretilmiştir. Oluşan enine ve boyuna kopma mukavemet değerleri çizelge 4.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Oluşan yeni mukavemet değerleri

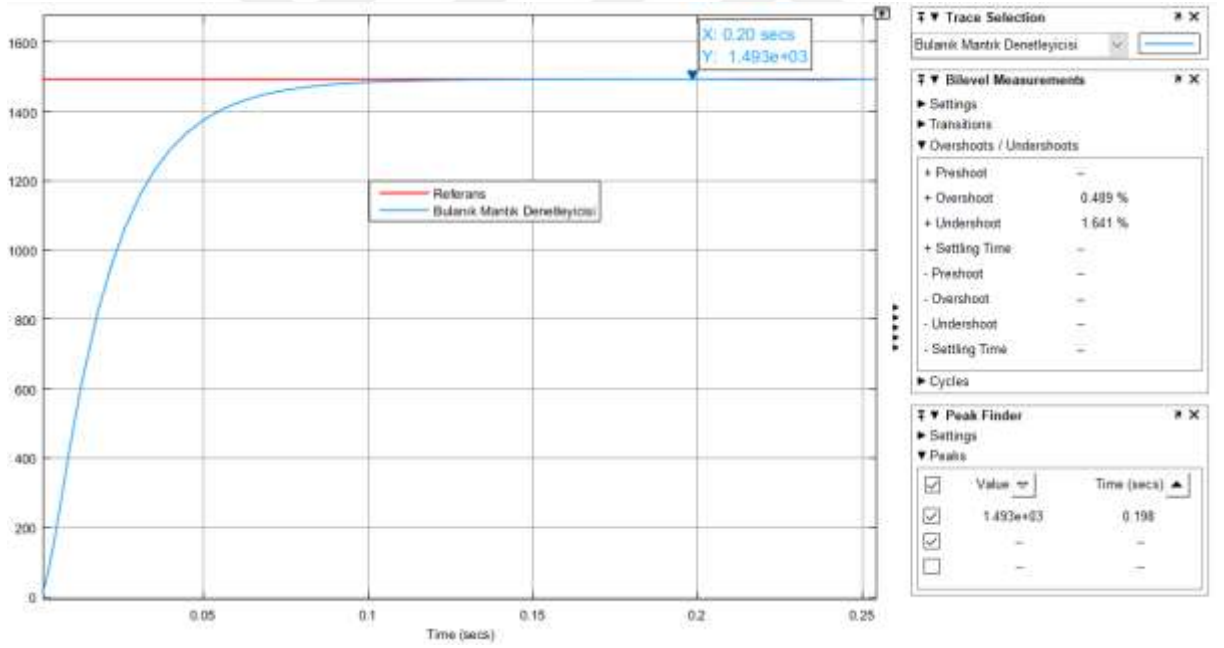
40 gr/m² Kumaş Yoğunluğuna Sahip Yeni Mukavemet Değerleri							
Boyuna Mukavemet	F _H	ε _H	b	Enine Mukavemet	F _H	ε _H	b
n=4	N	%	cm	n=4	N	%	cm
ortalama	118,0	29,0	0,5	ortalama	23,0	156,0	0,5

Çizelge 4.2. incelendiğinde su jetlerinde bulunan basınç sensörünü devre dışı bırakıp olması gereken basınçlara göre motor devirleri sabit tutulursa 40gr/m² kumaş yoğunluğuna sahip olan üründe istenilen kalite değerlerinin elde edildiği görülmektedir.

Kumaş yoğunluğu 55 gr/m² olan ürün üretilirken basınç değerleri; enine kopma mukavemeti için 31 bar, boyuna kopma mukavemeti için 57 bar olması gerekmektedir. Bu basınçlar doğrultusunda motor devirleri 937 d/dak ve 1493 d/dak olması gerekmektedir. İstenilen basınçların üretimin sonuna kadar sabit tutulması için, motor devirlerinin sabit olması gerekmektedir. Oluşan motor devirlerine karşılık gelen referans sinyalleri 3,12V ve 4,98V olarak bulanık mantık denetleyicisinde oluşturulmuştur. Şekil 4.5. ve şekil 4.6.'da bulanık mantık kontrollü motorların devirleri gösterilmektedir.



Şekil 4.5. Enine kopma mukavemeti için 937 d/dak grafiği (55gr/m²)



Şekil 4.6. Boyuna kopma mukavemeti için 1493 d/dak grafiği (55gr/m²)

55 gr/m² kumaş yoğunluğuna sahip olan ürün, üretimin sonuna kadar referans değerlerine göre motor devirleri sabit tutulmuş olup istenilen basınç değerlerinde ürün üretilmiştir. Oluşan enine ve boyuna kopma mukavemet değerleri çizelge 4.3.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Oluşan yeni mukavemet değerleri

55 gr/m² Kumaş Yoğunluğuna Sahip Yeni Mukavemet Değerleri							
Boyuna Mukavemet	F _H	ε _H	b	Enine Mukavemet	F _H	ε _H	b
n=4	N	%	cm	n=4	N	%	cm
ortalama	124,1	29,0	0,5	ortalama	26,5	156,0	0,5

Çizelge 4.3. incelendiğinde su jetlerinde bulunan basınç sensörünü devre dışı bırakıp olması gereken basınçlara göre motor devirleri sabit tutulursa 55 gr/m² kumaş yoğunluğuna sahip olan üründe istenilen kalite değerlerinin elde edildiği görülmektedir.

3 farklı kumaş yoğunluğuna sahip olan ürünler üretilirken su jetlerinde bulunan basınç sensörleri devre dışı bırakılmıştır. İstenen basınç değerlerine göre bulanık mantık kontrolcüsü tarafından olması gereken motor devirleri üretimin sonuna sabit tutulmuş olup, suda oluşan kalıntılardan dolayı basınç sensörünün yanlış bilgi vermesinin önüne geçilmiştir. Bu sayede istenilen kalite standartlarına uygun ürünler üretilmiştir.

Su jetlerinde, enine ve boyuna kopma mukavemet değerlerini elde etmeyi sağlayan jetlerin basınç sensörleri devre dışı bırakılmadan 35 gr/m² kumaş yoğunluğuna sahip olan ürün üretilmiştir. Üretimin sonuna kadar olması gereken basınçlarda belirli sapmalar gözlemlenmiştir. Bu sapmalardan dolayı istenilen kalite değerleri elde edilememiştir. Bu şekilde üretilen ürünün mukavemet değerleri çizelge 4.4.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Oluşan deneysel mukavemet değerleri

35 gr/m² Kumaş Yoğunluğuna Sahip Deneysel Mukavemet Değerleri							
Boyuna Mukavemet	F _H	ε _H	b	Enine Mukavemet	F _H	ε _H	b
n=4	N	%	cm	n=4	N	%	cm
ortalama	95,0	36,5	0,5	ortalama	19,6	154,0	0,5

Çizelge 4.4. incelendiğinde mukavemet değerlerinin düşük olduğu gözlemlenmektedir. Tesisin eski çalışma şekli ile yani su jetlerinde bulunan basınç sensörleri devre dışı bırakılmadan üretilen ürün istenilen kalite standartlarına uygun olmamaktadır.

Enine kopma mukavemetleri için kullanılan 5 ve 6 numaralı su jetlerinin basınç sensörleri iptal edilip bu jetler bulanık mantık kontrolcüsü tarafından kontrol edilmiştir. Boyuna kopma mukavemetleri için kullanılan 7 ve 8 numaralı su jetlerinin basınç sensörleri aktif durumda iken 55 gr/m² kumaş yoğunluğuna sahip olan ürün, bu şekilde üretilmiş olup mukavemet değerleri çizelge 4.5.'de paylaşılmıştır.

Çizelge 4.5. Oluşan deneysel mukavemet değerleri

55 gr/m² Kumaş Yoğunluğuna Sahip Deneysel Mukavemet Değerleri							
Boyuna Mukavemet	F _H	ε _H	b	Enine Mukavemet	F _H	ε _H	b
n=4	N	%	cm	n=4	N	%	cm
ortalama	101,4	44,0	0,5	ortalama	24,9	145,5	0,5

Çizelge 4.5. incelendiğinde 5-6 numaralı su jetlerinin (enine kopma mukavemeti) basınç sensörleri iptal edilip, basınçlar bulanık mantık yöntemiyle kontrol edildiğinde ve 7-8 (boyuna kopma mukavemeti) numaralı su jetlerinin basınç sensörleri aktif durumdayken oluşan mukavemet değerleri kalite standardının altında kaldığı görülmüştür. Zamanla suda oluşan kalıntılardan dolayı 7-8 numaralı su jetindeki basınç sensörü doğru bilgi verememesinden kaynaklı olarak istenilen basınç değerleri üretimin sonuna kadar elde edilememiştir. 5-6 numaralı su jetlerinin basınçlarını bulanık mantık yöntemiyle kontrol ettiğimizde ise üretimin sonuna kadar istenilen basınç değerleri sabit kalmıştır. Bu şekilde üretilen üründe, boyuna kopma mukavemet değerleri gözle görülür seviyede düşük olduğu ve enine kopma mukavemet değerlerinde azda olsa düşüş olduğu gözlemlenmiştir. Bundan yola çıkarak; enine kopma mukavemet değerleri oluşurken, boyuna kopma mukavemet değerlerinin azda olsa etkisi olduğu görülmüştür.

Enine kopma mukavemetleri için kullanılan 5 ve 6 numaralı su jetlerinin basınç sensörleri aktif bırakılmıştır. Boyuna kopma mukavemetleri için kullanılan 7 ve 8 numaralı su jetlerinin olması gereken basınçları bulanık mantık yöntemiyle kontrol edilmiş olup bu şekilde 55 gr/m² kumaş yoğunluğuna sahip olan ürün üretilmiştir. Mukavemet değerleri ise çizelge 4.6.'da paylaşılmıştır.

Çizelge 4.6. Oluşan deneysel mukavemet değerleri

55 gr/m² Kumaş Yoğunluğuna Sahip Deneysel Mukavemet Değerleri							
Boyuna Mukavemet	F _H	ε _H	b	Enine Mukavemet	F _H	ε _H	b
n=4	N	%	cm	n=4	N	%	cm
ortalama	107,9	43,0	0,5	ortalama	21,0	141,0	0,5

Çizelge 4.6. incelendiğinde bu şekilde üretilen 55 gr/m² kumaş yoğunluğuna sahip olan üründe kalite standartlarının altında kaldığı görülmüştür. Boyuna kopma mukavemet değerlerini oluşturan su jetlerinin (7 ve 8 numaralı) basınç sensörleri iptal edilip, olması gereken basınçlar bulanık mantık kontrolcüsüyle sabit tutulsa dahi görüldüğü üzere istenilen değerlerde olmadığı görülmektedir. Bunun nedeni ise ürün üretilirken ilk önce enine kopma mukavemet değerlerinin oluşmasıdır. Bu değerlerin düşük olması boyuna kopma mukavemet değerlerini de büyük ölçüde etkilemektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, spunlace kumaşın hatasız üretilmesi için müşteriler ve üretici iletişimini sağlamak amacıyla bir arayüz tasarlanmıştır. Bu sayede istenilen ürünler doğru ve eksiksiz şekilde üretim aşamasına girmiştir. İstenilen ürünlerin kalite standartlarının belirlenmesi amacıyla sürekli üretilmiş olan ürünlerden referans değerleri alınarak, üretilmesi muhtemel olan ve sürekli üretilen ürünlerin enine kopma ve boyuna kopma mukavemet değerleri yapay zeka yöntemi ile tahmin edilmiştir. Bu mukavemet değerlerini elde etmek için üretimde kullanılan su jetlerinin basınçları kontrol edilmiştir. Kalite değerlerinde düşüş yaşanmaması için su jetlerinde bulunan basınç sensörleri iptal edilmiştir. Olması gereken basınçlar bulanık mantık yöntemi ile kontrol edilerek üretimin başından sonuna kadar istenilen kalite standartları elde edilmiştir.

Bu çalışmayı yaparak, tesiste sürekli oluşan hatalı ve kalitesiz olan ürünlerin önüne geçilmiş oldu. Bu sayede istenilen ürünler doğru ve kalite standartlarına uygun olarak üretildi. İstenilen şartlarda üretimin olması, tesis adına gelişimi olumlu etkiledi. Yapılan literatür araştırmalarından yola çıkarak kaliteli üretimde başrol oynayan mukavemet değerlerinin su basınçlarıyla oluştuğu vurgulanmıştır. Ancak, istenilen referans değerlerinde oluşacak olan su basınçları üretimin sonuna kadar sabit kalmayıp basınçların değişmesinden dolayı kalite standartlarında düşümlere neden oldukları gözlemlenmiştir. Bu çalışmayla birlikte basınç değişimlerinin önüne geçilmiş oldu ve kalitenin sürekliliği sağlanmış oldu.

Çalışma yapılan tesiste dikkat edilmesi gereken konular, tesisteki üretimi gerçekleştiren sistem tek seferde 150 gr/m² kumaş yoğunluğuna sahip olan ürün üretilmektedir. Daha fazla kumaş yoğunluğuna sahip olan ürün üretilecek ise iki kez üretim aşamasına girmesi gerekmektedir. Ürün üretilirken enine kopma ve boyuna kopma mukavemet değerlerini sağlayan su jeti motorlarının aynı anda devirlerinin istenilen referans değerlerine göre üretimin sonuna kadar sabit tutulması gerekmektedir. Eğer sadece enine kopma mukavemet değerlerini oluşturan motorları veya sadece boyuna kopma mukavemet değerlerini oluşturan motorları referans değerlerine göre sabit tutarsak istenilen kalite standartları elde edilemeyecektir. Bu yüzden aynı anda su jetindeki doğru akım elektrik motorlarını istenilen referans değerlerine göre sabit tutmamız gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akça, E. O. (2019). *Yapay sinir ağları ve nöronlar*. Erişim adresi: <https://medium.com/deep-learning-turkiye/yapay-sinir-a%C4%9Flar%C4%B1-ve-n%C3%B6ronlar-4f25a64fc687>
- Aktaş, H. (2015). *Yapay Zeka*. Erişim adresi: <https://hidayetaktas.wordpress.com/>
- Akyazı, Ö., Usta, M. A. ve Akpınar, A. S. (2011). Kapalı ortam sıcaklık ve nem denetiminin farklı bulanık üyelik fonksiyonları kullanılarak gerçekleştirilmesi. *6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11)* (pp. 16-18).
- Anonim (2018). *Santrifüj pompa nedir*. Kampa blog. Erişim adresi: <http://blog.kampa.com.tr/pompalar/santrifuj-pompa-nedir/>
- Anonim (t.y.). *Aktivasyon fonksiyonu fonksiyon yapay sinir ağı doğrultucu lojistik sigmoid fonksiyonu*. Erişim adresi: <https://www.pngindir.com/png-h2iycs/>
- Arslan, M. (2019). *Öğretmen performanslarının bulanık mantık yöntemi ile değerlendirilmesi*. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Bildirici, F. (2018). *Yapay zeka eğitim serisi- Bölüm 14*. Erişim adresi: <https://medium.com/@fatihbildiriciii/yapay-zeka-e%C4%9Fitim-serisi-b%C3%B6l%C3%BCm-14-696e146d3d52>
- Chellamani, K. P., Vignesh Balaji, R. S., & Veerasubramanian, D. (2013). Medical Textiles: The Spunlace process and its application possibilities for hygiene textiles. *Youth Education and Research Trust, 1*(12), 735-739.
- Çayiroğlu, İ. (2015). Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Ders Notları. Erişim adresi: [http://www.ibrahimcayiroglu.com /Dokumanlar/İleri algoritma analizi/İleri Algoritma analizi - 5.Hafta - Yapay Sinir Aglari.pdf](http://www.ibrahimcayiroglu.com/Dokumanlar/İleri%20algoritma%20analizi/İleri%20Algoritma%20analizi%20-5.Hafta%20-%20Yapay%20Sinir%20Ağları.pdf)
- Çelikten, E. (2019). Bikomponent lif içeren su jeli (spunlace) ile oluşturulmuş nonwoven kumaşların özelliklerinin incelenmesi. *Uçtek 2019*, 120.
- Elmas, Ç. (2003). *Yapay sinir ağları*. Seçkin Yayıncılık, Ankara. s.23.
- Ergezer, H., Dikmen, M., & Özdemir, E. (2003). Yapay sinir ağları ve tanıma sistemleri. *Pivolka, 2*(6), 14-17.
- Gökcan, A. O. (2021). *Bulanık mantık nedir?* Erişim adresi: <https://www.aliosmangokcan.com/index.php/8-bilgisayar/82-bulanik-mantik-nedir>

- Gulhane, S., Turukmane, R., Mahajan, C., & Joshi, M. (2018). Hydroentangling process and properties of spunlace nonwovens. *Chemical Fibers International*, 4(68), 190-192.
- Gültekin, E., Çelik, H. İ., Civan, H. N., & Satıl, E. A. (2020). Spunlace (Su jeti ile bağlama) teknolojisi ile üretilen dokusuz yüzeylerin morfolojik özelliklerinden bazı performans özelliklerinin yapay zeka ile tahminlenmesi. *Tekstil ve Mühendis*, 27(119), 130-143.
- Hajiani, F., Hosseini, S. M., Ansari, N., & Jeddi, A. A. A. (2010). The influence of water jet pressure settings on the structure and absorbency of spunlace nonwoven. *Fibers and Polymers*, 11(5), 798-804.
- Hekimoğlu, B. (2019). Böbrek-ilhamlı algoritma ile ayarlanan PID kontrolör kullanarak DC motor hız kontrolü. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(2), 652-663.
- Işıklı, Ş. (2010). Lotfi a. Zadeh'nin hayat hikâyesi ve bulanık paradigmanın üç temel unsuru. Kutadgubilig: *Felsefe-Bilim Araştırmaları Dergisi*, Sayı 17, ss.89-101
- Jain, R. K., Sinha, S. K., & Das, A. (2018). Structural investigation of spunlace nonwoven. *Research Journal of Textile and Apparel*.
- Jain, R. K., Sinha, S. K., & Das, A. (2019). Compression characteristics of spunlace nonwoven fabric. *Indian Journal of Fibre & Textile Research (IJFTR)*, 44(1), 39-44.
- Jankowski, T. (2009). Influence of structural characteristics on liquid aerosol filtration in multilayer nonwoven fabrics of the spunlace type. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 17(4), 87-92.
- Kabalıcı, E. (2014). *Yapay sinir ağları-ders notları*. Erişim adresi: <https://ekblc.files.wordpress.com/2013/09/ysa.pdf>
- Kabalıcı, E. (2015). Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, *Esnek hesaplama yöntemleri-2 ders notları*, Erişim adresi: <https://ekblc.files.wordpress.com/2014/02/ysa.pdf>
- Kalebek, N. A., & Babaarslan, O. (2010). Effect of weight and applied force on the friction coefficient of the spunlace nonwoven fabrics. *Fibers and Polymers*, 11(2), 277-284.
- Kalkancı, M. (2011). *Antibakteriyel özellikleri geliştirilmiş kumaşlardan prototip hastane giysisi üretimi* (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

- Kıraç, N. (2011). *Türkiye 'de faaliyet gösteren ticari bankaların finansal risklerinin yapay sinir ağları yaklaşımı ile belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, s. 40
- Kızır, S., Yaren, T., & Kelekçi, E. (2019). Matlab Simulink Destekli Gerçek Zamanlı Kontrol. *Seçkin Yayıncılık*, (s 288).
- Krenker, A., Beşter, J. ve Kos, A. (2011). *Introduction to the artificial neural networks*. *Artificial neural networks: Methodological Advances and Biomedical Applications*. InTech, 1-18.
- Lu, Z. M., & Qian, X. M. (2011). Combination technology of spunbond & spunlace. In *Advanced materials research* (Vol. 331, pp. 241-244). Trans Tech Publications Ltd.
- Meiling, W., Xiaonan, Z., & Weili, H. (2011). Application and development tendency of spunlace technology in industrial dust removal filter [J]. *Technical Textiles*, 11.
- Narlı, S. (2020). *Makine öğrenimi: "İmkansız hayal etmek imkansız değildir"* Erişim adresi: <http://narlimuhendislik.com.tr/makine-ogrenimi-imbkansizi-hayal-etmek-imbkansiz-degildir/>
- Niedziela, M., Szaśiadek, M., & Woźniak, W. (2020). Modelling of the selected mechanical properties of the modern double-drum cards for manufacturing of spunlace nonwovens. *The Journal of The Textile Institute*, 1-11.
- Özçiçek, F., Tanrıdan, F.A., Yanar, N., Gültekin, E. ve Balcı, O. (2004). Selçuk Üniversitesi, Üretim Sistemleri Dersi, *Yapay zeka ve türleri*.
- Öztemel, E. (2006). *Yapay sinir ağları*, Papatya Yayıncılık, İstanbul, s.48-51.
- Öztürk, M. ve Paksoy, T. (2016). Otoyollardaki trafik ışıkları kontrol sistemi modellemesi bulanık karar tabanlı görsel uygulaması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(3), 170-183.
- Pratt, I. (1994). Artificial intelligence. *The Macmillan Press Ltd*. s.230.
- Rojko, A. (2017). Industry 4.0 concept: Background and overview. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 11(5).
- Szaśiadek, M., Woźniak, W., Jankowski, B., Błaszczuk, U., & Stryjski, R. (2018). Highly Efficient Technology for Manufacturing of Spunlace Non-Woven Fabric in the Company Novita SA Poland-Description and Characteristic of the R&D Actions. *Multidisciplinary Aspects of Production Engineering*, 1, 269-277.

- Solak, U. (2016). *Bulanık mantık ve bulanık küme teorisi*. Erişim adresi: <https://docplayer.biz.tr/15862023-Birinci-bolum-1-bulanik-mantik-ve-bulanik-kume-teorisi.html>
- Sümer, H. (2019). *Pompalar, fanlar ve türbinler – beygir gücü hesaplama*. Arge ve tasarım. Erişim adresi: <https://argevetasarim.com/pompalar-fanlar-ve-turbinler-beygir-gucu-hesaplama/>
- Tektaş, M. (2015). Marmara Üniversitesi, *Bulanık mantık ders notları*, Erişim adresi: <http://tektasi.net/yapay-zeka/bulanik-mantik/>
- Uyanık, S., & Baykal, P. D. (2016). Bebek bezi üretimi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31(2), 327-342.
- Vaidya, S., Ambad, P. ve Bhosle, S. (2018). Industry 4.0—a glimpse. *Procedia manufacturing*, 20, 233-238.
- Xu, L. D., Xu, E. L. ve Li, L. (2018). Industry 4.0. State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941-2962.
- Zhang, Y., & Jin, X. (2018). The influence of pressure sum, fiber blend ratio, and basis weight on wet strength and dispersibility of wood pulp/Lyocell wetlaid/spunlace nonwovens. *Journal of Wood Science*, 64(3), 256-263.
- Zhang, Y., Deng, C., Wang, Y., Huang, C., Zhao, Y., & Jin, X. (2019). A new dispersible moist wipe from wetlaid/spunlace nonwoven: Development and characterization. *Journal of Industrial Textiles*, 48(7), 1136-1150.
- Zhang, Y., Xu, Y., Zhao, Y., Huang, C., & Jin, X. (2019). Effects of short-cut fiber type and water-jet pressure sum on wet strength and dispersibility of wood pulp-based wetlaid/spunlace wipes. *European Journal of Wood and Wood Products*, 77(1), 33-43.

EKLER

Ek-1 Desen-kilo(kg) tablosu tamamı

Kilo(kg) Desen	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
01 (Düz)	500.01	1000.01	1500.01	2000.01	2500.01	3000.01	3500.01	4000.01
02 (Petek)	500.02	1000.02	1500.02	2000.02	2500.02	3000.02	3500.02	4000.02
03 (Mesh)	500.03	1000.03	1500.03	2000.03	2500.03	3000.03	3500.03	4000.03
04 (Kağıtlı)	500.04	1000.04	1500.04	2000.04	2500.04	3000.04	3500.04	4000.04
Kilo(kg) Desen	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000
01 (Düz)	4500.01	5000.01	5500.01	6000.01	6500.01	7000.01	7500.01	8000.01
02 (Petek)	4500.02	5000.02	5500.02	6000.02	6500.02	7000.02	7500.02	8000.02
03 (Mesh)	4500.03	5000.03	5500.03	6000.03	6500.03	7000.03	7500.03	8000.03
04 (Kağıtlı)	4500.04	5000.04	5500.04	6000.04	6500.04	7000.04	7500.04	8000.04
Kilo(kg) Desen	8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
01 (Düz)	8500.01	9000.01	9500.01	10000.01	10500.01	11000.01	11500.01	12000.01
02 (Petek)	8500.02	9000.02	9500.02	10000.02	10500.02	11000.02	11500.02	12000.02
03 (Mesh)	8500.03	9000.03	9500.03	10000.03	10500.03	11000.03	11500.03	12000.03
04 (Kağıtlı)	8500.04	9000.04	9500.04	10000.04	10500.04	11000.04	11500.04	12000.04
Kilo(kg) Desen	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000
01 (Düz)	12500.01	13000.01	13500.01	14000.01	14500.01	15000.01	15500.01	16000.01
02 (Petek)	12500.02	13000.02	13500.02	14000.02	14500.02	15000.02	15500.02	16000.02
03 (Mesh)	12500.03	13000.03	13500.03	14000.03	14500.03	15000.03	15500.03	16000.03
04 (Kağıtlı)	12500.04	13000.04	13500.04	14000.04	14500.04	15000.04	15500.04	16000.04

Kilo(kg) Desen	16500	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000
01 (Düz)	16500.01	17000.01	17500.01	18000.01	18500.01	19000.01	19500.01	20000.01
02 (Petek)	16500.02	17000.02	17500.02	18000.02	18500.02	19000.02	19500.02	20000.02
03 (Mesh)	16500.03	17000.03	17500.03	18000.03	18500.03	19000.03	19500.03	20000.03
04 (Kağıtlı)	16500.04	17000.04	17500.04	18000.04	18500.04	19000.04	19500.04	20000.04
Kilo(kg) Desen	20500	21000	21500	22000	22500	23000	23500	24000
01 (Düz)	20500.01	21000.01	21500.01	22000.01	22500.01	23000.01	23500.01	24000.01
02 (Petek)	20500.02	21000.02	21500.02	22000.02	22500.02	23000.02	23500.02	24000.02
03 (Mesh)	20500.03	21000.03	21500.03	22000.03	22500.03	23000.03	23500.03	24000.03
04 (Kağıtlı)	20500.04	21000.04	21500.04	22000.04	22500.04	23000.04	23500.04	24000.04
Kilo(kg) Desen	24500	25000	25500	26000	26500	27000	27500	28000
01 (Düz)	24500.01	25000.01	25500.01	26000.01	26500.01	27000.01	27500.01	28000.01
02 (Petek)	24500.02	25000.02	25500.02	26000.02	26500.02	27000.02	27500.02	28000.02
03 (Mesh)	24500.03	25000.03	25500.03	26000.03	26500.03	27000.03	27500.03	28000.03
04 (Kağıtlı)	24500.04	25000.04	25500.04	26000.04	26500.04	27000.04	27500.04	28000.04
Kilo(kg) Desen	28500	29000	29500	30000	30500	31000	31500	32000
01 (Düz)	28500.01	29000.01	29500.01	30000.01	30500.01	31000.01	31500.01	32000.01
02 (Petek)	28500.02	29000.02	29500.02	30000.02	30500.02	31000.02	31500.02	32000.02
03 (Mesh)	28500.03	29000.03	29500.03	30000.03	30500.03	31000.03	31500.03	32000.03
04 (Kağıtlı)	28500.04	29000.04	29500.04	30000.04	30500.04	31000.04	31500.04	32000.04

Ek-2 Hammadde oranı (viskon) – gr/m² tablosu tamamı

Viskon Oranı Kumaş Yoğunluğu (Gr/m²)	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
35	35.00	35.05	35.10	35.15	35.20	35.25	35.30
40	40.00	40.05	40.10	40.15	40.20	40.25	40.30
45	45.00	45.05	45.10	45.15	45.20	45.25	45.30
50	50.00	50.05	50.10	50.15	50.20	50.25	50.30
55	55.00	55.05	55.10	55.15	55.20	55.25	55.30
60	60.00	60.05	60.10	60.15	60.20	60.25	60.30
65	65.00	65.05	65.10	65.15	65.20	65.25	65.30
70	70.00	70.05	70.10	70.15	70.20	70.25	70.30
75	75.00	75.05	75.10	75.15	75.20	75.25	75.30
80	80.00	80.05	80.10	80.15	80.20	80.25	80.30
85	85.00	85.05	85.10	85.15	85.20	85.25	85.30
90	90.00	90.05	90.10	90.15	90.20	90.25	90.30
95	95.00	95.05	95.10	95.15	95.20	95.25	95.30
100	100.00	100.05	100.10	100.15	100.20	100.25	100.30
105	105.00	105.05	105.10	105.15	105.20	105.25	105.30
110	110.00	110.05	110.10	110.15	110.20	110.25	110.30
115	115.00	115.05	115.10	115.15	115.20	115.25	115.30
120	120.00	120.05	120.10	120.15	120.20	120.25	120.30
125	125.00	125.05	125.10	125.15	125.20	125.25	125.30
130	130.00	130.05	130.10	130.15	130.20	130.25	130.30
135	135.00	135.05	135.10	135.15	135.20	135.25	135.30

140	140.00	140.05	140.10	140.15	140.20	140.25	140.30
145	145.00	145.05	145.10	145.15	145.20	145.25	145.30
150	150.00	150.05	150.10	150.15	150.20	150.25	150.30
155	155.00	155.05	155.10	155.15	155.20	155.25	155.30
160	160.00	160.05	160.10	160.15	160.20	160.25	160.30
165	165.00	165.05	165.10	165.15	165.20	165.25	165.30
170	170.00	170.05	170.10	170.15	170.20	170.25	170.30
175	175.00	175.05	175.10	175.15	175.20	175.25	175.30
180	180.00	180.05	180.10	180.15	180.20	180.25	180.30
185	185.00	185.05	185.10	185.15	185.20	185.25	185.30
190	190.00	190.05	190.10	190.15	190.20	190.25	190.30
195	195.00	195.05	195.10	195.15	195.20	195.25	195.30
200	200.00	200.05	200.10	200.15	200.20	200.25	200.30
205	205.00	205.05	205.10	205.15	205.20	205.25	205.30
210	210.00	210.05	210.10	210.15	210.20	210.25	210.30
215	215.00	215.05	215.10	215.15	215.20	215.25	215.30
220	220.00	220.05	220.10	220.15	220.20	220.25	220.30
225	225.00	225.05	225.10	225.15	225.20	225.25	225.30
230	230.00	230.05	230.10	230.15	230.20	230.25	230.30
235	235.00	235.05	235.10	235.15	235.20	235.25	235.30
240	240.00	240.05	240.10	240.15	240.20	240.25	240.30
245	245.00	245.05	245.10	245.15	245.20	245.25	245.30
250	250.00	250.05	250.10	250.15	250.20	250.25	250.30
255	255.00	255.05	255.10	255.15	255.20	255.25	255.30
260	260.00	260.05	260.10	260.15	260.20	260.25	260.30
265	265.00	265.05	265.10	265.15	265.20	265.25	265.30

270	270.00	270.05	270.10	270.15	270.20	270.25	270.30
275	275.00	275.05	275.10	275.15	275.20	275.25	275.30
280	280.00	280.05	280.10	280.15	280.20	280.25	280.30
285	285.00	285.05	285.10	285.15	285.20	285.25	285.30
290	290.00	290.05	290.10	290.15	290.20	290.25	290.30
295	295.00	295.05	295.10	295.15	295.20	295.25	295.30
300	300.00	300.05	300.10	300.15	300.20	300.25	300.30
Viskon Oranı Kumaş Yoğunluğu (Gr/m²)	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%
35	35.35	35.40	35.45	35.50	35.55	35.60	35.65
40	40.35	40.40	40.45	40.50	40.55	40.60	40.65
45	45.35	45.40	45.45	45.50	45.55	45.60	45.65
55	55.35	55.40	55.45	55.50	55.55	55.60	55.65
60	60.35	60.40	60.45	60.50	60.55	60.60	60.65
65	65.35	65.40	65.45	65.50	65.55	65.60	65.65
70	70.35	70.40	70.45	70.50	70.55	70.60	70.65
75	75.35	75.40	75.45	75.50	75.55	75.60	75.65
80	80.35	80.40	80.45	80.50	80.55	80.60	80.65
85	85.35	85.40	85.45	85.50	85.55	85.60	85.65
90	90.35	90.40	90.45	90.50	90.55	90.60	90.65
95	95.35	95.40	95.45	95.50	95.55	95.60	95.65
100	100.35	100.40	100.45	100.50	100.55	100.60	100.65
105	105.35	105.40	105.45	105.50	105.55	105.60	105.65
110	110.35	110.40	110.45	110.50	110.55	110.60	110.65

115	115.35	115.40	115.45	115.50	115.55	115.60	115.65
120	120.35	120.40	120.45	120.50	120.55	120.60	120.65
125	125.35	125.40	125.45	125.50	125.55	125.60	125.65
130	130.35	130.40	130.45	130.50	130.55	130.60	130.65
135	135.35	135.40	135.45	135.50	135.55	135.60	135.65
140	140.35	140.40	140.45	140.50	140.55	140.60	140.65
145	145.35	145.40	145.45	145.50	145.55	145.60	145.65
150	150.35	150.40	150.45	150.50	150.55	150.60	150.65
155	155.35	155.40	155.45	155.50	155.55	155.60	155.65
160	160.35	160.40	160.45	160.50	160.55	160.60	160.65
165	165.35	165.40	165.45	165.50	165.55	165.60	165.65
170	170.35	170.40	170.45	170.50	170.55	170.60	170.65
175	175.35	175.40	175.45	175.50	175.55	175.60	175.65
180	180.35	180.40	180.45	180.50	180.55	180.60	180.65
185	185.35	185.40	185.45	185.50	185.55	185.60	185.65
190	190.35	190.40	190.45	190.50	190.55	190.60	190.65
195	195.35	195.40	195.45	195.50	195.55	195.60	195.65
200	200.35	200.40	200.45	200.50	200.55	200.60	200.65
205	205.35	205.40	205.45	205.50	205.55	205.60	205.65
210	210.35	210.40	210.45	210.50	210.55	210.60	210.65
215	215.35	215.40	215.45	215.50	215.55	215.60	215.65
220	220.35	220.40	220.45	220.50	220.55	220.60	220.65
225	225.35	225.40	225.45	225.50	225.55	225.60	225.65
230	230.35	230.40	230.45	230.50	230.55	230.60	230.65
235	235.35	235.40	235.45	235.50	235.55	235.60	235.65
240	240.35	240.40	240.45	240.50	240.55	240.60	240.65

245	245.35	245.40	245.45	245.50	245.55	245.60	245.65
250	250.35	250.40	250.45	250.50	250.55	250.60	250.65
255	255.35	255.40	255.45	255.50	255.55	255.60	255.65
260	260.35	260.40	260.45	260.50	260.55	260.60	260.65
265	265.35	265.40	265.45	265.50	265.55	265.60	265.65
270	270.35	270.40	270.45	270.50	270.55	270.60	270.65
275	275.35	275.40	275.45	275.50	275.55	275.60	275.65
280	280.35	280.40	280.45	280.50	280.55	280.60	280.65
285	285.35	285.40	285.45	285.50	285.55	285.60	285.65
290	290.35	290.40	290.45	290.50	290.55	290.60	290.65
295	295.35	295.40	295.45	295.50	295.55	295.60	295.65
300	300.35	300.40	300.45	300.50	300.55	300.60	300.65
Viskon Oranı Kumaş Yoğunluğu (Gr/m²)	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
35	35.70	35.75	35.80	35.85	35.90	35.95	35.100
40	40.70	40.75	40.80	40.85	40.90	40.95	40.100
45	45.70	45.75	45.80	45.85	45.90	45.95	45.100
50	50.70	50.75	50.80	50.85	50.90	50.95	50.100
55	55.70	55.75	55.80	55.85	55.90	55.95	55.100
60	60.70	60.75	60.80	60.85	60.90	60.95	60.100
65	65.70	65.75	65.80	65.85	65.90	65.95	65.100
70	70.70	70.75	70.80	70.85	70.90	70.95	70.100
75	75.70	75.75	75.80	75.85	75.90	75.95	75.100
80	80.70	80.75	80.80	80.85	80.90	80.95	80.100

85	85.70	85.75	85.80	85.85	85.90	85.95	85.100
90	90.70	90.75	90.80	90.85	90.90	90.95	90.100
95	95.70	95.75	95.80	95.85	95.90	95.95	95.100
100	100.70	100.75	100.80	100.85	100.90	100.95	100.100
105	105.70	105.75	105.80	105.85	105.90	105.95	105.100
110	110.70	110.75	110.80	110.85	110.90	110.95	110.100
115	115.70	115.75	115.80	115.85	115.90	115.95	115.100
120	120.70	120.75	120.80	120.85	120.90	120.95	120.100
125	125.70	125.75	125.80	125.85	125.90	125.95	125.100
130	130.70	130.75	130.80	130.85	130.90	130.95	130.100
135	135.70	135.75	135.80	135.85	135.90	135.95	135.100
140	140.70	140.75	140.80	140.85	140.90	140.95	140.100
145	145.70	145.75	145.80	145.85	145.90	145.95	145.100
150	150.70	150.75	150.80	150.85	150.90	150.95	150.100
155	155.70	155.75	155.80	155.85	155.90	155.95	155.100
160	160.70	160.75	160.80	160.85	160.90	160.95	160.100
165	165.70	165.75	165.80	165.85	165.90	165.95	165.100
170	170.70	170.75	170.80	170.85	170.90	170.95	170.100
175	175.70	175.75	175.80	175.85	175.90	175.95	175.100
180	180.70	180.75	180.80	180.85	180.90	180.95	180.100
185	185.70	185.75	185.80	185.85	185.90	185.95	185.100
190	190.70	190.75	190.80	190.85	190.90	190.95	190.100
195	195.70	195.75	195.80	195.85	195.90	195.95	195.100
200	200.70	200.75	200.80	200.85	200.90	200.95	200.100
205	205.70	205.75	205.80	205.85	205.90	205.95	205.100
210	210.70	210.75	210.80	210.85	210.90	210.95	210.100

215	215.70	215.75	215.80	215.85	215.90	215.95	215.100
220	220.70	220.75	220.80	220.85	220.90	220.95	220.100
225	225.70	225.75	225.80	225.85	225.90	225.95	225.100
230	230.70	230.75	230.80	230.85	230.90	230.95	230.100
235	235.70	235.75	235.80	235.85	235.90	235.95	235.100
240	240.70	240.75	240.80	240.85	240.90	240.95	240.100
245	245.70	245.75	245.80	245.85	245.90	245.95	245.100
250	250.70	250.75	250.80	250.85	250.90	250.95	250.100
255	255.70	255.75	255.80	255.85	255.90	255.95	255.100
260	260.70	260.75	260.80	260.85	260.90	260.95	260.100
265	265.70	265.75	265.80	265.85	265.90	265.95	265.100
270	270.70	270.75	270.80	270.85	270.90	270.95	270.100
275	275.70	275.75	275.80	275.85	275.90	275.95	275.100
280	280.70	280.75	280.80	280.85	280.90	280.95	280.100
285	285.70	285.75	285.80	285.85	285.90	285.95	285.100
290	290.70	290.75	290.80	290.85	290.90	290.95	290.100
295	295.70	295.75	295.80	295.85	295.90	295.95	295.100
300	300.70	300.75	300.80	300.85	300.90	300.95	300.100

Ek-3 Yapay zeka eğitim sonuçları tamamı

Kumaş Yoğunluğu (Gr/m²)	Boyuna Kopma Mukavemeti (N)	Yapay Zeka Eğitim Sonuçları (N)	Hata Değerleri	Enine Kopma Mukavemeti (N)	Yapay Zeka Eğitim Sonuçları (N)	Hata Değerleri
35	114,300	114,301	-0,001	22,500	22,555	-0,055
40	118,400	118,375	0,027	22,900	22,793	0,107
45	119,900	119,935	-0,035	23,400	23,440	-0,040
50	121,800	121,593	0,207	24,600	24,596	0,004
55	123,300	123,454	-0,154	26,000	26,135	-0,135
60	125,400	125,483	-0,083	28,100	27,829	0,271
65	127,700	127,643	0,057	29,300	29,501	-0,201
70	130,100	129,895	0,205	31,100	31,065	0,035
75	132,200	132,211	-0,011	32,500	32,494	0,006
80	134,700	134,666	0,034	33,200	33,760	-0,560
85	138,900	138,908	-0,008	35,800	35,808	-0,008
90	143,200	143,209	-0,009	37,900	37,908	-0,008
95	142,961	142,923	0,038	38,283	38,293	-0,010
100	145,341	145,302	0,039	39,718	39,724	-0,006
105	147,721	147,711	0,010	41,153	41,165	-0,012
110	150,101	150,104	-0,003	42,588	42,575	0,013
115	152,481	152,490	-0,009	44,023	44,033	-0,010
120	154,861	154,872	-0,011	45,458	45,478	-0,020
125	157,241	157,252	-0,011	46,893	46,908	-0,015
130	159,621	159,632	-0,011	48,328	48,333	-0,005
135	162,001	162,013	-0,012	49,763	49,761	0,002
140	164,381	164,394	-0,013	51,198	51,192	0,006

145	166,761	166,775	-0,014	52,633	52,628	0,005
150	169,141	169,155	-0,014	54,068	54,066	0,002
155	171,521	171,534	-0,013	55,503	55,505	-0,002
160	173,901	173,912	-0,011	56,938	56,944	-0,006
165	176,281	176,290	-0,009	58,373	58,382	-0,009
170	178,661	178,667	-0,006	59,808	59,818	-0,010
175	181,041	181,046	-0,005	61,243	61,253	-0,010
180	183,421	183,425	-0,004	62,678	62,686	-0,008
185	185,801	185,807	-0,006	64,113	64,118	-0,005
190	188,181	188,189	-0,008	65,548	65,550	-0,002
195	190,561	190,573	-0,012	66,983	66,982	0,001
200	192,941	192,956	-0,015	68,418	68,416	0,002
205	195,321	195,339	-0,018	69,853	69,850	0,003
210	197,701	197,720	-0,019	71,288	71,287	0,001
215	200,081	200,099	-0,018	72,723	72,724	-0,001
220	202,461	202,476	-0,015	74,158	74,162	-0,004
225	204,841	204,851	-0,010	75,593	75,600	-0,007
230	207,221	207,227	-0,006	77,028	77,037	-0,009
235	209,601	209,604	-0,003	78,463	78,472	-0,009
240	211,981	211,983	-0,002	79,898	79,904	-0,006
245	214,361	214,366	-0,005	81,333	81,334	-0,001
250	216,741	216,748	-0,007	82,768	82,762	0,006
255	219,121	219,127	-0,006	84,203	84,191	0,012
260	221,501	221,502	-0,001	85,638	85,624	0,014
265	223,881	223,878	0,003	87,073	87,062	0,011
270	226,261	226,264	-0,003	88,508	88,507	0,001

275	228,641	228,651	-0,010	89,943	89,955	-0,012
280	231,021	231,014	0,007	91,378	91,394	-0,016
285	233,401	233,406	-0,005	92,813	92,805	0,008
290	235,781	235,770	0,011	94,248	94,199	0,049
295	238,161	238,160	0,001	95,683	95,734	-0,051
300	240,541	240,524	0,017	97,118	97,035	0,083



Ek-4 Boyuna kopma mukavemet değerleri için basınç ve motor devirleri tamamı

Kumaş Yoğunluğu (Gr/m2)	Boyuna Kopma Mukavemeti (N)	Ortalama Basınç (bar)	Referans (V)	Ortalama Motor Devri (d/dk)
35	114,301	50	4,48	1344
40	118,375	51,5	4,59	1376
45	119,935	53,5	4,73	1418
50	121,593	55,5	4,87	1461
55	123,454	57	4,98	1493
60	125,483	59	5,12	1536
65	127,643	61	5,26	1579
70	129,895	62,5	5,37	1611
75	132,211	64,5	5,51	1654
80	134,666	66	5,62	1686
85	138,908	68	5,76	1728
90	143,209	70	5,90	1771
95	142,923	74	6,19	1857
100	145,302	78	6,47	1942
105	147,711	82,5	6,80	2039
110	150,104	86,5	7,08	2124
115	152,490	90,5	7,37	2210
120	154,872	94,5	7,65	2295
125	157,252	99	7,97	2391
130	159,632	103	8,26	2477
135	162,013	107	8,54	2562
140	164,394	111	8,83	2648

145	166,775	115	9,11	2734
150	169,155	120	9,47	2840
155	171,534	65,25	5,57	1670
160	173,912	66	5,62	1686
165	176,290	67	5,69	1707
170	178,667	68	5,76	1728
175	181,046	69	5,83	1750
180	183,425	70	5,90	1771
185	185,807	72	6,05	1814
190	188,189	74	6,19	1857
195	190,573	76	6,33	1900
200	192,956	78	6,47	1942
205	195,339	80,25	6,63	1990
210	197,720	82,5	6,80	2039
215	200,099	84,5	6,94	2081
220	202,476	86,5	7,08	2124
225	204,851	88,5	7,22	2167
230	207,227	90,5	7,37	2210
235	209,604	92,5	7,51	2252
240	211,983	94,5	7,65	2295
245	214,366	96,75	7,81	2343
250	216,748	99	7,97	2391
255	219,127	101	8,11	2434
260	221,502	103	8,26	2477
265	223,878	105	8,40	2520
270	226,264	107	8,54	2562

275	228,651	109	8,68	2605
280	231,014	111	8,83	2648
285	233,406	113	8,97	2691
290	235,770	115	9,11	2734
295	238,160	117,5	9,29	2787
300	240,524	120	9,47	2840



Ek-5 Enine kopma mukavemet değerleri için basınç ve motor devirleri tamamı

Kumaş Yoğunluğu (Gr/m²)	Enine Kopma Mukavemeti (N)	Ortalama Basınç (bar)	Referans (V)	Ortalama Motor Devri (d/dk)
35	22,555	21	2,41	723
40	22,793	23,50	2,59	777
45	23,440	26	2,77	830
50	24,596	28,50	2,95	884
55	26,135	31	3,12	937
60	27,829	33,50	3,30	991
65	29,501	36	3,48	1044
70	31,065	38,50	3,66	1098
75	32,494	41	3,84	1151
80	33,760	43,50	4,02	1205
85	35,808	46	4,19	1258
90	37,908	49	4,41	1322
95	38,293	52,5	4,66	1397
100	39,724	56,5	4,94	1483
105	41,165	60	5,19	1557
110	42,575	63,5	5,44	1632
115	44,033	67	5,69	1707
120	45,478	71	5,98	1793
125	46,908	74	6,19	1857
130	48,333	78	6,47	1942
135	49,761	81,5	6,72	2017
140	51,192	85	6,97	2092

145	52,628	89	7,26	2178
150	54,066	93	7,54	2263
155	55,505	42,25	3,93	1178
160	56,944	43,50	4,02	1205
165	58,382	44,75	4,10	1231
170	59,818	46	4,19	1258
175	61,253	47,5	4,30	1290
180	62,686	49	4,41	1322
185	64,118	50,75	4,53	1360
190	65,550	52,5	4,66	1397
195	66,982	54,5	4,80	1440
200	68,416	56,5	4,94	1483
205	69,850	57,25	5,00	1499
210	71,287	60	5,19	1557
215	72,724	61,75	5,32	1595
220	74,162	63,5	5,44	1632
225	75,600	65,25	5,57	1670
230	77,037	67	5,69	1707
235	78,472	69	5,83	1750
240	79,904	71	5,98	1793
245	81,334	72,5	6,08	1825
250	82,762	74	6,19	1857
255	84,191	76	6,33	1900
260	85,624	78	6,47	1942
265	87,062	79,75	6,60	1980
270	88,507	81,5	6,72	2017

275	89,955	83,25	6,85	2055
280	91,394	85	6,97	2092
285	92,805	87	7,12	2135
290	94,199	89	7,26	2178
295	95,734	91	7,40	2220
300	97,035	93	7,54	2263

