

**RİNG İPLİKÇİLİĞİNDE LİF ÖZELLİKLERİNDEN PAMUK İPLİĞİ
ÖZELLİKLERİNİN TAHMİNLENMESİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Pamukkale Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı**

Ozan TOPRAKÇI

Danışman: Yard. Doç. Dr. Yıldray TURHAN

**Haziran, 2008
DENİZLİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

Ozan TOPRAKÇI tarafından Yard. Doç. Dr. Yıldray TURHAN yönetiminde hazırlanan “**Ring İplikçiliğinde Lif Özelliklerinden Pamuk İpliği Özelliklerinin Tahminlenmesinin Araştırılması**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.



Doç. Dr. Sunay ÖMEROĞLU
Jüri Başkanı



Yard. Doç. Dr. Güngör DURUR
Jüri Üyesi



Yard. Doç. Dr. Yıldray TURHAN
Jüri Üyesi (Danışman)

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu' nun/..../.....
tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet Ali SARIGÖL
Müdür

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

İmza :

Öğrenci Adı Soyadı : Ozan TOPRAKÇI

TEŞEKKÜR

Tez konusunun seçimi, deney planının belirlenmesi, tezin düzenlenmesi ve sonuçların değerlendirilmesi sırasında yol gösteren, kıymetli hocam Sayın Yard. Doç. Dr. Yıldırım Turhan`a, deneysel çalışmalarını sanayi şartlarında gerçekleştirmeme olanak sağlayan Abaloğlu Yem, Soya ve Tekstil San. A.Ş. İplik İşletmesi Üretim Müdürü Serhan Ögünçlü'ye, deneylerin yapılması esnasında desteğini esirgemeyen Sevda Bayram'a özellikle tezin yazım ve basım aşamasında her türlü yardımı esirgemeyen Arş. Gör. Reyhan Keskin'e, tezimin yönlendirilmesinde çok büyük destek veren Yard. Doç. Dr. Sezai Tokat'a ve Yard. Doç. Dr. Yahya Can, tüm çalışmalarım süresince verdiği destek ve yardımlarıyla her zaman yanımda hissettiğim aileme, arkadaşım H. Aylin Karahan'a, ayrıca tez çalışmam süresince her yönden destek ve dostluklarını esirgemeyen başta Arş. Gör. Barış Haşçelik, Erdem Yıldız, Bilal Aydoğan ve A. Serdar Önal olmak üzere tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

RİNG İPLİKÇİLİĞİNDE LİF ÖZELLİKLERİNDEN PAMUK İPLİĞİ ÖZELLİKLERİNİN TAHMİNLENMESİNİN ARAŞTIRILMASI

Toprakçı, Ozan
Yüksek Lisans Tezi, Tekstil Mühendisliği ABD
Tez Yöneticisi: Yard. Doç. Dr. Yıldıray TURHAN

Haziran 2008, 128 Sayfa

Bu tezde, ring iplikçiliğinde kullanılan pamuk liflerinin özelliklerinin iplik özelliklerine etkileri araştırılmış ve lif özelliklerinden yararlanılarak iplik özelliklerinin tahminlenmesi için uygun bir model oluşturulmuştur.

Bu tez çalışmasında, 13 farklı harmandan, 4 farklı numarada karde pamuk ipliği üretilmiştir. Lif ve iplik özelliklerinin belirlenmesinde ASTM standartları esas alınmıştır. Lif özelliklerinin belirlenmesinde HVI ve AFIS cihazları kullanılırken, iplik özelliklerinin belirlenmesinde Uster Tester 3 ve Uster Tensorapid cihazları kullanılmıştır. Elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde, doğrusal çoklu regresyon analizi, doğrusal olmayan çoklu regresyon analizi ve yapay sinir ağları (YSA) metodu kullanılmış ve istatistikî açıdan önemli regresyon modelleri elde edilmiştir. Sonuç olarak, yapay sinir ağları metodu ile oluşturulan modelin, iplik özelliklerinin tahminlenmesinde doğrusal çoklu regresyon analizi ve doğrusal olmayan çoklu regresyon analizine kıyasla daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Yapay sinir ağı (YSA), lif uzunluğu, mukavemet, tüylülük, pamuk ipliği, düzgünlük, ring iplikçiliği, tahminleme.

Doç. Dr. Sunay ÖMEROĞLU
Yard. Doç. Dr. Güngör DURUR
Yard. Doç. Dr. Yıldıray TURHAN

ABSTRACT

A RESEARCH ON PREDICTING OF YARN PROPERTIES FROM COTTON FIBER PROPERTIES IN RING SPINNING

Toprakçı, Ozan
M. Sc. Thesis in Textile Engineering
Supervisor: Asst. Prof. Dr. Yıldırım TURHAN

June 2008, 128 Pages

In this thesis, effects of the fiber properties used in the ring spinning were investigated in terms of their effect on yarn properties and a model was created in order to predict the yarn properties through the use of fiber properties.

In this research, 4 different cotton yarns with different counts were obtained by using 13 different carded blends. Fiber and yarn properties were determined according to ASTM standards. While HVI and AFIS devices were used for the determination of fiber properties, Uster Tester 3 and Uster Tensorapid were utilized for the determination of yarn properties. For the evaluation of the results, linear multiple regression analysis, non-linear multiple regression analysis and artificial neural networks methods were used and some regression models, which are of importance in terms of statistics, were obtained. In conclusions, the model obtained by artificial neural network method was determined to give better results when compared with linear multiple regression analysis and non-linear multiple regression analysis.

Keywords: Artificial neural networks (ANN), fiber length, strength, hairiness, cotton yarn, unevenness, ring spinning, predicting.

Assoc. Prof. Dr. Sunay ÖMEROĞLU
Asst. Prof. Dr. Güngör DURUR
Asst. Prof. Dr. Yıldırım TURHAN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ ONAY SAYFASI.....	i
BİLİMSEL ETİK SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	xi
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL BİLGİLER VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
2.1. Teorik Çalışmalar.....	3
2.2. Deneysel Çalışmalar.....	9
3. MATERYAL VE METOT.....	17
3.1. Kullanılan Materyal.....	17
3.1.1. Lif ve iplik.....	17
3.1.2. Kullanılan makineler.....	17
3.1.3. Kullanılan test cihazları.....	20
3.2. Kullanılan Metot.....	21
3.2.1. Lif özelliklerinin belirlenmesi.....	21
3.2.1.1. HVI cihazı ile belirlenen lif özellikleri	22
3.2.1.2. AFIS cihazı ile belirlenen lif özellikleri	23
3.2.2. İplik özelliklerinin belirlenmesi	24
3.2.3. Modelleme.....	25
3.2.3.1. Çoklu regresyon analizi	25
3.2.3.2. Yapay sinir ağı metodu	27
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	37
4.1. Belirlenen Lif Özellikleri	37
4.2. Belirlenen İplik Özellikleri	37
4.3. Çoklu Regresyon Analizleri	42
4.3.1. Doğrusal çoklu regresyon analizi	45

4.3.1.1. HVI verileri için doğrusal çoklu regresyon	46
4.3.1.1.1. İplik düzensizliğünün tahminlenmesi	46
4.3.1.1.2. İplikteki ince yer sayısının tahminlenmesi	47
4.3.1.1.3. İplikteki kalın yer sayısının tahminlenmesi	48
4.3.1.1.4. İplikteki neps sayısının tahminlenmesi	50
4.3.1.1.5. İplik tüylülüğünün tahminlenmesi	51
4.3.1.1.6. İplik kopma uzamasının tahminlenmesi	52
4.3.1.1.7. İplik mukavemetinin tahminlenmesi	53
4.3.1.2. AFIS verileri için doğrusal çoklu regresyon	54
4.3.1.2.1. İplik düzensizliğünün tahminlenmesi	55
4.3.1.2.2. İplikteki ince yer sayısının tahminlenmesi	56
4.3.1.2.3. İplikteki kalın yer sayısının tahminlenmesi	57
4.3.1.2.4. İplikteki neps sayısının tahminlenmesi	59
4.3.1.2.5. İplik tüylülüğünün tahminlenmesi	60
4.3.1.2.6. İplik kopma uzamasının tahminlenmesi	61
4.3.1.2.7. İplik mukavemetinin tahminlenmesi	62
4.3.2. Doğrusal olmayan çoklu regresyon	64
4.3.2.1. HVI verileri için doğrusal olmayan çoklu regresyon	64
4.3.2.1.1. İplik düzgünlüğünün tahminlenmesi	65
4.3.2.1.2. İplikteki ince yer sayısının tahminlenmesi	65
4.3.2.1.3. İplikteki kalın yer sayısının tahminlenmesi	66
4.3.2.1.4. İplikteki neps sayısının tahminlenmesi	66
4.3.2.1.5. İplik tüylülüğünün tahminlenmesi	67
4.3.2.1.6. İplik kopma uzamasının tahminlenmesi	68
4.3.2.1.7. İplik mukavemetinin tahminlenmesi	68
4.3.2.2. AFIS verileri ile doğrusal olmayan çoklu regresyon analizi	69
4.3.2.2.1. İplik düzensizliğünün tahminlenmesi	69
4.3.2.2.2. İplikteki ince yer sayısının tahminlenmesi	70
4.3.2.2.3. İplikteki kalın yer sayısının tahminlenmesi	71
4.3.2.2.4. İplikteki neps sayısının tahminlenmesi	71
4.3.2.2.5. İplik tüylülüğünün tahminlenmesi	72
4.3.2.2.6. İplik kopma uzamasının tahminlenmesi	73
4.3.2.2.7. İplik mukavemetinin tahminlenmesi	73

4.4. Yapay Sinir Ağları.....	74
4.4.1. HVI verilerinin YSA’da değerlendirilmesi.....	74
4.4.2. AFIS verilerinin YSA’da değerlendirilmesi.....	78
5. SONUÇ.....	85
5.1. Tahminleme Sonuçlarının Kıyaslanması.....	86
5.1.1. HVI verileri ile elde edilen sonuçlar.....	86
5.1.2. AFIS verileri ile elde edilen sonuçlar.....	91
5.2. İplik Özelliklerine Etki Eden Lif Parametreleri.....	96
5.2.1. HVI verileri için iplik özelliklerine etki eden faktörler.....	96
5.2.2. AFIS verileri için iplik özelliklerine etki eden faktörler.....	98
5.3. Öneriler	100
KAYNAKLAR.....	101
EKLER.....	103
EK-1 HVI VERİLERİ İLE ELDE EDİLEN GRAFİKLER.....	104
EK-2 AFIS VERİLERİ İLE ELDE EDİLEN GRAFİKLER.....	107
EK-4 HVI VERİLERİ İÇİN STEPWISE METODU İLE ELDE EDİLEN SONUÇLAR.....	117
EK-5 AFIS VERİLERİ İÇİN STEPWISE METODU İLE ELDE EDİLEN SONUÇLAR.....	120
EK-6 HVI VERİLERİ İÇİN EĞİTİM VE TEST VERİLERİNİN GÖSTERİMİ	123
EK-7 AFIS VERİLERİ İÇİN EĞİTİM VE TEST VERİLERİNİN GÖSTERİMİ ..	125
EK-8 AFIS VE HVI VERİLERİ İÇİN İPLİK ÖZELLİKLERİNE ETKİ EDEN PARAMETRELER VE ETKİ DERECELERİ	127
ÖZGEÇMİŞ.....	128

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1 β değerinin $((\sigma_f)/(\sigma_b))$ oranına etkisi	6
Şekil 2.2 $((l_f)/l_c)$ oranının $((\sigma_y)/(\sigma_b))$ oranına etkisi	7
Şekil 2.3 $((l_f)/l_c)$ oranının $((\sigma_y)/(\sigma_f))$ oranına etkisi	7
Şekil 2.4 İki farklı pamuk numunesine ait fibrogram	9
Şekil 2.5 Ölçülen ve tahminlenen iplik mukavemeti değerleri grafiği	12
Şekil 2.6 Karde iplik üretim prosesinde neps miktarındaki değişim	14
Şekil 2.7 Deneysel ve tahminlenmiş iplik özelliklerine ait grafik	16
Şekil 3.1 Beyin sinir hücresi ve bileşenleri	28
Şekil 3.2 Çok katmanlı bir yapay sinir ağı	28
Şekil 3.3 Radyal tabanlı fonksiyon ağı	30
Şekil 4.1 HVI verileri için nöron sayılarının performans üzerindeki etkileri	75
Şekil 4.2 HVI verileri için nöron sayılarının performans üzerindeki etkileri (test) .	75
Şekil 4.3 HVI verileri için nöron sayılarının performans üzerindeki etkileri (eğitim)	76
Şekil 4.4 AFIS verileri için nöron sayılarının performans üzerindeki etkileri	78
Şekil 4.5 AFIS verileri için nöron sayılarının performans üzerindeki etkileri (test)	79
Şekil 4.6 AFIS verileri için nöron sayılarının performans üzerindeki etkileri (eğitim)	79
Şekil 5.1 İplik düzgünsüzlüğü için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı....	88
Şekil 5.2 İplikteki ince yer sayısı için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı	88
Şekil 5.3 İplikteki kalın yer sayısı için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı	89
Şekil 5.4 İplikteki neps sayısı için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı	89
Şekil 5.5 İplik tüylülüğü için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı	90
Şekil 5.6 İplik kopma uzaması için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı	90
Şekil 5.7 İplik mukavemeti için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı	91
Şekil 5.8 İplik düzgünsüzlüğü için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı ...	93

Şekil 5.9 İplikteki ince yer sayısı için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı	93
Şekil 5.10 İplikteki kalın yer sayısı için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı	94
Şekil 5.11 İplikteki neps sayısı için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı ...	94
Şekil 5.12 İplik tüylülüğü için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı	95
Şekil 5.13 İplik kopma uzaması için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı ..	95
Şekil 5.14 İplik mukavemeti için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı	96
Ek Şekil 1 Karde harmanına ait lif incelik değerleri	104
Ek Şekil 2 Karde harmanına ait lif parlaklık değerleri	104
Ek Şekil 3 Karde harmanına ait lif sarılık değerleri	104
Ek Şekil 4 Karde harmanına ait ortalama lif uzunluğu değerleri	105
Ek Şekil 5 Karde harmanına ait üst yarı ortalama uzunluğu değerleri	105
Ek Şekil 6 Karde harmanına ait üniformite indeksi değerleri	105
Ek Şekil 7 Karde harmanına ait lif mukavemeti değerleri	106
Ek Şekil 8 Karde harmanına ait lif kopma uzaması değerleri	106
Ek Şekil 9 Karde harmanına ait kısa lif oranı değerleri	106
Ek Şekil 10 Karde harmanına ait ağırlık esaslı ortalama lif uzunluğu değerleri	107
Ek Şekil 11 Karde harmanına ait üst çeyrek uzunluğu değerleri	107
Ek Şekil 12 Karde harmanına ait ağırlık esaslı kısa lif içeriği değerleri	107
Ek Şekil 13 Karde harmanına ait sayı esaslı ortalama lif uzunluğu değerleri	108
Ek Şekil 14 Karde harmanına ait sayı esaslı kısa lif içeriği değerleri	108
Ek Şekil 15 Karde harmanına ait %5 span uzunluğu değerleri	108
Ek Şekil 16 Karde harmanına ait %2,5 span uzunluğu değerleri	109
Ek Şekil 17 Karde harmanına ait lif inceliği değerleri	109
Ek Şekil 18 Karde harmanına ait olgun olmayan lif içeriği değerleri	109
Ek Şekil 19 Karde harmanına ait lif olgunluğu değerleri	110
Ek Şekil 20 Karde harmanına ait neps sayısı değerleri	110
Ek Şekil 21 Karde harmanına ait tohum kabuğu neps sayısı değerleri	110
Ek Şekil 22 Ağırlık esaslı lif uzunluğu varyasyonu değerleri	111
Ek Şekil 23 Sayı esaslı lif uzunluğu varyasyonu değerleri	111
Ek Şekil 24 Tohum kabuğu nepsi büyüklüğü değerleri	111
Ek Şekil 25 Neps büyüklüğü değerleri	112

TABLOLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1 Lif özelliklerinin iplik özelliklerine etkisi ile ilgili yapılmış çalışmaların sınıflandırılması	3
Tablo 2.2 Sinir ağında öğretilen ve test edilen veriler için R^2 değerleri	9
Tablo 2.3 Çeşitli modellerin tahminleme performansının kıyaslanması	11
Tablo 2.4 Girdi parametrelerinin önemlerinin kıyaslanması	11
Tablo 2.5 Ölçülen ve tahminlenen iplik mukavemeti değerlerinin kıyaslanması ..	13
Tablo 2.6 HVI verileri için elde edilen denklemler	15
Tablo 2.7 AFIS verileri için elde edilen denklemler	15
Tablo 3.1 Genel makine ayarları	19
Tablo 3.2 Fitol makinesinin teknik özellikleri	19
Tablo 3.3 Ring iplik makinesinin teknik özellikleri	20
Tablo 3.4 Bobin makinesinin teknik özellikleri	20
Tablo 3.5 HVI verileri için 3CV metodunda kullanılmak üzere seçilmiş 3 farklı katman	33
Tablo 3.6 AFIS verileri için 3CV metodunun gösterimi	33
Tablo 3.7 3CV Metodu için seçilen eğitim ve test veri setleri	34
Tablo 4.1 Her bir harmana ait lif özellikleri (HVI)	38
Tablo 4.2 Her bir harmana ait lif özellikleri (AFIS)	39
Tablo 4.3 Ne20 Karde İpliğine Ait Özellikler	40
Tablo 4.4 Ne24 Karde İpliğine Ait Özellikler	40
Tablo 4.5 Ne30 Karde İpliğine Ait Özellikler	41
Tablo 4.6 Ne40 Karde İpliğine Ait Özellikler	41
Tablo 4.7 Lif özelliklerinin ikili korelasyon analizi (HVI)	43
Tablo 4.8 Lif özelliklerinin ikili korelasyon analizi (AFIS)	44
Tablo 4.9 Lif özellikleri ile iplik özelliklerinin ikili korelasyon analizi (HVI)	44
Tablo 4.10 Lif özellikleri ile iplik özelliklerinin ikili korelasyon analizi (AFIS)	45
Tablo 4.11 İplik düzgünlüğü için HVI verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	46

Tablo 4.12 İplik düzgünsüzlüğünü tahminleme amacıyla HVI verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi	47
Tablo 4.13 İplikteki ince yer sayısı için HVI verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	47
Tablo 4.14 İplikteki ince yer sayısını tahminleme amacıyla HVI verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi	48
Tablo 4.15 İplikteki kalın yer sayısı için HVI verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	49
Tablo 4.16 İplikteki kalın yer sayısını tahminleme amacıyla HVI verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi	49
Tablo 4.17 İplikteki neps sayısı için HVI verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	50
Tablo 4.18 İplikteki neps sayısını tahminleme amacıyla HVI verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi	50
Tablo 4.19 İplik tüylülüğü için HVI verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	51
Tablo 4.20 İplik tüylülüğünü tahminleme amacıyla HVI verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi	51
Tablo 4.21 İplik kopma uzaması için HVI verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	52
Tablo 4.22 İplik kopma uzamasını tahminleme amacıyla HVI verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi	53
Tablo 4.23 İplik mukavemeti için HVI verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	53
Tablo 4.24 İplik mukavemetini tahminleme amacıyla HVI verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi	54
Tablo 4.25 İplik düzgünsüzlüğü için AFIS verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	55
Tablo 4.26 İplik düzgünsüzlüğünü tahminleme amacıyla AFIS verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi	56
Tablo 4.27 İplikteki ince yer sayısı için AFIS verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	56

Tablo 4.28 İplikteki ince yer sayısını tahminleme amacıyla AFIS verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi	57
Tablo 4.29 İplikteki kalın yer sayısı için AFIS verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	57
Tablo 4.30 İplikteki kalın yer sayısını tahminleme amacıyla AFIS verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi	58
Tablo 4.31 İplikteki neps sayısı için AFIS verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	59
Tablo 4.32 İplikteki neps sayısını tahminleme amacıyla AFIS verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi	59
Tablo 4.33 İplik tüylülüğü için AFIS verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	60
Tablo 4.34 İplik tüylülüğünü tahminleme amacıyla AFIS verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi	60
Tablo 4.35 İplik kopma uzaması için AFIS verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	61
Tablo 4.36 İplik kopma uzamasını tahminleme amacıyla AFIS verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi	62
Tablo 4.37 İplik mukavemeti için AFIS verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	62
Tablo 4.38 İplik mukavemetini tahminleme amacıyla AFIS verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi	63
Tablo 4.39 İplik düzgünsüzlüğü için HVI verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	65
Tablo 4.40 İplikteki ince yer sayısı için HVI verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	65
Tablo 4.41 İplikteki kalın yer sayısı için HVI verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	66
Tablo 4.42 İplikteki neps sayısı için HVI verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	67
Tablo 4.43 İplik tüylülüğü için HVI verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	67

Tablo 4.44 İplik kopma uzaması için HVI verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	68
Tablo 4.45 İplik mukavemeti için HVI verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	68
Tablo 4.46 İplik düzgünsüzlüğü için AFIS verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	70
Tablo 4.47 İplikteki ince yer sayısı için AFIS verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	70
Tablo 4.48 İplikteki kalın yer sayısının için AFIS verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	71
Tablo 4.49 İplikteki neps sayısı için AFIS verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	71
Tablo 4.50 İplik tüylülüğü için AFIS verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	72
Tablo 4.51 İplik kopma uzaması için AFIS verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	73
Tablo 4.52 İplik mukavemeti için AFIS verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri	73
Tablo 4.53 HVI verileri için belirlenen nöron ve iterasyon sayıları	76
Tablo 4.54 HVI eğitim verileri için belirlenen nöron ve iterasyon sayılarındaki R^2 değerleri	77
Tablo 4.55 HVI test verileri için belirlenen nöron ve iterasyon sayılarındaki R^2 değerleri	77
Tablo 4.56 HVI eğitim verileri için belirlenen nöron ve iterasyon sayılarındaki RMSE değerleri	77
Tablo 4.57 HVI test verileri için belirlenen nöron ve iterasyon sayılarındaki RMSE değerleri	77
Tablo 4.58 AFIS verileri için belirlenen nöron ve iterasyon sayıları	80
Tablo 4.59 AFIS eğitim verileri için belirlenen nöron ve iterasyon sayılarındaki R^2 değerleri	80
Tablo 4.60 AFIS test verileri için belirlenen nöron ve iterasyon sayılarındaki R^2 değerleri	81

Tablo 4.61 AFIS eğitim verileri için belirlenen nöron ve iterasyon sayılarındaki RMSE değerleri	81
Tablo 4.62 AFIS test verileri için belirlenen nöron ve iterasyon sayılarındaki RMSE değerleri	82
Tablo 4.63 İplikteki ince yer sayısının eğitim ve test verileri için oluşturulan YSA'nın R^2 ve RMSE değerleri	82
Tablo 4.64 İplik kopma uzamasının eğitim ve test verileri için oluşturulan YSA'nın R^2 ve RMSE değerleri	83
Tablo 4.65 İplik mukavemetinin eğitim ve test verileri için oluşturulan YSA'nın R^2 ve RMSE değerleri	83
Tablo 4.66 Stepwise verileri dikkate alınarak, iplik mukavemetini tahminlemek için oluşturulan YSA'nın R^2 ve RMSE değerler	84
Tablo 5.1 HVI eğitim verileri için elde edilen RMSE değerleri	86
Tablo 5.2 HVI test verileri için elde edilen RMSE değerleri	86
Tablo 5.3 HVI eğitim verileri için elde edilen R^2 değerleri	87
Tablo 5.4 HVI test verileri için elde edilen R^2 değerleri	87
Tablo 5.5 AFIS eğitim verileri için elde edilen RMSE değerleri	91
Tablo 5.6 AFIS test verileri için elde edilen RMSE değerleri	92
Tablo 5.7 AFIS eğitim verileri için elde edilen R^2 değerleri	92
Tablo 5.8 AFIS test verileri için elde edilen R^2 değerleri	92
Ek Tablo 1 HVI lif verileri için 3CV metodu	112
Ek Tablo 2 HVI iplik verileri için 3CV metodu	113
Ek Tablo 3 AFIS lif verileri için 3CV metodu	114
Ek Tablo 4 AFIS iplik verileri için 3CV metodu	115
Ek Tablo 5 İplik düzgünsüzlüğüne etki eden faktörler	116
Ek Tablo 6 İplikteki ince yer sayısına etki eden faktörler	116
Ek Tablo 7 İplikteki kalın yer sayısına etki eden faktörler	116
Ek Tablo 8 İplikteki neps sayısına etki eden faktörler	117
Ek Tablo 9 İplik tüylülüğüne etki eden faktörler	117
Ek Tablo 10 İplik kopma uzamasına etki eden faktörler	117
Ek Tablo 11 İplik mukavemetine etki eden faktörler	118
Ek Tablo 12 İplik düzgünsüzlüğüne etki eden faktörler	119
Ek Tablo 13 İplikteki ince yer sayısına etki eden faktörler	119

Ek Tablo 14 İplikteki kalın yer sayısına etki eden faktörler	119
Ek Tablo 15 İplikteki neps sayısına etki eden faktörler	120
Ek Tablo 16 İplik tüylülüğüne etki eden faktörler	120
Ek Tablo 17 İplik kopma uzamasına etki eden faktörler	120
Ek Tablo 18 İplik mukavemetine etki eden faktörler	121
Ek Tablo 19 Eğitim için kullanılan lif özellikleri	122
Ek Tablo 20 Eğitim için kullanılan iplik özellikleri	122
Ek Tablo 21 Test için kullanılan lif özellikleri	123
Ek Tablo 22 Test için kullanılan iplik özellikleri	123
Ek Tablo 23 Eğitim için kullanılan lif özellikleri	124
Ek Tablo 24 Eğitim için kullanılan iplik özellikleri	124
Ek Tablo 25 Test için kullanılan lif özellikleri	125
Ek Tablo 26 Test için kullanılan iplik özellikleri	125
Ek Tablo 27 HVI verileri için iplik özelliklerine etki eden parametrelerin gösterimi	127
Ek Tablo 28 AFIS verileri için iplik özelliklerine etki eden parametrelerin gösterimi	127

KISALTMALAR DİZİNİ

3CV	: 3-fold-cross-validation (3 Katmanlı Çapraz Sorgulama)
AATCC	: American Association of Textile Chemists and Colorists (Amerikan Tekstil Kimyacıları ve Renkçileri Birliği)
AFIS	: Advanced Fiber Information System (Gelişmiş Lif Bilgi Sistemi)
ANN	: Artificial Neural Networks (Yapay Sinir Ağları)
ASTM	: American Society for Testing and Materials (Amerikan Test ve Malzeme Standartları Enstitüsü)
HVI	: High Volume Instrument (Yüksek Hacimli Lif Ölçüm Cihazı)
FMT	: Fineness and Maturity Tester (İncelik ve Olgunluk Test Cihazı)
ISO	: International Standards Organisation (Uluslar Arası Standartlar Organizasyonu)
LOO	: Leave-one-out (Bir Değişkeni Devre Dışı Bırakma Metodu)
MSE	: Mean Square Error (Hata Karelerinin Ortalaması)
R	: Coefficient of Corelation (Korelasyon Katsayısı)
R²	: Coefficient of Regression (Belirleme Katsayısı)
RMSE	: Root Mean Square Error (Hata Karelerinin Ortalamasının Karekökü)
RTF	: Radyal Tabanlı Fonksiyon
RTFA	: Radyal Tabanlı Fonksiyon Ağı
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TS	: Türk Standartları
YSA	: Yapay Sinir Ağı

1. GİRİŞ

Pamuk ve tekstil sektörü, Türkiye ekonomisinde önemli bir yere sahiptir. Doğal elyafa olan ilginin giderek artması ve yaşam standardının yükselmesi, pamuk liflerine olan talebi de artırmaktadır. 2007 yılı sonu itibariyle, Dünya lif tüketiminin %37,47'sini pamuk ve %42,23'ünü polyester %20,3'ünü de diğer liflerin oluşturduğu tahmin edilmektedir (Engelhardt 2008). Pamuk, dünya üzerinde çeşitli coğrafi bölgelerde yetiştirilmektedir. Bu bölgelerin başında Asya kıtası gelmekte, bu kıtayı Amerika ve Afrika kıtaları izlemektedir. Pamuk üretiminde önde gelen 7 ülke sırasıyla, Çin, ABD, Hindistan, Pakistan, Özbekistan, Brezilya ve Türkiye'dir. Bu ülkeler Dünya'daki pamuğun yaklaşık olarak % 75'ini üretmektedir. Pamuk tüketiminde ise, Türkiye, Çin, Hindistan, Pakistan ve ABD'den sonra 5. sırada yer almaktadır (WEB_1 2007).

2004 yılı itibariyle kurulu iplik makineleri kapasitesi kıyaslanacak olursa, kısa elyaf iplikçiliğinde Türkiye, Çin, Hindistan, Pakistan ve Endonezya'dan sonra 5. sırada yer almaktadır. Uzun elyaf iplikçiliğinde ise, Türkiye, Çin, İtalya ve Hindistan'dan sonra 4. sırada yer almaktadır. Open-end rotorda kurulu kapasite rakamlarına bakıldığında, en büyük kapasiteye sahip ilk 4 ülke, Rusya, Çin, ABD ve Türkiye'dir (WEB_2 2007).

İplik üretim maliyetleri kıyaslanacak olursa, Türkiye'deki iplik üretim maliyetleri rakibi konumunda olan Çin, Brezilya, Hindistan ve Endonezya'daki iplik üretim maliyetlerinden daha yüksektir. Üretim maliyetini oluşturan maliyet unsurları olarak, hammadde, sermaye maliyeti, işgücü, enerji, telef ve yardımcı malzeme unsurları dikkate alınarak iplik maliyetleri hesaplandığında, ring iplik teknolojisi ile üretilen pamuk iplikleri için hammadde maliyeti toplam maliyetin %40-48'ini oluşturmaktadır. Türkiye'de bu oran %46'dır. Bu orandan anlaşıldığı üzere pamuk iplikçiliğinde hammadde maliyeti iplik maliyetinin en büyük kalemini oluşturmaktadır. Bu sebeple bu kalemden yapılacak küçük bir iyileştirme, iplik maliyetinde önemli kazançların sağlanabilmesine yol açacaktır (WEB_3 2007).

Bu tezin amacı, işletmelerin deneme üretimi yapmadan üretecekleri iplik özelliklerine uygun lif özellikleri ve harman tiplerinin üretim öncesi belirlenmesini sağlayacak yöntemlerin araştırılmasıdır. İplik özellikleri temel olarak üç parametreden etkilenmektedir. Bunlar:

- Lif özellikleri,
- İşletme şartları,
- Makine ayarlarıdır.

İstenilen özelliğe sahip bir ipliğin elde edilebilmesi bu üç temel özelliğin belirli şartlar altında bir araya getirilmesi ile sağlanabilmektedir. Makine ayarlarına ve işletme şartlarına istenilen özellikleri sağlayabilecek yönde müdahale edilebilmesi işletme açısından önemli zaman ve maliyet kaybına neden olmamasına karşın, lif özellikleri ve harman tipine müdahalede geriye dönüş mümkün olmamaktadır. Bu da işletmeye mali açıdan büyük yük getirmektedir. Dolayısı ile üretime geçmeden istenilen iplik özelliklerini sağlayacak lif özelliklerini sağlayacak lif özelliklerinin ve harman tipinin önceden tahminlenmesi herhangi bir deneme için zaman ve mali açıdan büyük bir avantaj sağlayacağı düşünülmektedir.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ring iplikçiliğinde, lif özelliklerinden faydalanılarak iplik özelliklerinin istatistikî ve yapay sinir ağı metodu ile tahminlenmesi ve kullanılabilir genel denklemler elde edilmesini sağlayacak yöntemlerin araştırılması bu tezin konusunu oluşturmaktadır. İplik özelliklerinin tahminlenmesi amacıyla geçmişte 200 üzerinde araştırma yapılmıştır. Hunter eğirme performansı ve lif özelliklerinin iplik özelliklerine etkisi ile ilgili yayınların sayısını Tablo 2.1'deki gibi sınıflandırmıştır (Hunter 2004).

Tablo 2.1 Lif özelliklerinin iplik özelliklerine etkisi ile ilgili yapılmış çalışmaların sınıflandırılması (Hunter 2004)

	DeneySEL (regresyon vs.)	Matematiksel modelleme	Sinir ağları, bulanık mantık vs.	Lif Kalite İndisi	Genel
Yayın Sayısı	52	10	9	31	109

2.1. Teorik Çalışmalar

Duerst (1951), mukavemet değerini tahminlemek için eşitlik 2.1'i önermiştir. Bu eşitlikte K değeri sabittir ve Amerikan pamukları için $K=0,000511$, Mısır pamukları için $K=0,000541$ kullanılmalıdır.

$$\text{Mukavemet (Libre/120 yarda)} = 111K\sqrt{ut} \times L_s S_1 \dots\dots\dots (2.1)$$

t, iplik bükümünü; u, iplik kesitindeki lif adedini temsil etmektedir. Amerikan ve Mısır pamuğu için u değeri, eşitlik 2.2 ve 2.3'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$\text{Amerikan pamuğu için: } u = \sqrt{1 + 4000/C} - 1 \dots\dots\dots (2.2)$$

$$\text{Mısır pamuğu için: } u = \sqrt{1 + 4270/C} - 1 \dots\dots\dots (2.3)$$

C, iplik numarası(Ne)

L_s , efektif stapel uzunluğu (karde iplikleri için stapel uzunluğu, penye iplikleri için ise $1,05 \times$ stapel uzunluğudur)

S_1 , $0,75 u^2 - u$ (iplik kesitinde etkin olarak bulunan lif adedini göstermektedir)

Treloar ve Riding (1963), lif mukavemeti ile iplik mukavemeti arasındaki bağıntıyı teorik olarak incelemiştir. İplik mukavemetinin tahminlenmesinde enerji metodunu kullanmışlardır. Bu metoda göre, birim uzunluktaki iplikte yapılan iş, birim uzunluktaki enine kesitte bulunan lifin yaptığı işin toplamına eşit olduğu kabul edilmiştir. Belirli bir kuvvet altında iplikte meydana gelen uzama sonucu yapılan işin de, iplikte depolanan elastik enerjiye eşit olduğu öne sürülmüştür. Yük-uzamanın enerji metodu ile tahminlenmesinde aşağıdaki varsayımlar kullanılmıştır:

- Gerilim uygulanmış ipliğin üniform paketleme yoğunluğunda eş eksenli helezonlardan oluşmuş ideal bir geometriye sahip olduğu varsayılmıştır.
- İplik uzatılırken ipliğin ve liflerin hacimlerinde dolayısıyla paketleme yoğunluğunda bir değişiklik olmadığı kabul edilmiştir. Çok küçük uzamalar için ipliğin yanal kısalması $\sigma_y = 0,5$ olarak kabul edilmiştir.
- İpliğin kesitindeki liflerin yük-uzama özelliklerinin, tek lifin veya "0" bükümlü ipliğin özelliklerine eşit olduğu varsayılmıştır.
- Liflerin mükemmel derecede elastik olduğu kabul edilmiştir. İplikte yapılan işin, elastik enerji olarak depolandığı varsayılmıştır.

Sonuçta iplik mukavemeti ile lif mukavemeti arasındaki bağıntıyı veren eşitlik 2.4 elde edilmiştir:

$$Y = F(V_y / \pi R_0^2) = [2 / (R_0^2)] \times \int_0^{R_0} \Phi(\varepsilon_f) \times (\partial \varepsilon_f / \partial \varepsilon_y) \times r_0 dr_0 \dots\dots\dots (2.4)$$

Y, spesifik gerilim

F, iplik eksenini boyunca ipliğe etkiyen kuvvet

V_y , ipliğin spesifik hacmi

R_0 , ipliğin yarıçapı

r_0 , lif yarıçapı

ε_f , lifte meydana gelen uzama

ε_y , iplikte meydana gelen uzama

$\emptyset(\varepsilon_f)$, lifteki spesifik gerilim ile uzama arasındaki fonksiyonel bağıntı

Bu formülün çözümü için, lifin gerilim-uzama ilişkisinin fonksiyonunun $\emptyset(\varepsilon_f)$, niteliği, ipliğin uzaması ε_y ve ipliğin yarıçapı ile değişen lif uzamasının ε_f bilinmesi gerekmektedir. $\emptyset(\varepsilon_f)$ fonksiyonunu temsil eden uygun bir matematiksel formül bulunursa integral çözülebilecektir.

Pan vd (2001), iplik mukavemeti ile lif mukavemeti arasındaki ilişkiyi incelemiştir. İncelemede daha önce yapılmış teorik çalışmalar yeniden derlenmiştir. Lif, lif demeti ve iplik mukavemeti arasındaki ilişki eşitlik 2.5, 2.6 ve 2.7'deki gibi özetlenmiştir. Sonuçta, lif mukavemeti ile iplik mukavemeti arasındaki ilişkinin iki temel faktöre bağlı olduğu belirtilmiştir. Bunlar, parçalanma prosesinin varlığı ve lif mukavemetindeki varyasyondur(β). Eğer iplik içinde lif-lif sürtünmesi çok düşük olursa parçalanma prosesinin meydana gelmeyeceği belirtilmiştir. Lif uzunluğu ile kritik uzunluğun oranı arasında kritik bir seviye olduğu tespit edilmiştir. Bu oranın altında, β değeri düşük olan yani daha narin liflerden oluşmuş iplik daha düşük mukavemet değerine sahip olurken, bu oranın üzerindeki bölgede aynı şekilde β değeri düşük olan liflerden oluşmuş ipliğin daha yüksek mukavemet değerine sahip olduğu belirtilmiştir.

$$\Psi = (\sigma_f)/(\sigma_b) = (\beta)^{1/\beta} \exp(1/\beta)r(1+(1/\beta)) > 1 \dots\dots\dots (2.5)$$

$$((\sigma_y)/(\sigma_b)) = ((l_f)/(l_c))^{1/\beta} V_f n_q \dots\dots\dots (2.6)$$

$$(\sigma_y)/(\sigma_f) = ((l_f)/(l_c))^{1/\beta} \times (V_f n_q) / [\beta^{1/\beta} \exp(1/\beta)r(1+(1/\beta))] = ((l_f)/(l_c))^{1/\beta} \times (V_f n_q)/\Psi$$

σ_f , lif mukavemeti

σ_b , lif demet mukavemeti

σ_y , iplik mukavemeti

V_f , paketleme yoğunluğu

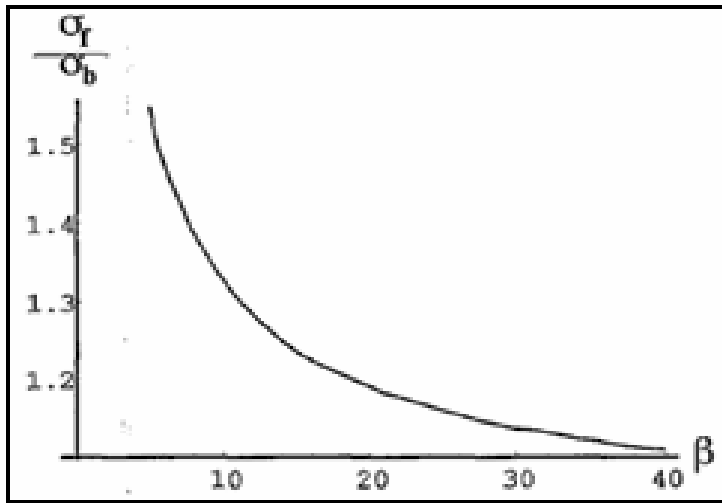
n_q , lif oryantasyon faktörü

l_f , lif uzunluğu

l_c , kritik lif uzunluğu

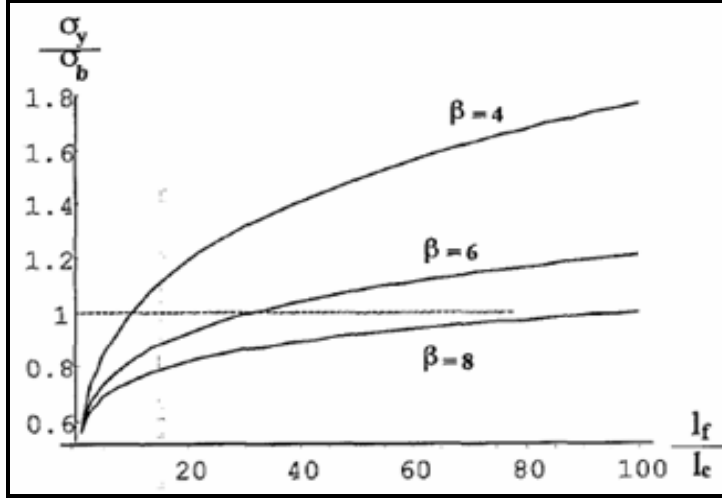
β , lif uzunluğu boyunca lif mukavemetinin dağılımıdır. β değeri arttıkça lifin üniformluğu da artmaktadır.

Şekil 2.1'de β değerinin, iplik mukavemeti ile lif demeti mukavemetinin oranına etkisi gösterilmiştir. β değeri arttıkça, Ψ değeri düşmekte, lif demetinin mukavemeti artmaktadır.



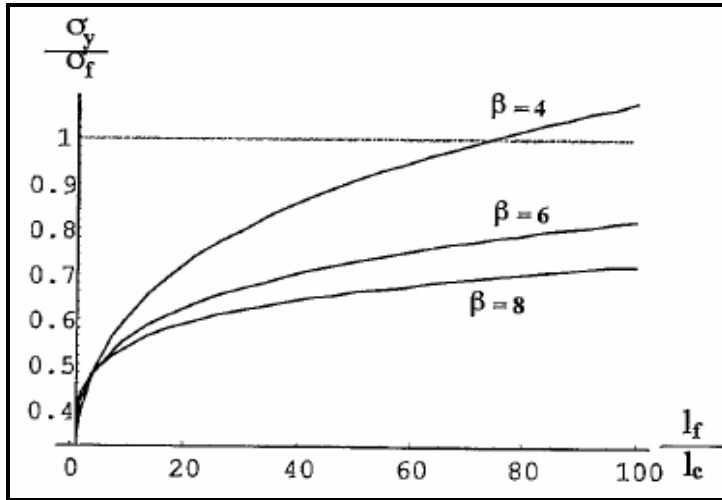
Şekil 2.1 β değerinin $((\sigma_f)/(\sigma_b))$ oranına etkisi (Pan vd 2001)

Şekil 2.2’de 3 farklı β değerinde lif uzunluğu ile kritik uzunluk arasındaki oranın iplik mukavemeti ile lif demeti mukavemetinin oranına etkisi gösterilmiştir. β değerinin düşmesi ile ince liflerdeki artışın iplik mukavemetinin arttırdığı görülmektedir.



Şekil 2.2 $((l_f)/(l_c))$ oranının $((\sigma_y)/(\sigma_b))$ oranına etkisi (Pan vd 2001)

Şekil 2.3’de 3 farklı β değerinde lif uzunluğu ile kritik uzunluk arasındaki oranın iplik mukavemeti ile lif mukavemetinin oranına etkisi gösterilmiştir. β değerindeki düşüş ince lif miktarının dolayısıyla iplik mukavemetinin artmasına neden olmaktadır.



Şekil 2.3 $((l_f)/(l_c))$ oranının $((\sigma_y)/(\sigma_f))$ oranına etkisi (Pan vd 2001)

Zeidman ve Sawhney (2002), lif uzunluk dağılımının iplik mukavemetine etkisini incelemiştir. İpliğin enine kesitindeki liflerin mukavemet toplamı ile ipliğin mukavemeti arasında liflerin kritik uzunluğuna (l_c) bağlı bir model geliştirmiştir. Bu model geliştirilirken aşağıdaki varsayımlar kullanılmıştır:

- Lifler hemen hemen iplik eksenine paralel kabul edilmiştir.
- Liflerin üniform olduğu kabul edilmiştir.
- Liflerin boyları ve yüzey alanları haricinde diğer mekaniksel ve geometrik özellikleri aynı kabul edilmiştir.
- Lifler arasındaki yanıl basınç, tüm iplik boyunca sabit kabul edilmiştir.
- Sonuçta iplik mukavemeti ile lif mukavemeti arasındaki bağıntıyı veren eşitlik 2.8 elde edilmiştir:

$$P / P_b N = [Z(0) - Z(l_c)] / l_c \dots\dots\dots (2.8)$$

P , iplik mukavemeti

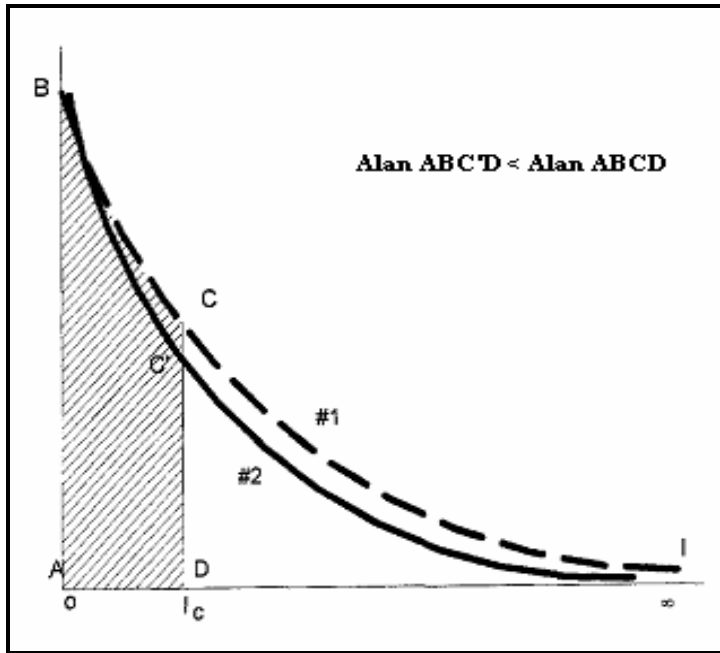
P_b , lif mukavemeti

N , ipliğin enine kesitindeki lif sayısı

l_c , liflerin kritik kayma uzunluğu

$Z(x)$, deneysel olarak elde edilmiş fibrogram eğrisinin “ x ” ile “ ∞ ” arasındaki integrali

Modele göre liflerin kritik kayma uzunluğunun (l_c) bilinmesi halinde, deneysel olarak elde edilen fibrogramdan lif mukavemeti ile iplik mukavemeti arasındaki oran bulunabilecektir. Şekil 2.4’de lif uzunluk dağılımı farklı, 2 pamuk numunesine ait fibrogram verilmiştir. Liflere ait kritik kayma uzunluğunun (l_c) hemen hemen eşit olduğu kabul edilirse, 1. numuneye ait lif-iplik mukavemet oranı değerinin 2. numunenin değerinden daha büyük olduğu görülmektedir.



Şekil 2.4 İki farklı pamuk numunesine ait fibrogram (#1, uzun lif içeriği daha fazla olan pamuk numunesi; #2, uzun lif içeriği daha az olan pamuk numunesi) (Zeidman ve Sawhney 2002)

2.2. Deneysel Çalışmalar

Zhu ve Ethridge (1997), ring ve rotor iplikçiliğinde pamuk lifinin özelliklerinin iplik tüylülüğüne etkisini incelemiştir. Girdi parametreleri olarak HVI, AFIS ve FTM cihazlarından alınan lif özelliklerine ilişkin test sonuçları ayrı ayrı kullanılmıştır. Çıktı parametresi olarak da, Uster Tester-3 cihazından alınan iplik tüylülük sonuçları kullanılmıştır. Analizlerde “Neural Ware Inc.” şirketinin “Neuralworks Professional II/Plus” yazılımı kullanılmıştır. Tahminlemede yapay sinir ağı metodu kullanılmıştır. Modellemede “back-propagation” algoritması kullanılmıştır. Bu üç sistem içinde HVI cihazından alınan verilerin iplik tüylülüğü ile çok iyi bir uyum sergilediği ortaya koyulmuştur. Her üç ölçüm sistemi için, öğretilen ve test edilen test verileri Tablo 2.2’de verilmiştir.

Tablo 2.2 Sinir ağına öğretilen ve test edilen veriler için R^2 değerleri

Model Tipi	Ring İplikçiliği		Rotor İplikçiliği	
	Öğretilen	Test Edilen	Öğretilen	Test Edilen
HVI	0,8779	0,842	0,8175	0,7716
AFIS	0,8486	0,8257	0,7801	0,7545
Diğer Test Cihazları	0,8358	0,8045	0,7056	0,6849

Majumdar ve Majumdar (2004), ring iplikçiliğinde, lif özelliklerinden faydalanarak pamuk ipliğinin kopma uzaması istatistikî ve yapay sinir ağı metodu kullanılarak tahminlenmiştir. Lif özellikleri ve iplik numaraları girdi parametreleri olarak, kopma uzaması ise çıktı parametresi olarak seçilmiştir. Ayrıca farklı modelleme yöntemleri ile elde edilen denklemlerin tahminleme performansları kendi içinde kıyaslanmıştır. Bu modeller, matematiksel model, istatistikî model ve yapay sinir ağı modelidir. En iyi tahminleme performansına sahip modellemede, girdi parametrelerinin relatif önemlerinin analizi yapılmıştır.

Matematiksel modelleme için, Aggarwal(1989) tarafından geliştirilmiş iplik uzaması ile lif uzaması arasındaki ilişkiyi veren eşitlik 2.9 kullanılmıştır:

$$E_y = 0,86 E_f(1 + 0,014 TM^2) (1 - K/\sqrt{N}) \dots\dots\dots (2.9)$$

TM, İngiliz pamuk numaralandırma sisteminde iplik büküm çarpanı

N, ipliğin enine kesitindeki lif sayısı

K, pamuk lifleri için dayanıklılık indeksi(TI) ile iyi bir korelasyon gösteren bir parametre (0,5 × lif mukavemeti × lif uzaması)

K değeri karde pamuk ipliği için eşitlik 2.10'daki gibidir:

$$K = -3,890 + 0,055TI \dots\dots\dots (2.10)$$

TI, dayanıklılık indeksi

İstatistikî modelleme için ise, lineer çoklu regresyon algoritması kullanılmış ve eşitlik 2.11 bulunmuştur:

$$\begin{aligned} \text{İplik Uzaması} = & -8,94 - 0,125(\text{Liflerin demet mukavemeti}) + 0,263(\text{üniformite indeksi}) \\ & + 0,139(\text{lif uzaması}) + 3,993(\text{UHML}) - 0,022(\text{parlaklık}) - 0,832(\text{lif inceliği}) - \\ & 0,143(\text{sarıklık}) - 0,063(\text{Ne}) \dots\dots\dots (2.11) \end{aligned}$$

Yapay sinir ağı modelinde ise, öğretme işlemi NN+ yazılımı ile “back-propagation” algoritması kullanılarak yapılmıştır.

Sonuçta üç ayrı modelleme için tahminleme performansı değerleri Tablo 2.3’deki gibi kıyaslanmıştır. Buna göre yapay sinir ağı metodunun en iyi sonuç veren modelleme olduğu görülmüştür.

Tablo 2.3 Çeşitli modellerin tahminleme performansının kıyaslanması

İstatistik Parametreler	Matematiksel Model	İstatistik Model	YSA Modeli
Korelasyon Katsayısı, R	0,731	0,870	0,938
Hata Karelerinin Ortalaması	0,430	0,211	0,102
% Hata	10,050	6,696	4,536
%10 hata oranının üzerindeki deney sayısı	6	4	2
Maksimum Hata (%)	34,04	15,6	13,23
Minimum Hata (%)	0,55	0,00	0,90

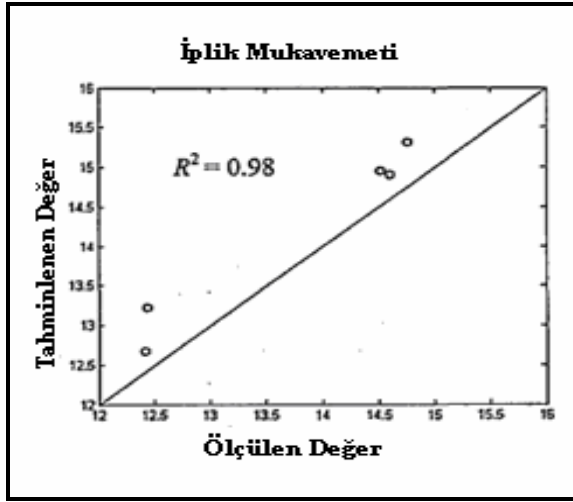
YSA modeli en iyi tahminleme sonuçlarını verdiği için çeşitli girdi parametrelerinin relatif önemlerinin analizinde bu yöntem kullanılmıştır. İplik uzamasına etki eden girdi parametrelerinin önem derecelerinin kıyaslanması Tablo 2.4’de verilmiştir. Buna göre iplik kopma uzamasına etki eden en önemli girdi parametresinin lif uzaması olduğu ortaya koyulmuştur.

Tablo 2.4 Girdi parametrelerinin önemlerinin kıyaslanması

Girdi Parametreleri	Hata Karelerinin Ortalaması	Hata Karelerinin Ortalamasındaki Artış Yüzdesi	Önem Derecesi
Lif mukavemeti	0,178	74,51	6
Lif Uzaması	0,322	215,69	1
UHML	0,142	39,22	8
Uniformite Oranı	0,316	209,08	2
Lif İnceliği	0,146	43,14	7
Parlaklık	0,187	83,33	5
Sarıklık	0,223	118,63	3
İplik Numarası	0,197	93,14	4

Zeng vd (2004), hava jeti ile eğrilmiş ipliklerde iplik mukavemetinin tahminlemesini yapmıştır. Modellemede nümerik simülasyon ve sinir ağı metodu kullanılmıştır. Modellemede sinir ağı için “MatLab 6.5.” programı kullanılmıştır. Düze

parametrelerinin iplik mukavemetine etkisi nümerik simülasyon metodu ile modellenmiştir. Sinir ağı metodu ile iplik mukavemetine etki eden düze parametreleri “back-propagation” metodu ile sınırlandırılmış ve Gauss-Newton metoduna dayalı Levenberg-Marquardt algoritması ile öğretim yapılmıştır. Çalışma sonucunda yüksek belirleme katsayısına sahip ($R^2=0,98$) denklemler elde edilmiştir. Şekil 2.5’de de ölçülen ve tahminlenen iplik mukavemeti değerleri gösterilmiştir.



Şekil 2.5 Ölçülen ve tahminlenen iplik mukavemeti değerleri grafiği (Zeng vd 2004)

Cheng ve Cheng (2004), lif özelliklerinden iplik mukavemetinin tahminlenmesi için ilk olarak “Case-Based Reasoning” (CBR) – vaka tabanlı muhakeme- sistemini kullanmıştır. 25 farklı pamuk numunesinin HVI cihazında lif özellikleri test edilmiş, “MDTA/Quick Spin” cihazında Ne10 numara iplik haline getirilmiş ve elde edilen iplik numunelerinin mukavemet değerleri “Uster Tensorapid” cihazında ölçülmüştür. Çalışmada girdi parametreleri olarak, lif mukavemeti, uzunluğu, kopma uzaması, çepel miktarı, uzunluk üniformitesi, sarılık, parlaklık ve lif inceliği değeri kullanılmıştır. Çıktı parametresi olarak da iplik mukavemeti kullanılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde CBR sisteminin 4 aşaması uygulanmıştır. Bunlar:

- Vaka Gösterimi (Case Representation): Vaka, bir deneyi temsil eden konteks haline getirilmiş bilgidir. Vaka, problemin tanımı ve çözümünden oluşmaktadır.
- Vaka Dizinleme (Case Indexing): Vakayı belirleyen bir dizin kullanılmaktadır. Dizin, hafızada tutulabilen ve kolaylıkla bulunabilen sayısal veri yapısındadır. CBR, vakalara ulaşma veya düzeltmede hızı arttırmak için dizinleri kullanmaktadır.

- Vaka Erişimi (Case Retrieval): Vakaların aranıp bulunması anlamına gelmektedir. En yaygın yaklaşım, benzerlik derecelerinin belirlenmesini temel almaktır. Birbirine en çok benzeyen vakalar, veri tabanında depolanır.

- Vaka Adaptasyonu (Case Adaptation): Vakalar, program tarafından formüller veya belirli kurallar vasıtası ile probleme adapte edilir.

Sonuçta iplik mukavemetine etki eden en önemli lif özelliğinin lif mukavemeti olduğu bulunmuştur. Ayrıca Tablo 2.5’de ölçülen ve tahminlenen iplik mukavemet değerleri gösterilmiştir. ($r=0,99$)

Tablo 2.5 Ölçülen ve tahminlenen iplik mukavemeti değerlerinin kıyaslanması

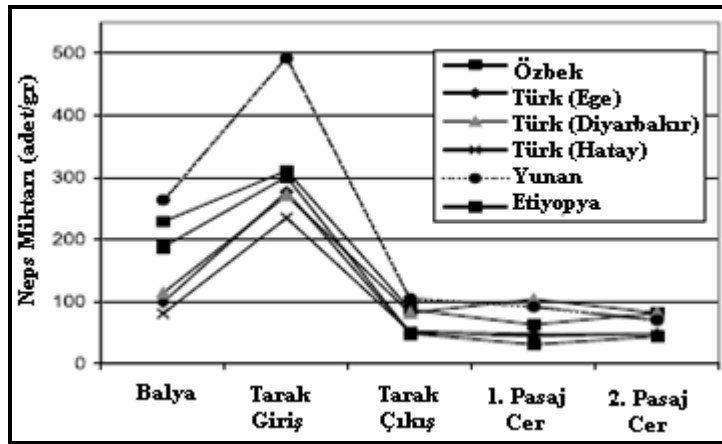
Deney No	Ölçülen İplik Mukavemeti (cN/tex)	Tahminlenen İplik Mukavemeti (cN/tex)	% Hata
1	10,51	10,82	2,95
2	10,35	10,35	0,00
3	11,15	11,47	2,83
4	10,68	9,88	7,49
5	18,22	18,13	0,052
		Ortalama	2,76

Atlas ve Kadoğlu (2006), ring iplikçiliğinde lif özellikleri ve iplik numarasının(lineer yoğunluk) pamuk ipliğinin tüylülüğüne etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla, aynı koşullar altında 15 farklı orjinli pamuk numunesinden 2 farklı numarada iplik üretilmiştir. Lif özellikleri HVI test cihazında ölçülmüştür. İplik tüylülüğü ölçümlerinde ise Zweigle iplik tüylülük ölçüm cihazı kullanılmıştır. Test sonuçlarının değerlendirilmesinde SPSS ve MINITAB paket programları kullanılmıştır. MINITAB programı, en iyi regresyon analizi modelini seçmek için kullanılmıştır. Test sonuçları “SPSS” istatistik programında incelenmiştir. İncelemede, $\alpha=0,05$ güven aralığında çoklu regresyon analizi metodu kullanılmıştır. İnceleme sonucunda, ipliğin lineer yoğunluğu (iplik numarası), iplik tüylülüğünü etkileyen en önemli parametre olarak bulunmuştur. İpliğin kalınlığındaki artışın iplik tüylülüğünü arttırdığı sonucuna varılmıştır. İplik tüylülüğünü etkileyen ikinci en önemli parametrenin de lif uzunluğu olduğu belirtilmiştir. Lif uzunluğundaki artışın iplik tüylülüğünü azaltıcı yönde etki ettiği sonucuna varılmıştır.

Özçelik ve Kırtay (2006), bazı lif özelliklerinin iplikteki neps miktarına etkisini araştırmıştır. Buna göre neps miktarı 81 – 262 adet/gr arasında değişen 11 farklı yöreden pamuk harmanına ait numunelerden 16 tex ve 33 tex numaralarında karde ipliği üretmişlerdir. Pamuk numunelerinin lif özellikleri “HVI” ve “AFIS” cihazlarında ölçülmüştür. Ayrıca iplik oluşum prosesinin her aşamasında (balya, harman hallaç – temizleme, açma, toz uzaklaştırma-, tarak, 1. ve 2. pasaj cer) pamuk numunelerine ait lif özellikleri “AFIS” cihazında test edilmiştir. Elde edilen iplik numunelerine ait test ölçümleri de “Uster Tester 3” cihazında yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesi işlemi, çoklu regresyon analizi ile “SPSS” programında yapılmıştır. Değerlendirmede,

- *Bağımlı Değişken olarak*, iplikteki neps miktarı,
- *Bağımsız Değişken olarak ise*, iplik numarası ile HVI ve AFIS cihazında ölçülen lif özellikleri kullanılmıştır.

Sonuçta, iplik oluşum prosesinde neps miktarına en çok etki eden makinenin tarak makinesi olduğu Şekil 2.6’da gösterilmiştir.



Şekil 2.6 Karde iplik üretim prosesinde neps miktarındaki değişim (Özçelik ve Kırtay 2006)

HVI ve AFIS değerleri için, $\alpha=0,05$ önem derecesinde regresyon denklemleri elde edilmiştir. Bu denklemler Tablo 2.6 ve Tablo 2.7’de gösterilmektedir.

Tablo 2.6 HVI verileri için elde edilen denklemler

HVI verileri ile hesaplanan regresyon denklemleri		Belirleme Katsayısı (R^2), %
Enter Metodu	$N_y = 3169 - 14,5T_t + 6,12 (2,5\%l_s) - 22,9 (2,5\% l_s CV) - 29,3 T - 44,8 e - 15,0 I_u - 69,6 F$	75,0
Stepwise Metodu	$N_y = 542,6 - 15,7 T_t$	69,3
	$N_y = 2048 - 14,9 T_t - 18,8 I_u$	74,2

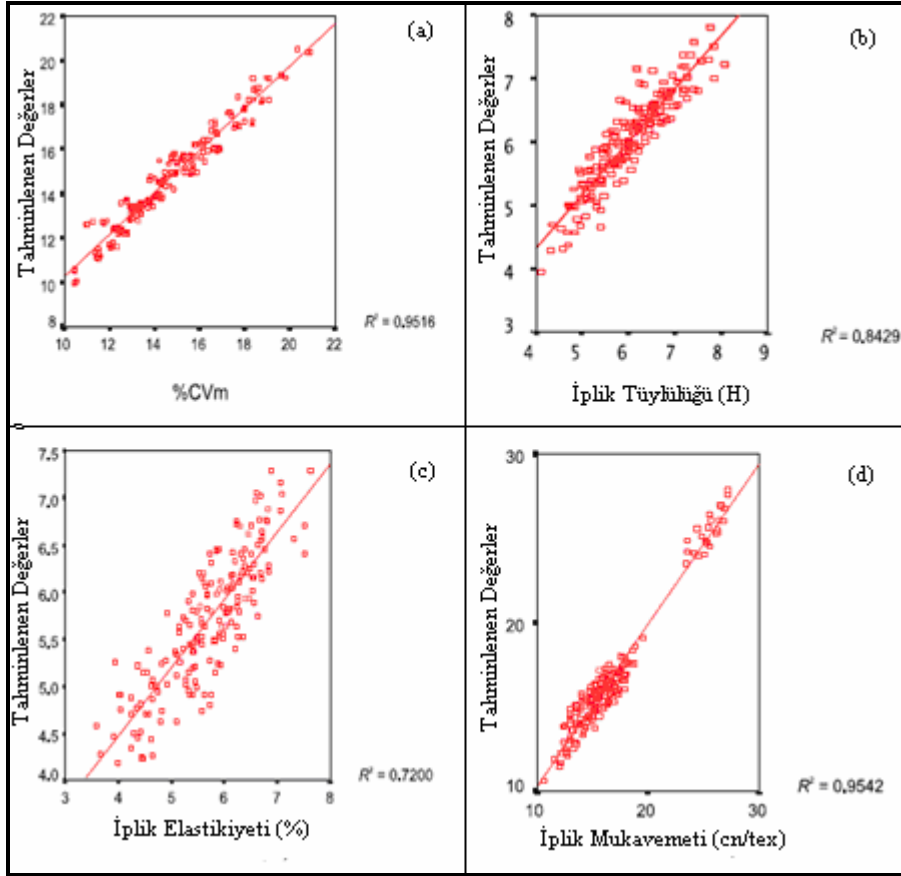
N_y – iplik nepsi, T_t – iplik numarası, l_s – span uzunluğu, $l_s CV$ – span uzunluğu CV, T – mukavemet, e – uzama, I_u – üniformite oranı, D – toz miktarı, F – incelik.

Tablo 2.7 AFIS verileri için elde edilen denklemler

AFIS verileri ile hesaplanan regresyon denklemleri		Belirleme Katsayısı (R^2), %
Enter Metodu	$N_y = 728.6 - 16.7 T_t - 8.28 SFC - 1.94 IFC - 423 M + 2.05 F + 0.27 Nf - 2.30 SCN - 8.43 \cdot 102 D - 1.32 T_r + 76.7 VFM$	69,8
Stepwise Metodu	$N_y = 588.9 - 14.4 T_t$	63,3
	$N_y = 133.3 - 16.7 T_t + 786 M$	66,8
	$N_y = 114.7 - 16.7 T_t + 562 M - 0.069 SFC$	67,9

N_y – iplik nepsi, T_t – iplik numarası, D – toz miktarı, F – incelik, Nf – lif nepsi, SFC – kısa lif miktarı, SCN – tohum nepsi, VFM – görünür lif, IFC – olgun olmayan lif miktarı, M – olgunluk, T_r – çepel.

Üreyen ve Kadoğlu (2006), pamuk lif özelliklerini kullanarak ring iplik makinesi ile üretilen pamuk ipliklerinin bazı fiziksel özelliklerinin önceden tahminlenmesini sağlayacak genel kullanımlı denklemler elde etmek amacıyla farklı iplik işletmelerinden temin edilen 15 farklı pamuk harmanından 4 farklı numarada (N_e 20, N_e 25, N_e 30 ve N_e 35) ve 3 farklı büküm sabitinde (α_e 3,8; α_e 4,2 ve α_e 4,6) iplikler üretilmiştir. HVI ve AFIS cihazları ile ölçülen lif özellikleri ayrı ayrı değerlendirmeye alınmıştır. Lif özellikleri ile birlikte fitil düzgünsüzlüğü, fitil numarası, iplik bükümü ve iplik numarası bağımsız değişken; iplik özgül kopma mukavemeti, kopma uzaması, düzgünsüzlük ve tüylülük değerleri bağımlı değişken seçilerek çoklu doğrusal regresyon analizleri yapılmıştır. Analizlerde SPSS ve MINITAB programları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda yüksek belirleme katsayısına (R^2) sahip denklemler elde edilmiştir. Deneysel ve tahminlenmiş iplik özelliklerine ilişkin sonuçlar Şekil 2.7’de verilmiştir.



Şekil 2.7 Deneysel ve tahminlenmiş iplik özelliklerine ait grafik: (a) İplik düzgünsüzlüğü grafiği; (b) İplik tüylülüğü grafiği; (c) İplik kopma uzaması grafiği; (d) İplik mukavemeti grafiği (Üreyen ve Kadoğlu 2006)

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Kullanılan Materyal

Bu çalışmada kullanılan materyal üç başlığa ayrılmaktadır. Bunlar:

- Lif ve iplik
- Makine
- Test Cihazı

3.1.1. Lif ve iplik

Bu çalışmada kullanılan materyal Abalıoğlu Yem, Soya ve Tekstil San. A.Ş.'den alınan çeşitli yörelere ait pamuk harmanlarından oluşmaktadır. Yapılan çalışmada lif özelliklerinin iplik özelliklerine etkisi tahminlenmeye çalışıldığı için farklı lif özelliklerine sahip Ege, Çukurova, Yunanistan, Suriye... gibi farklı yöre ve ülkelere ait pamuk numunelerinden oluşturulmuş 13 adet karde harmanı kullanılmıştır. Her bir harman, Abalıoğlu Yem, Soya ve Tekstil San. A.Ş.'de işlenerek Ne20, Ne24, Ne30 ve Ne40 numaralarında karde ipliği üretiminde kullanılmıştır.

3.1.2. Kullanılan makineler

- Unifloc A10 (Otomatik Balya Açıcı): Harman haline getirilmiş pamuk balyalarının içindeki elyaf topaklarının açılması ve karıştırılması görevini yerine getirmektedir.
- Jossi (Renkli Elyaf Ayırıcı): Pamuğun içindeki renkli veya yanan elyafın uzaklaştırılması görevini yerine getirmektedir.

- Uniclean B10 (Tek Silindirli Temizleyici): Serbest halde vurma prensibine göre çalışarak pamuk topaklarına vurucu pimler vasıtasıyla serbest halde vurulmakta, bu sayede açma ve temizleme görevi yerine getirilmektedir.
- Unimix B7/3 (Çok Kamaralı Karıştırıcı): Pamuğun karıştırılması, harmanda bulunan liflerin homojen bir şekilde dağılması görevini yerine getirmektedir.
- Uniflex B60 (Hassas Temizleyici): Elyafın hassas bir şekilde açılması, elyaf üzerindeki çigit kırıkları, sap parçaları... gibi yabancı maddelerin ve tozun uzaklaştırılması görevini yerine getirmektedir.
- Aerofeed A70 (Tarak Besleme Tertibatı): Elyaf besleme haznesindeki tozların emilmesi, açıcıların gerçekleştirdiği hassas açmayı ve mümkün olduğunca sabit yüzey teşkil edilmesi görevini yerine getirmektedir.
- Rieter C50 (Tarak Makinesi): Harman hallaç hattının son makinesidir. Temizleme işleminin yaklaşık olarak %75'i bu makinede gerçekleştirilmektedir. Elyafın üzerindeki toz, yabancı maddeler, neps vs. bu makinede uzaklaştırılır. Pamuk topakları içindeki karışık haldeki lifler taranarak paralelleştirilmekte ve elyaf tülbendine yaklaşık 100 kat çekim uygulanarak şerit haline getirilmektedir.
- Rieter SB-D 10 (Cer Makinesi): Çekim ve dublaj görevini yerine getirmekte, bu sayede liflerin paralelleştirilmesi, şeritlerin inceltilmesi ve şeritlerin karıştırılarak homojenleştirilmesi sağlanmaktadır.
- Rieter RSB-D 30 (Regüleli Cer Makinesi): Çekim ve dublaj işleminin yanı sıra çıkan şeritlerdeki kütleli farklılıkların (numara farklılıkları) giderilmesi görevlerini yerine getirmektedir (Gemici 1999).

Harman hallaç makineleri, tarak makineleri, 1. ve 2. pasaj cer makineleri, vatk ve penye makinelerinin ayarları Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1 Genel makine ayarları

Makine Tipi	Ayar Tipi		
UNIFLEX	Üretim Kademesi	42	
	Nispi Döküntü Miktarı	8	
	Temizleme Şiddeti	0,5	
TARAK	Şerit Numarası (Ne)	0,12	
	Hız (m/dk)	125	
	Brizör Devri (dev/dk)	1140	
	Ana Tambur Devri (dev/dk)	406	
	Şapka Hızı (m/dk)	0,20	
1. PASAJ CER	Ekartman Mesafesi (mm)	Ön Çekim	Ana Çekim
		37	40
	Çekim	6,019	
	Dublaj	6	
	Hız (m/dk)	550	
2. PASAJ CER	Çekim	5,81	
	Dublaj	6	
	Hız (m/dk)	450	
	Ekartman Mesafesi (mm)	Ön Çekim	Ana Çekim
		42	39

• Rieter F11 (Fital Makinesi): 2. pasaj cer şeridine yaklaşık 7-10 arası çekim uygulanarak fitil haline getirilmesi ve yapılan fitile kopmayacak büyüklükte büküm verilmesi görevlerini yerine getirmektedir. Çalışmada kullanılan fitil makinesinin teknik özellikleri Tablo3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2 Fital makinesinin teknik özellikleri

Fital Numarası	Ne1	
Kelebek Devri (dev/dk)	1150	
Masura Uzunluğu (mm)	400	
Fital Bobini Çapı (mm)	150	
İğler Arası Mesafe (mm)	130	
Ön / Arka Ekartman Mesafeleri (mm)	49,5 / 53	
Klips/Kondenser Mesafeleri (mm)	Bej	5
Üst / Alt Apron Ölçüleri (mm)	39,2	88
Giriş / Çıkış Manşon Sertlikleri (shore)	86	86
Büküm (T/m)	50,4	
Çekim	7,12	

• Rieter G30 (Ring İplik Makinesi): Çalışılmakta olan fitilin istenilen iplik numarası elde edilecek şekilde çekilerek inceltilmesi, ipliğe büküm verilerek yeterli mukavemetin

sağlanması ve ipliğin masura üzerinde yaklaşık 50-60 gr ağırlığında kops oluşturacak şekilde sarılması görevlerini yerine getirmektedir. Çalışmada kullanılan ring iplik makinesinin teknik özellikleri Tablo 3.3’de verilmiştir.

Tablo 3.3 Ring iplik makinesinin teknik özellikleri

İplik Numarası	Ne20	Ne24	Ne30	Ne40
İğ Devri (dev/dk)	14000	14000	14000	14000
Bilezik Tipi	Orbit			
Kopça Tipi (SFB 2.8 PM dr Saphir)	71	56	45	31,5
Bilezik Çapı (mm)	40			
Masura Uzunluğu (mm)	210			
İğ Dibi Mesafesi (mm)	21			
İğler Arası Mesafe (mm)	70			
Ön / Arka Ekartman Mesafeleri (mm)	48 / 70			
Klips Mesafeleri (mm)	3,50	3,25	3,00	2,75
Üst / Alt Apron Ölçüleri (mm)	37 / 72,5			
Giriş / Çıkış Manşon Sertlikleri (shore)	84 / 76			
Büküm Katsayısı (α_e)	4,34	4,34	4,34	4,34
Büküm Sayısı (T/m)	765	837	935	1080

- Murata (Bobin Makinesi): Küçük kopsların birleştirilerek 1,8-2,0 kg ağırlığında bobin haline getirilmesi, iplik üzerindeki ince/kalın yerlerin temizlenmesi, iplik üzerindeki farklı renkli bölgelerin uzaklaştırılması ve triko ipliği için parafin verilmesi görevlerini yerine getirmektedir. Bobin makinesinin teknik özellikleri Tablo 3.4’de verilmiştir.

Tablo 3.4 Bobin makinesinin teknik özellikleri

İplik Numarası	Ne20	Ne24	Ne30	Ne40
Baraban Hızı (m/dk)	1000	1200	1200	1100
Bobin Metraji (m)	68000	82000	102000	136000
İplik Gerilimi (gr)	19	16	12	9

3.1.3. Kullanılan test cihazları

Bu çalışmada Abaloğlu Yem, Soya ve Tekstil San. A.Ş.’de bulunan test cihazları kullanılmıştır. Ölçümler “TS 240” standardında belirtilen standart atmosfer koşullarında gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada lif ve iplik özelliklerinin belirlenebilmesi için şu cihazlardan faydalanılmıştır:

- Uster HVI 900: Lif uzunluğunun, lif uzunluk üniformitesinin, lif mukavemetinin, lif inceliğinin, lif sarılığının, lif parlaklığının ve elyaftaki yabancı madde miktarının belirlenmesinde kullanılmıştır.
- Uster AFIS: Lif uzunluğunun, kısa lif oranının, lif üniformite oranının, neps miktarının, olgun olmayan lif oranının belirlenmesinde kullanılmıştır.
- Uster Tester 3: Şerit, fitil, iplik düzensizliğünün, iplik tüylülüğünün, iplikteki ince yer, kalın yer ve neps miktarlarının ölçülmesinde kullanılmıştır.
- Uster Tensorapid: İplik mukavemetinin, iplik kopma uzamasının, kopma işinin ölçülmesinde kullanılmıştır.
- Uster Autosorter: Şerit, fitil, iplik numarasının ölçülmesinde kullanılmıştır.
- Zweigle D314: İplik bükümünün ölçülmesinde kullanılmıştır.

3.2. Kullanılan Metot

Yapılan çalışmada kullanılan metot aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır:

- Farklı yörelere ait liflerin özelliklerinin belirlenmesi,
- Belirli makine ayarlarında, belirli numaralarda ring ipliği üretimi ve bu ipliklerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin tespiti,
- Araştırmada kullanılan lif ve ipliklerin her bir mekanik ve fiziksel özelliklerine ait matematiksel modellerin çıkarılması için yapay sinir ağı ve istatistik metotların ayrı ayrı kullanılması.

3.2.1. Lif özelliklerinin belirlenmesi

Lif özelliklerinin belirlenmesinde Abalıoğlu Yem, Soya ve Tekstil San. A.Ş.'nin modern bilgisayarlı Uster AFIS (Advanced Fiber Information System) ve Uster HVI 900 (High Volume Instruments) cihazları kullanılmıştır. ASTM D 1441-87 standardına

göre balyalardan numune elyaf alınmıştır. TS 240 standardına göre standart atmosfer koşullarında fiziksel ve mekanik lif özelliklerinin tayini gerçekleştirilmiştir. Her bir harmana ilişkin ölçüm sonuçları tablolar ve grafikler halinde ileriki bölümlerde sunulmuştur.

3.2.1.1. HVI cihazı ile belirlenen lif özellikleri

- Lif inceliği (Mikroner): ASTM D 1448-84 standardına göre her balyadan 10 gr ağırlığında 10'ar adet numune elyafın lif inceliği değerleri ölçülmüş ve bu değerlerin ortalaması alınmıştır.

- Lif uzunluğu (mm) ve uzunluk üniformitesi (%): HVI cihazında demet halindeki liflerin uzunluk ölçümleri gerçekleştirilmektedir. Uzunluk ölçümü cihazın fibrogram ünitesi ile yapılmaktadır. Cihazda ölçümler, "HVI" ve "ICC" olmak üzere iki farklı modda gerçekleştirilebilmektedir. Yapılan çalışmada "HVI" modu kullanılmıştır. Elde edilen "Len 1" değeri ortalama lif uzunluğunu (ML), "Len 2" değeri ise üst yarı ortalama uzunluk değerini (UHML) ifade etmektedir. Ölçümler ASTM D 1447-83 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Her balyadan 10 gr ağırlığında 10'ar adet numune elyafın lif uzunluğu ve lif uzunluk üniformitesi değerleri ölçülmüş ve bu değerlerin ortalaması alınmıştır.

- Lif kopma mukavemeti (gr/tex) ve uzaması (%E): ASTM D 1445-75 standardı esas alınarak sabit uzama oranı (CRE) prensibine göre belirlenmiştir. Her balyadan 10 gr ağırlığında 10'ar adet numune alınarak, lif kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerleri ölçülmüş ve bu değerlerin ortalaması alınmıştır.

- Lif parlaklığı (%Rd) ve lif sarılığı (+b): ASTM D 2253-88 standardına göre Nickerson – Hunter skalası esas alınarak belirlenmiştir. Her balyadan 100 gr ağırlığında 10'ar adet numune alınarak, lif parlaklığı ve lif sarılığı değerleri ölçülmüş ve bu değerlerin ortalaması alınmıştır.

Yapılan ölçümler sonucunda bulunan değerler Tablo 4.2'de verilmiştir.

3.2.1.2. AFIS cihazı ile belirlenen lif özellikleri

Ölçümler, Abalıoğlu Yem, Soya ve Tekstil San. A.Ş.'de gerçekleştirilmiştir. AFIS cihazında farklı modüller bulunmakta ve her bir modülde farklı lif özellikleri ölçülmektedir. Yapılan çalışmada kullanılan test cihazında 3 modül bulunmaktadır. Buna göre ölçülen lif özellikleri aşağıdaki gibidir:

- AFIS-L Modülü: Bu modülde, ağırlık ve sayı esasına göre tek liflerin uzunlukları belirlenebilmekte ve kısa lif yüzdesi hesaplanmaktadır. Ölçülen özelliklerin simgeleri aşağıdaki gibidir. Parantez içerisindeki harflerden, n ölçülen özelliğin sayı esaslı w ise ağırlık esaslı olduğunu göstermektedir.

-L(n,w)(mm): Ortalama lif uzunluğu,

-L(n,w) CV(%): Lif uzunluğunun varyasyon katsayısı,

-SFC(n,w) (%): 12,7 mm'den daha kısa uzunluktaki liflerin yüzdesi,

-UQL(w):Üst çeyrek uzunluğu veya liflerin ağırlıkça %25'i tarafından geçilen uzunluk,

-%5(n) (mm): Liflerin sayıca %5'i tarafından geçilen uzunluk,

-%2,5(n)(mm): Liflerin sayıca %2,5'i tarafından geçilen uzunluktur.

- AFIS-M Modülü: Bu modülde, tek liflerin incelik ve olgunlukları ölçülmektedir. Ayrıca, olgunluk yüzdesi de hesaplanabilmektedir. Buna göre ölçülen lif özellikleri aşağıdaki gibidir:

-Fine(mtex): Lif inceliğini,

-IFC(%): Olgun olmayan lif yüzdesini,

-Mat Ratio: Liflerin olgunluk oranını temsil etmektedir.

- AFIS-N Modülü: Bu modülde, elyafın ağırlığı, elyaftaki ortalama neps boyutu, neps adedi, ortalama tohum kabuğu nepsi boyutu ve ortalama tohum kabuğu nepsi adedi ölçülebilmektedir. Buna göre ölçülen lif özellikleri aşağıdaki gibidir:

-Weight(gr): Numune ağırlığını,

-Nep(μ m): Ortalama neps boyutunu,

-Nep(Cnt/gr): 1 gr'daki neps adedini,

-SCN(μ m): Ortalama tohum kabuğu nepsi boyutunu,

-SCN(Cnt/gr): 1 gr'daki ortalama tohum kabuğu nepsi adedini temsil etmektedir.

Yapılan ölçümler sonucunda bulunan değerler Tablo 4.2'de verilmiştir.

3.2.2. İplik özelliklerinin belirlenmesi

Bu çalışmada lif özelliklerinin iplik özelliklerine etkisi incelendiği için iplik özelliklerine etki eden diğer faktörler (makine ayarları, klima şartları vs.) olabildiğince sabit tutulmaya çalışılmıştır. “Bölüm 3.1.2”de ayrıntılı olarak belirtilen koşullarda Ne20, Ne24, Ne30 ve Ne40 numaralarında karde ipliği üretilmiştir. Üretilen ipliklerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan metotlar aşağıdaki gibidir:

- İplik numarası (Ne): DIN 53812/TS 244 standardına göre çile metodu kullanılarak ipliklerin doğrusal yoğunlukları tayin edilmiştir. Ölçümler Uster Autosorter iplik numarası tayini cihazında yapılmıştır. Her bir numaradan 100'er metre uzunluklarında 10'ar adet ölçüm gerçekleştirilmiş ve bu değerlerin ortalaması alınmıştır.

- İplik bükümü (T/inch): TS 247'ye göre açma-kapama metodu kullanılarak ölçülmüştür. Ölçümler Zweigle D314 büküm ölçme aletinde gerçekleştirilmiştir. Her bir numaradan 10'ar adet ölçüm gerçekleştirilmiş ve bu değerlerin ortalaması alınmıştır.

- Kopma mukavemeti (Rkm) ve kopma uzaması (%E): “TS 245 B Metodu”na göre iplik kopma mukavemeti ve kopma uzaması tayin edilmiştir. Ölçümler, numune uzama

hızı sabit çekme cihazı (CRE) olan Uster Tensorapid cihazında gerçekleştirilmiştir. Her bir kopstan 20'şer ölçüm gerçekleştirilmiş ve bu değerlerin ortalaması alınmıştır.

- İplik düzgünsüzlüğü (%CVm), iplik tüylülüğü (H): Ölçümler Uster Tester 3 cihazında gerçekleştirilmiştir. Her bir numaradan 10'ar adet ölçüm gerçekleştirilmiş ve bu değerlerin ortalaması alınmıştır.

- İplikteki ince yer(-%50), kalın yer(+%50) ve neps miktarı(+%200): Ölçümler Uster Tester 3 cihazında gerçekleştirilmiştir. Her bir numaradan 10'ar adet ölçüm gerçekleştirilmiş ve bu değerlerin ortalaması alınmıştır.

3.2.3. Modelleme

Yapılan deneyler sonucunda elde edilen test değerleri, doğrusal ve doğrusal olmayan çoklu regresyon analizi ve yapay sinir ağları (YSA) metodu ile değerlendirilmiştir. Çoklu regresyon analizi ve YSA metotlarının tahminleme performanslarının kıyaslanabilmesi için, veriler eğitim verileri ve test verileri olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Aynı eğitim verileri için, çoklu regresyon analizinde regresyon denklemleri elde edilmiş ve elde edilen model test verilerinin tahminlenmesinde kullanılmıştır. Sonuçta aynı test verileri ile hem YSA'da hem de çoklu regresyon metotlarında ölçülen veriler ile tahminlenen veriler arasındaki bağıntı incelenmiştir. Kurulan modellerin tahminleme performansını değerlendirmek için de hata karelerinin ortalamasının karekökü (RMSE) ve belirleme katsayısı (R^2) değerleri kullanılmıştır.

3.2.3.1. Çoklu regresyon analizi

Çoklu regresyon analizi için SPSS 11 ve MatLab 7.1 paket programları kullanılmıştır. Değerler yardımıyla belirlenen regresyon veya tahminleyici denklem, bağımsız değişken ya da değişkenlerin etkilediği bağımlı değişkendeki değişimleri tahminlemeye yarayan denklemdir. Çoklu doğrusal (lineer) regresyon denklemi genel olarak eşitlik 3.1'deki gibi ifade edilmektedir.

$$y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n \dots \dots \dots (3.1)$$

Burada y bağımlı değişken, x 'ler ise bağımsız değişkenlerdir. a ile ifade edilen sabit değer başlangıç noktasını veya regresyon doğrusunun yüksekliğini göstermektedir. n , denklemdaki bağımsız değişkenlerin sayısını göstermektedir. $b_{1...n}$ katsayıları ise, bağımlı değişken ile ilişkisi olan her bir bağımsız değişkenin değişim miktarı ile ilgili değerlerdir. Doğrusal regresyon, verilerin arasında doğrusal bir ilişki olup olmadığını test etmemektedir. İlişkiyi doğrusal kabul etmekte ve en küçük kareler yöntemine göre regresyon denkleminin katsayılarını tahminlemektedir.

Doğrusal olmayan çoklu regresyon modeli de, doğrusal modele benzemektedir. Doğrusal modelden farklı olarak, bağımlı değişkenin fonksiyonu eğri olmaktadır. Yapılan çalışmada, eşitlik 3.2'deki gibi gösterilen "pure quadratic" regresyon denkleminin katsayıları tahminlenmeye çalışılmıştır.

$$y = c + a_1 x_1^2 + b_1 x_1 + a_2 x_2^2 + b_2 x_2 + \dots + a_n x_n^2 + b_n x_n \dots \dots \dots (3.2)$$

Denklemdaki, y , bağımlı değişkenin değerini; x bağımsız değişkenlerin değerlerini; $a_{1...n}$, bağımsız değişkenlerin karelerine ait katsayıları; $b_{1...n}$, bağımsız değişkenlere ait katsayıları; n , denklemdaki bağımsız değişken adedini temsil etmektedir. Bu çalışmada tahminlenmesi istenen özellikler, yani iplik düzgünsüzlüğü, iplik tüylülüğü, ipliğin kopma mukavemeti, ipliğin kopma uzaması, iplikteki ince yer sayısı, iplikteki kalın yer sayısı, iplikteki neps sayısı gibi iplik özellikleri bağımlı değişken (y) olarak, belirli lif özellikleri ise bağımsız değişken (x) olarak alınmıştır. Ayrıca iplik numarasının iplik neps ile yakından ilişkisi olduğu bilindiğinden regresyon denklemlerine bu faktörde bağımsız değişken olarak katılmıştır. Regresyon doğrusunun ne derece iyi bir tahminleyici olduğu belirleme katsayısı (R^2) ile ifade edilmektedir. Belirleme katsayısı, bağımlı değişkendeki varyasyonun ne kadarının bağımsız değişkenler tarafından açıklandığını göstermektedir. R^2 'nin 1'e yaklaşan değerleri bağımsız değişkenler yardımıyla tahminlenen bağımlı değişkeninin tahmin edilen değeri ile gerçek değeri arasında uyumun iyi olduğunu ifade etmektedir. Regresyon analizleri ile en yüksek belirleme katsayısı (R^2) değerleri elde edilmeye çalışılmıştır (Özçelik 2004).

Eşitlik 3.3 ve 3.4'de belirleme katsayısının (R^2) nasıl elde edildiği gösterilmektedir. Y 'lerin kareleri toplamı (TSS), sapmaların kareleri toplamı (ESS) ile regresyoyon kareleri toplamının (RSS) toplamına eşittir (Üreyen 2004).

$$\sum_{i=1}^n (Y_i - Y_{ort})^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - T_i)^2 + \sum_{i=1}^n (T_i - Y_{ort})^2 \dots\dots\dots (3.3)$$

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (T_i - Y_{ort})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - Y_{ort})^2} = 1 - \left(\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - T_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - Y_{ort})^2} \right) \dots\dots\dots (3.4)$$

Denklemdaki R^2 , belirleme katsayısı; Y_i , ölçülen değerleri; Y_{ort} , ölçülen değerlerin ortalamasını; T_i , tahminlenen değerleri; i , deney veya ölçüm sayısını ifade etmektedir.

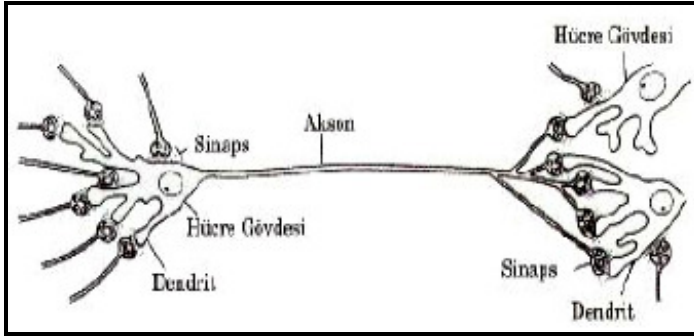
Regresyon denklemlerinin bulunmasından sonra, hangi bağımsız değişkenlerin regresyon denkleminde daha etkin olduğu “stepwise” yöntemi adı verilen özel bir istatistiki çalışma ile tespit edilmiştir. Bu yöntemde belirleme katsayısına en fazla etki yapan bağımsız değişkenden başlamak üzere basamaklar halinde diğer bağımsız değişkenlerin sırasıyla denkleme katılışyla belirleme katsayısında görülen artışlar hesaplanmaktadır. Bu yöntem sayesinde iplik özelliklerini etkileyen en önemli lif özellikleri belirlenebilmektedir.

Yapılan analizler sonucunda bulunan sonuçlar sırasıyla regresyon denklemi katsayılarını, varyans ve stepwise analizini gösteren tablolarla sunularak ve her bir regresyon denklemi için iplik özelliklerinin tahminlenen ve gerçek değerleri arasındaki korelasyon grafiklerle gösterilmiştir.

3.2.3.2. Yapay sinir ağı metodu

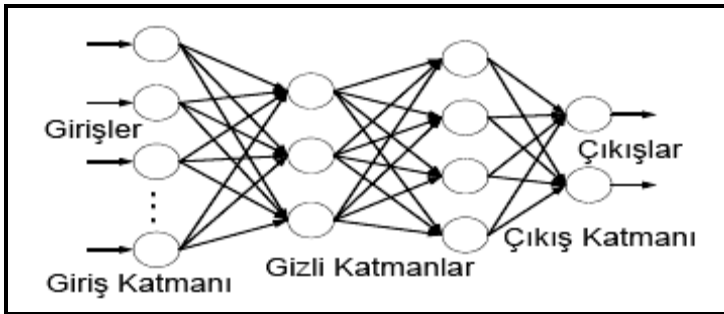
Test verileri ile lif özelliklerinden iplik özelliklerinin tahminlenmesinde, ayrıca yapay sinir ağı (YSA) metodu kullanılmıştır. YSA'nın tasarımında MATLAB programının “Neural Network Toolbox” araç kutularından faydalanılmıştır. YSA, insan beyninin çalışma ilkelerinden ilham alınarak geliştirilmiş, ağırlıklı bağlantılar denilen tek yönlü iletişim kanalları vasıtası ile birbirleriyle haberleşen, her biri kendi hafızasına sahip birçok işlem elemanından (nöronlardan) oluşan paralel ve dağınık bilgi işleme yapılarıdır. YSA'lar gerçek dünyaya ait ilişkileri tanıyabilmekte, sınıflandırma, kestirim ve işlev uydurma gibi görevleri yerine getirebilmektedirler. Bu sebeple YSA, beynin bir işlevi yerine getirme yöntemini modellemek için tasarlanan bir sistem olarak

tanımlanabilmektedir. Yapay sinir ağlarının oluşturulması için örnek teşkil eden, biyolojik sinir ağlarının ve insan beyninin en temel parçaları, hatırlama, düşünme, her harekette daha önceki deneyimlere başvurma yeteneğini sağlayan kendine özgü sinir hücreleridir. İnsan beyninde yaklaşık 10^{11} sinir hücresi vardır. Şekil 3.1'de basitleştirilmiş biyolojik bir beyin sinir hücresi ve bileşenleri ile ilişkisi görülmektedir (Elmas 2003).



Şekil 3.1 Beyin sinir hücresi ve bileşenleri

YSA, yapay sinir hücrelerinin birbirleri ile çeşitli şekillerde bağlanmasından oluşmakta ve genellikle katmanlar şeklinde düzenlenmektedir. Şekil 3.2'de çok katmanlı bir YSA yapısı gösterilmiştir (Fausett 1994).



Şekil 3.2 Çok katmanlı bir yapay sinir ağı

YSA, donanım olarak elektronik devrelerle ya da bilgisayarlarda yazılım olarak gerçekleştirilebilmektedir. Beynin bilgi işleme yöntemine uygun olarak YSA, bir öğrenme sürecinden sonra bilgiyi toplama, hücreler arasındaki bağlantı ağırlıkları ile bu bilgiyi saklama ve genelleme yeteneğine sahip paralel dağılmış bir işlemci gibi çalışabilmektedir. Öğrenme süreci, arzu edilen amaca ulaşmak için YSA ağırlıklarının yenilenmesini sağlayan öğrenme algoritmalarını ihtiva etmektedir (Hagan vd 1996). Yapılan çalışmada lif özelliklerinden iplik özelliklerinin tahminlenebilmesi için bir YSA tasarlanmıştır. YSA tasarımı işlemi, 4 adımdan oluşmaktadır. Bunlar:

- Verilerin normalizasyonu: Normalizasyon, YSA ile verilerin eğitilmesi işleminin önemli bir aşamasıdır. Verilerin normalizasyonu, sadece eğitime işlemini kolaylaştırmakla kalmamakta, aynı zamanda aktivasyon fonksiyonunun şekillendirilmesine de yardım etmektedir. Normalizasyonun amacı, problemdeki yüksek değerli verilerin etkilerinin, düşük değerli verilerin etkisini bastırmasını önlemek ve bu sayede aktivasyon fonksiyonunun simetrikliğinin korunmasını sağlamaktır. Bunlara ek olarak, normalizasyon, gereksiz veri tekrarını ortadan kaldırmakta, veri fazlalığını en aza indirmekte ve verilerin hızlı bir şekilde sorgulanmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada, lineer normalizasyon kullanılmıştır. Bağımlı ve bağımsız her bir değişken, kendi grubundaki verilerin içindeki maksimum değere bölünmüştür. Sonuçta bütün veriler, (0,1] aralığında normalize edilmiştir (WEB_4 2007).

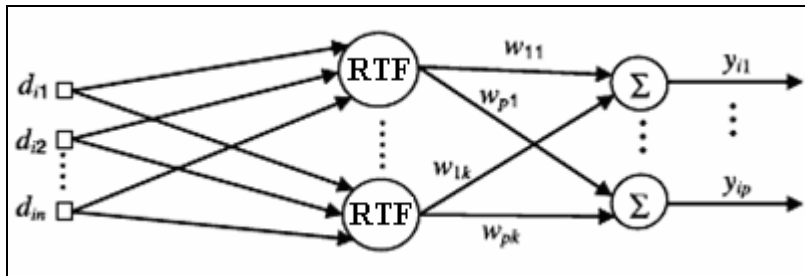
- YSA mimarisinin seçimi: YSA, gerçek-zamanlı öğrenebilen ve bu sayede değişen çevresel koşullara rahatlıkla uyum sağlayıp, sezgisel düşünme ile belirsiz bilgilere dayalı mantıklı kararlar verebilen bir yapıdır. Literatürde, çok katmanlı algılayıcı, Hopfield ağı, Kohonen haritası, öz düzenleyici haritalar...gibi farklı YSA yapıları bulunmaktadır (Turhan vd 2007).

Yapılan çalışmada radyal tabanlı fonksiyon ağı YSA yapısı olarak seçilmiştir. Radyal tabanlı ağlar, duyarlı almaç bölgelerinin olduğu giriş tabakası, radyal tabanlı nöronları içeren gizli tabaka ve çoğunlukla doğrusal aktivasyon fonksiyonlu nöronlardan ibaret çıkış tabakasından oluşmaktadır. Radyal tabanlı ağlar, geri yayılım algoritmaları ileri beslemeli ağlardan daha fazla nöron kullanımına ihtiyaç duyabilirse de eğitim süresi çok daha kısa olmaktadır. Yoğun eğitim verisiyle daha iyi sonuçlar vermektedir.

Radyal tabanlı fonksiyon ağı tasarımı (RTFA) çok boyutlu uzayda eğri uydurma yaklaşımıdır ve bu nedenle RTFA'nın eğitimi, çok boyutlu uzayda eğitim verilerine en uygun bir yüzeyi bulma problemine dönüşmektedir. RTFA'nın genellemesi ise test verilerini interpolate etmek amacıyla, eğitim sırasında bulunan çok boyutlu yüzeyin kullanılmasına eşdeğerdir. Radyal tabanlı fonksiyonlar, sayısal analizde çok değişkenli interpolasyon problemlerinin çözümünde kullanılmış ve YSA'nın gelişmesi ile birlikte bu fonksiyonlardan YSA tasarımında yararlanılmıştır. RTFA, ileri beslemeli YSA yapılarına benzer şekilde giriş, orta ve çıkış katmanından oluşur ancak, giriş

katmanından orta katmana dönüşüm, radyal tabanlı aktivasyon fonksiyonları ile doğrusal olmayan sabit bir dönüşümdür. Orta katmandan çıkış katmanına ise uyarlamalı ve doğrusal bir dönüşüm gerçekleştirilir (Haykin 1994).

Şekil 3.3'te RTFA'nın şematik gösterimi sunulmuştur. Şekilde, n , girdi parametrelerini; k , gizlenmiş birimleri veya nöron sayısını; p , çıktı parametrelerini; RTF ise gizlenmiş katmanda kullanılan radyal tabanlı aktivasyon fonksiyonunu (RTF) temsil etmektedir. Biharmonik, multiquadratic, ters multiquadratic...gibi fonksiyonlar RTF olarak kullanılabilir. Yapılan çalışmada RTF olarak Gaussian (normal dağılım) fonksiyonu kullanılmıştır.



Şekil 3.3 Radyal tabanlı fonksiyon ağı

i. gizlenmiş birimin çıkış değerini gösteren Gaussian fonksiyonu eşitlik 3.5'deki gibidir:

$$x_{ij}(d) = e^{-\left(\frac{\|d_i - c_j\|^2}{2\sigma_j^2}\right)} \quad i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, k \dots \dots \dots (3.5)$$

x_{ij} , i. giriş verisi için j. gizlenmiş birimin çıkış verisi; d , $d_i \in \mathbb{R}^{1 \times n}$, i. giriş verisine ait vektörü; k , gizlenmiş birimlerin sayısını; $c_i \in \mathbb{R}^{1 \times n}$ ve σ_i ise i. gizlenmiş birimdeki RTF'nin merkez ve genişlik değerlerini ifade etmektedir. Eşitlik 3.6'da m büyüklüğünde veri seti için, giriş verilerine ait değerler matris formunda belirtilmiştir.

$$D = \begin{bmatrix} d_{11} & \cdots & d_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{m1} & \cdots & d_{mn} \end{bmatrix} \equiv \begin{bmatrix} d_1 \\ \vdots \\ d_m \end{bmatrix} \dots \dots \dots (3.6)$$

Eşitlik 3.5'deki x_{ij} değerleri matris formunda belirtildiğinde eşitlik 3.7 elde edilmektedir.

$$X = e^{\frac{-R^2}{2_{m,1}(\sigma^2)^T}} \dots\dots\dots (3.7)$$

Eşitlikteki “/” ve $(.)^2$ işlemleri, her birime ait bölüm bölme ve karesinin alınması işlemi; $2_{m,1}$ ise $m \times 1$ büyüklüğündeki bütün elemanları 2'ye eşit olan vektörü göstermektedir. X ve R elemanları eşitlik 3.8 ve 3.9'da matris formunda belirtilmiştir.

$$X = \begin{vmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mk} \end{vmatrix} \equiv \begin{vmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_m \end{vmatrix} \dots\dots\dots (3.8)$$

$$R = \begin{vmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mk} \end{vmatrix} \equiv \begin{vmatrix} r_1 \\ \vdots \\ r_m \end{vmatrix} \dots\dots\dots (3.9)$$

Yukarıdaki matriste, $r_{ij} = \|d_i - c_j\|$, i. veri ile j. merkez arasındaki mesafeyi belirtmektedir ve $R \in \mathbb{R}^{m \times k}$ dir. Merkez parametrelerine ait matris gösterimi de eşitlik 3.10'da belirtilmiştir.

$$C = \begin{vmatrix} c_{11} & \cdots & c_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{k1} & \cdots & c_{kn} \end{vmatrix} \equiv \begin{vmatrix} c_1 \\ \vdots \\ c_k \end{vmatrix} \dots\dots\dots (3.10)$$

Yukarıdaki matriste, c_{ij} , i. merkezin j. bileşenini; k, gizlenmiş birimlerin sayısını; n, ise giriş parametrelerinin sayısını temsil etmektedir.

Eşitlik 3.5'den anlaşılacağı üzere, d_i giriş vektörü, c_j merkezine yakın olursa, j. gizlenmiş birim için hesaplanan RTF değeri maksimum olmaktadır. RTFA'nın çıkış değeri, basitçe gizlenmiş birimlerin ağırlıklandırılmış toplamı olarak eşitlik 3.11'deki gibi ifade edilebilmektedir. Aşağıdaki eşitlikte, w_{ij} , i. çıkış parametresi için, j. gizlenmiş birimin ağırlığını; y_{qi} , q. giriş verisi için i. çıkış değerini temsil etmektedir.

$$y_{qi} = \sum_{j=1}^k w_{ij} * x_{qj} \dots\dots\dots (3.11)$$

Y'nin matris gösterimi eşitlik 3.12'deki gibidir. Buna göre y_i , i. giriş verisi için p büyüklüğündeki çıkışı temsil etmektedir.

$$Y = \begin{vmatrix} y_{11} & \cdots & y_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{m1} & \cdots & y_{1p} \end{vmatrix} \equiv \begin{vmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_m \end{vmatrix} \dots\dots\dots (3.12)$$

p x k büyüklüğündeki ağırlıklara ilişkin matris eşitlik 3.13'de belirtilmiştir.

$$W = \begin{vmatrix} w_{11} & \cdots & w_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{k1} & \cdots & w_{kp} \end{vmatrix} \equiv \begin{vmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_k \end{vmatrix} \dots\dots\dots (3.13)$$

Sonuçta, eşitlik 3.11, aşağıdaki gibi sembolize edilerek, matris formunda gösterilebilmektedir.

$$Y = X * W \dots\dots\dots (3.14)$$

RTFA'da uyarlanabilecek serbest parametreler; merkez vektörleri, radyal fonksiyonların genişliği ve çıkış katman ağırlıklarıdır. Çıkış katmanı doğrusal olduğundan ağırlıklar, eğim düşme yada doğrusal en iyileme yöntemleri ile kolayca bulunabilir. Merkezler, girişler arasından rastgele ve sabit olarak seçilebilmekle birlikte RTFA'nın performansını iyileştirmek amacıyla merkez vektörlerinin ve genişliğin uyarlanması için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Merkez vektörleri, eğim düşme yöntemine göre eğitici öğrenme algoritması ile uyarlanarak, dik en küçük kareler yöntemi ile, ya da kendiliğinden düzenlemeli yöntemle giriş örneklerinden öbekleme yapılarak belirlenebilmektedir (WEB_5 2007).

RTFA'da, gizlenmiş katmandaki nöronların sayısı ağırlık performansını etkileyen çok önemli bir parametre olarak görülmektedir. Nöron sayısı (k), merkez değerleri (c) ve genişliklerin (r) belirlenmesi büyük ölçüde başlangıç şartlarına bağlı olmaktadır.

Literatürde nöron sayılarının belirlenmesine yönelik değişik teknikler bulunmaktadır. Yapılan çalışmada, nöron sayısının belirlenebilmesi için “3-fold-cross-validation” (3 katmanlı çapraz doğrulama) tekniği kullanılmıştır. 3CV tekniğinde, veriler Tablo 3.5 ve Tablo 3.6’da basitçe gösterildiği gibi, rastgele 3 bölüme ayrılmıştır. Metoda ilişkin detaylı gösterim “Ek-3” bölümünde sunulmuştur. Teknik 3 kere uygulanmıştır. Tablo 3.7’de gösterildiği gibi, her seferde 2 katmanda öğretim gerçekleştirilmiş ve 1 katmanda test yapılmıştır.

Tablo 3.5 HVI verileri için 3CV metodunda kullanılmak üzere seçilmiş 3 farklı katman

F1		F2		F3	
Harman No	İplik No	Harman No	İplik No	Harman No	İplik No
P3	19,85	P4	19,77	P7	19,84
P8	19,98	P9	20,01	P10	19,93
P11	19,87	P12	19,93	P13	19,91
P3	23,93	P5	23,79	P4	23,8
P6	24,09	P8	23,65	P7	24,3
P9	23,85	P11	24,00	P10	24,2
P12	23,77	P4	29,58	P13	23,71
P3	29,89	P7	29,84	P5	29,59
P6	29,85	P10	29,83	P8	29,88
P9	29,86	P13	29,7	P11	30,00
P12	29,82	P5	39,73	P6	39,96
P4	39,17	P9	39,75	P10	40,4
P7	40,35	P12	40,25	P13	39,1
P11	40,1				

Tablo 3.6 AFIS verileri için 3CV metodunun gösterimi

F1		F2		F3	
Harman No	İplik No	Harman No	İplik No	Harman No	İplik No
P1	19,85	P2	19,84	P3	19,85
P4	19,77	P7	19,84	P8	19,98
P9	20,01	P10	19,93	P11	19,87
P12	19,93	P13	19,91	P3	23,93
P1	23,82	P2	23,5	P6	24,09
P4	23,8	P5	23,79	P9	23,85
P7	24,3	P8	23,65	P13	23,71
P10	24,2	P11	24	P1	29,82
P3	29,89	P2	29,82	P4	29,58
P6	29,85	P5	29,59	P7	29,84
P9	29,86	P8	29,88	P10	29,83
P12	29,82	P11	30	P13	29,7
P1	40,03	P4	39,17	P5	39,7
P6	40	P7	40,4	P9	39,8
P10	40,4	P11	40,1	P12	40,3
P13	39,1				

Tablo 3.7 3CV Metodu için seçilen eğitim ve test veri setleri

Uygulama No	Eğitim Verileri	Test Verileri
1	F1 + F2	F3
2	F1 + F3	F2
3	F2 + F3	F1

- Verilerin öğretilmesi: Sistem parametreleri olan W , σ ve C uygun bir şekilde belirlenirse, belirlenen RTFA doğrusal olmayan bir fonksiyon yaklaşımı uygulamaktadır. Merkez (C), yayılım (σ) ve genişlik (W) değerlerinin seçilmesi için bir öğrenme algoritması kullanılmaktadır. Yapılan çalışmada, anlık hata karelerinin minimize edilmesi için, eşitlik 3.15'de de gösterildiği gibi dik iniş metodu (Gradient Descent veya Steepest Descent) kullanılmıştır.

$$E = \frac{1}{2}(T - Y)^2 \dots\dots\dots (3.15)$$

Eşitlikte, T , $m \times p$ boyutlarında ölçülen eğitim verilerinin matrisini ; Y ise, $m \times p$ boyutlarında eğitim verileri için tahminlenen RTFA çıkışlarının matrisini temsil etmektedir. İlk olarak, bütün merkez değerlerinin giriş verilerinin aralığında olması için, merkez verileri giriş verilerinin aralığında tesadüfi bir şekilde atanmıştır. c_i merkezinin i . yayılımı σ_i şeklinde ifade edilmektedir. σ_i 'nin değeri, temelde RTF sayısı ile ilgili olmaktadır. σ , eşitlik 3.16'daki gibi gösterilebilmektedir.

$$\sigma = \begin{vmatrix} \sigma_1 \\ \vdots \\ \sigma_k \end{vmatrix} \dots\dots\dots (3.16)$$

Eşitlik 3.5'den, σ_i çekildiğinde eşitlik 3.17 elde edilmektedir.

$$\sigma_i = \frac{1}{(2k^{1/n} - 2)\sqrt{2 \ln 2}} \dots\dots\dots (i = 1, 2, \dots, k) \dots\dots\dots (3.17)$$

Yukarıdaki eşitlikte $k > 1$ ise, gizlenmiş birimlerin sayısı düştüğünde ya da giriş değişkenlerinin sayısı arttığında, σ_i değeri artmaktadır. Çıkış katmanının X_2 ve W 'ye göre kısmi türevleri eşitlik 3.18'de belirtilmiştir.

$$\frac{\partial E}{\partial X_2} = -(T - X_2), \quad \frac{\partial E}{\partial W} = X_1^T * \frac{\partial E}{\partial X_2} \dots\dots\dots (3.18)$$

Aynı işlem gizlenmiş birimlerdeki radyal tabanlı fonksiyonlar için tekrarlandığında eşitlik 3.19, 3.20, 3.21 ve 3.22 elde edilmektedir.

$$\frac{\partial E}{\partial X_1} = W^T * \frac{\partial E}{\partial X_2} \dots\dots\dots (3.19)$$

$$\frac{\partial E}{\partial \sigma} = \sum \left(\frac{\partial E}{\partial X_2} \otimes \frac{\partial X_1}{\partial \sigma} \right)^T \dots\dots\dots (3.20)$$

$$\frac{\partial X_1}{\partial \sigma} = X_1 \otimes \left(\frac{R^2}{1_{m,1} \bullet (\sigma^3)^T} \right) \dots\dots\dots (3.21)$$

$$\frac{\partial E}{\partial C} = \left[\left(\frac{\partial E}{\partial X_1} \otimes X_1 \right)^T \bullet X_0 - \left(\frac{\partial E}{\partial X_1} \otimes X_1 \right)^T \bullet 1_{m,4} \bullet C \right] / (\sigma^2 \bullet 1_{1,n}) \dots\dots\dots (3.22)$$

Yukarıdaki eşitliklerde, \otimes işareti iki matrisin çarpımını; $1_{m,1}$ ve $1_{m,4}$ ise sırasıyla $m \times 1$ ve $m \times 4$ boyutlarında bütün elemanları 1'e eşit olan iki matrisi temsil etmektedir. Sonuçta, üç parametre için dik iniş metodu ile eğitim, eşitlik 3.23, 3.24 ve 3.25'deki gibi gösterilmektedir.

$$W = W - \mu_w \frac{\partial E}{\partial W} \dots\dots\dots (3.23)$$

$$\sigma = \sigma - \mu_\sigma \frac{\partial E}{\partial \sigma} \dots\dots\dots (3.24)$$

$$C = C - \mu_c \frac{\partial E}{\partial C} \dots\dots\dots (3.25)$$

Eşitliklerdeki μ_w , μ_σ ve μ_c ilgili parametreler için belirlenmiş eğitim oranlarını temsil eden skaler değerlerdir. Yapılan çalışmada bu değerler, 0,005'e eşit kabul edilmiştir.

- YSA'nın yeni verilerle test edilmesi: Modelinin gerçeğe ne kadar yakın tahminleme yaptığının tespiti için, eğitilen YSA'nın yeni test verileri ile test edilmesi gerekmektedir. Tahminleme sonucu elde edilen YSA çıkış verileri, ölçülen değerlerle kıyaslanarak, tahminlemenin kabul edilebilirliği değerlendirilmektedir. Eğer tahminleme sonucu elde edilen veriler kabul edilebilir hata aralığında (RMSE) ve regresyon modelinin belirleme katsayısı (R^2) yeterince yüksek bir değerde ise, YSA modeli bu veri seti için kullanılabilir. RMSE değerinin hesaplanması eşitlikte 3.26'da gösterilmiştir. Buna göre RMSE(i), i. çıkış parametresine ait RMSE değerini ifade etmektedir.

$$RMSE(i) = \sqrt{\frac{1}{m} * \sum_{j=1}^m (y_{ji} - y_{ji}^d)^2} \dots\dots\dots (3.26)$$

Ayrıca bütün çıkış parametrelerine ait RMSE değerleri de eşitlik 3.27'deki gibi hesaplanabilmektedir.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{p} * \frac{1}{m} * \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n (y_{ji} - y_{ji}^d)^2} \dots\dots\dots (3.27)$$

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Önceki bölümlerde; lif ve iplik özellikleri, iplik üretimi, iplik özelliklerinin tahminlenmesine dayalı genel literatür bilgileri ve bu çalışmada kullanılan metoda ilişkin bilgiler verilmiştir. Bu bölümde, öncelikle ölçülen lif ve iplik özelliklerine ait test sonuçları tablolar halinde sunulmuştur. Ayrıca lif özelliklerinden iplik özelliklerinin tahminlenmesi amacıyla yapılan çoklu regresyon analizleri ve yapay sinir ağı metodu ile elde edilen denklemler gösterilmiştir.

4.1. Belirlenen Lif Özellikleri

Lif özelliklerini belirlemek amacıyla Abalıoğlu Yem, Soya ve Tekstil San. A.Ş.'de gerçekleştirilen ölçüm sonuçları Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.1'de 11 farklı karde harmanına ait Uster HVI cihazı ile ölçülmüş ortalama test sonuçları gösterilmiştir. Her bir lif özelliğine ilişkin grafikler Ek Şekil 1'den Ek Şekil 10'a kadar sunulmuştur.

Tablo 4.2'de 13 farklı karde harmanına ait Uster AFIS cihazı ile ölçülmüş ortalama test sonuçları gösterilmiştir. Her bir lif özelliğine ilişkin grafikler Ek Şekil 19'dan Ek Şekil 31'e kadar sunulmuştur.

4.2. Belirlenen İplik Özellikleri

İplik özelliklerini belirlemek amacıyla Abalıoğlu Yem, Soya ve Tekstil San. A.Ş.'de gerçekleştirilen ölçüm sonuçları Tablo 4.3, Tablo 4.4, Tablo 4.5 ve Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.1 Her bir harmana ait lif özellikleri (HVI)

Parti No	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
Lif Özellikleri											
İncelik (Mic)	4,44	4,16	3,83	4,12	3,94	4,18	4,18	4,2	4,27	4,14	4,19
Parlaklık (Rd)	74,39	77,75	70,71	72,87	77,43	79,09	75,46	74,82	78,46	73,56	74,12
Sarılık (+b)	9,33	8,29	8,44	8,78	8,39	8,83	9,01	9,22	9,56	8,22	8,19
Uzunluk 1 (ML)	21,65	25,64	24,09	24,48	24,49	24,56	23,79	23,76	24,11	24,75	24,8
Uzunluk 2 (UHML)	28,86	30,18	29,12	29,31	29,64	29,73	28,67	28,69	29,19	29,59	29,59
Üniformite (%U)	74,86	84,94	82,71	83,52	82,61	82,62	82,97	82,82	82,58	83,67	83,8
Mukavemet (gr/tex)	27,84	32,23	31,1	31,39	30,77	30,76	30,11	30,41	30,75	31,86	32,11
Kopma Uzaması (%)	7,09	7,73	7,47	7,35	7,03	7,01	7,64	7,28	7,03	7,79	7,79
Kısa Lif Yüzdesi (%)	9,07	7,07	9,54	8,73	8,77	8,37	8,67	8,73	8,85	7,79	7,76

Tablo 4.2 Her bir harmana ait lif özellikleri (AFIS)

Parti No	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
Lif Özellikleri													
Uzunluk (L-w-)	25,77	25,58	24,68	25,76	23,67	24,65	24,7	24,87	24,51	24,43	24,56	24,83	24,83
Uzunluk (UQL)	30,92	30,65	30,03	30,91	29,39	29,97	29,95	30,17	29,68	29,63	29,79	30,21	30,28
Kısa Lif Yüzdesi (SFC-w-)	7,08	7,29	8,96	7,3	11,6	8,92	8,33	8,44	8,84	9,04	8,78	8,99	9,0
Uzunluk (L-n-)	21,42	21,19	20,07	21,45	18,74	20,15	20,23	20,27	20,08	19,94	19,99	20,2	20,2
Kısa Lif Yüzdesi (SFC-n-)	21,12	21,55	25,51	21,35	24,85	23,46	23,99	24,76	25,31	24,64	25,3	25,26	25,26
%5	35,14	34,93	33,89	35,01	33,41	33,99	34,52	34,72	33,57	33,54	34,22	34,22	34,28
%2,5	37,56	37,52	36,05	37,38	35,79	36,29	37,37	37,56	35,8	35,76	36,94	36,5	36,62
İncelik (mtex)	165	163	162	163	149	158	151	152	166	164	155	162	162
Olgun Olmayan Lif (IFC)	7,43	7,77	8,45	7,8	10,34	8,67	8,31	7,99	7,46	7,71	7,67	8,48	8,72
Olgunluk (Mat Ratio)	0,88	0,87	0,85	0,87	0,81	0,84	0,86	0,86	0,87	0,86	0,87	0,85	0,84
Neps (Cnt/gr)	118	127	267	115	362	257	235	224	209	221	221	234	217
SCN(adet/gr)	11	14	19	12	16	18	18	16	16	25	18	15	13
SCN(μm)	1324	1355	1281	1294	1283	1241	1361	1431	1245	1177	1455	1237	1280
Uzunluk Varyasyonu (L-w)(Cv)	32,4	32,89	33,32	32,12	36,4	33,66	34,49	34,63	33,26	33,43	34,58	33,75	33,83
Uzunluk Varyasyonu (L-n)(Cv)	45,16	45,52	48,03	44,92	51,23	47,35	47,1	47,7	47,05	47,52	47,84	47,91	47,92
Neps(μm)	711	726	700	724	706	703	711	709	695	711	721	694	692

Tablo 4.3 Ne20 Karde İpliğine Ait Özellikler (Uster Tester 3 ve Uster Tensorapid)

Parti No	P1	P2	P3	P4	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
İplik Özellikleri											
Düzensüzlük (% CV)	13,33	13,15	13,65	12,91	12,59	13,36	13,45	13,51	12,76	13,4	13,51
İnce Yer (-%50)	1	1	2	1	0	1	1	1	1	1	1
Kalın Yer (+%50)	55	48	64	37	38	66	58	62	40	54	58
Neps (+%200)	63	53	48	33	61	110	61	59	82	41	41
Tüylülük (H)	7,21	7,35	7,29	7,36	6,86	7,15	7,13	7,1	6,79	7,14	7,06
Kopma Uzaması (% Elong)	6,2	5,91	6,22	6,39	5,82	5,99	6,01	6	5,98	6,04	6,07
Mukavemet (Rkm)	17,26	16,86	16,69	17,36	18,67	17,64	16,75	16,93	18,4	16,42	16,22
İplik No (Ne)	19,85	19,84	19,85	19,77	19,84	19,98	20,01	19,93	19,87	19,93	19,91

Tablo 4.4 Ne24 Karde İpliğine Ait Özellikler (Uster Tester 3 ve Uster Tensorapid)

Parti No	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P13
İplik Özellikleri												
Düzensüzlük (% CV)	14,34	13,59	14	13,61	14,53	14,35	13,18	14,04	13,81	14,13	13,39	14,46
İnce Yer (-%50)	3	0	2	2	5	4	1	3	3	0	1	5
Kalın Yer (+%50)	109	71	81	62	119	110	59	97	80	95	68	113
Neps (+%200)	101	95	85	49	112	93	93	123	74	72	124	96
Tüylülük (H)	6,83	6,78	6,71	6,87	7,16	6,93	6,4	6,52	6,48	6,4	6,23	6,66
Kopma Uzaması (% Elong)	5,76	5,46	5,97	6,08	5,81	5,81	5,53	5,89	5,99	5,64	5,74	6,03
Mukavemet (Rkm)	16,93	16,32	16,83	16,6	16,57	16,3	17,94	17,64	17,31	17,1	18,15	16,24
İplik No (Ne)	23,82	23,5	23,93	23,8	23,79	24,09	24,3	23,65	23,85	24,2	24	23,71

Tablo 4.5 Ne30 Karde İpliğine Ait Özellikler (Uster Tester 3 ve Uster Tensorapid)

Parti No	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
İplik Özellikleri													
Düzensüzlük (% CV)	15,75	15,76	16,06	15,44	15,96	16,02	14,8	15,92	15,92	15,95	14,95	16,02	16,09
İnce Yer (-%50)	16	15	22	13	21	20	4	16	18	18	6	22	24
Kalın Yer (+%50)	224	207	243	173	233	251	158	251	231	234	159	243	250
Neps (+%200)	336	338	339	252	351	364	323	463	356	358	343	342	366
Tüylülük (H)	6,26	6,26	6,22	6,29	6,32	6,2	5,68	5,96	5,92	5,88	5,67	5,91	5,92
Kopma Uzaması (% Elong)	5,22	5,31	5,42	5,55	5,42	5,4	5,27	5,25	5,22	5,14	5,16	5,42	5,39
Mukavemet (Rkm)	16,21	16,48	15,82	16,45	16,34	16,55	18,21	16,94	16,26	16,27	17,7	15,72	15,56
İplik No (Ne)	29,82	29,82	29,89	29,58	29,59	29,85	29,84	29,88	29,86	29,83	30	29,82	29,7

Tablo 4.6 Ne40 Karde İpliğine Ait Özellikler (Uster Tester 3 ve Uster Tensorapid)

Parti No	P1	P4	P5	P6	P7	P9	P10	P11	P12	P13
İplik Özellikleri										
Düzensüzlük (% CV)	16,34	16,16	17,01	17,16	16,28	16,56	17,6	16,31	17,51	17,25
İnce Yer (-%50)	32	34	51	61	20	27	70	19	78	60
Kalın Yer (+%50)	276	239	360	377	314	315	483	309	435	417
Neps (+%200)	545	453	679	681	575	528	648	628	630	647
Tüylülük (H)	5,79	5,98	6,23	6,14	5,15	5,41	5,3	5,16	5,25	5,34
Kopma Uzaması (% Elong)	4,69	4,86	4,62	4,76	4,56	4,62	4,55	4,78	4,73	5,01
Mukavemet (Rkm)	15,25	15,32	14,48	14,93	17,07	16,03	15,34	17,25	14,87	15,44
İplik No (Ne)	40,03	39,17	39,7	40	40,4	39,8	40,4	40,1	40,3	39,1

4.3. Çoklu Regresyon Analizleri

Bu bölümde öncelikle lif özelliklerinden iplik özelliklerini tahminleme amacıyla yapılan çoklu regresyon analizleri ve oluşturulan denklemler sunulacaktır. Bağımsız değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyonlar da kontrol edilmiştir. Eğer iki bağımsız değişken arasında yüksek korelasyon var ise bağımlı değişken ile yüksek korelasyona sahip olan tercih edilmiştir. İlk olarak “stepwise yöntemi” ile doğrusal çoklu regresyon analizi yapılmış ve elde edilen eşitlikler tablolar halinde sunulmuştur. Varyans analizi sonuçları modellerin güvenilirliği açısından önemli bilgiler içermektedir. Bu nedenle tüm eşitliklerin varyans analizi sonuçları da tablo halinde gösterilmiştir. Regresyon doğrusu ve düzeltilmiş tahmin değerlerinin grafikleri de analizlerin ardından verilmiştir. En yüksek belirleme katsayısı (R^2) değerini veren modele giren bağımsız değişkenler ile Enter yöntemi kullanılarak regresyon denklemleri elde edilmiştir. Eğitim verileri kullanılarak, Enter yöntemi ile elde edilen regresyon denklemlerinin tahminleme performansı, test verileri üzerinde denenmiştir. Elde edilen RMSE ve R^2 değerleri tablolar halinde sunulmuştur.

Lif özelliklerinin kendi aralarında, lif özellikleri ile iplik özellikleri arasındaki korelasyonlar, Tablo 4.7, Tablo 4.8, Tablo 4.9 ve Tablo 4.10’da sunulmuştur. Korelasyon katsayıları “0” ile “1” arasında değişmektedir. Buna göre, “0”a yaklaşan değerler, değişkenler arasında önemli bir ilişki olmadığını; “1”e yaklaşan değerler ise, değişkenler arasında önemli bir korelasyon olduğunu göstermektedir. Ayrıca, korelasyon katsayısının önündeki “+” işareti değişkenlerin aynı yönde değişim gösterdiğini; “-“ işareti ise, değişkenlerin birbirlerine ters yönde değişim gösterdiğini ifade etmektedir.

Tablo 4.7’de HVI verilerinin ikili korelasyon analizi sonuçları verilmiştir. Buna göre, uniformite oranı (%U) ile ortalama lif uzunluğu (Len1) ve lif mukavemeti (Strength) arasında olumlu yönde, lif inceliği ile ise olumsuz yönde yüksek korelasyon bulunmaktadır. Benzer şekilde, kısa lif yüzdesi (SF) ile ortalama uzunluk (Len1), üst yarım ortalama uzunluğu (Len2) ve lif kopma uzaması (%Elongation) arasında olumsuz yönde yüksek korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca lif mukavemeti ile lif sarılığı (+b) ve lif inceliği (Mic) arasında olumsuz, ortalama lif uzunluğu (Len1) ve üst yarım ortalama lif uzunluğu (Len2) arasında olumlu yönde yüksek korelasyon tespit edilmiştir.

Son olarak lif inceliği (Mic) ile lif sarılığı (+b) arasında olumlu, ortalama lif uzunluğu ile olumsuz yönde yüksek korelasyon bulunmuştur.

Tablo 4.7 Lif özelliklerinin ikili korelasyon analizi (HVI)

Lif Özellikleri	Rd	+b	ML	UHML	%U	Mukavemet (gr/tex)	Kopma Uzaması	SF (%)
İncelik (Mic)	0,253	0,723**	-0,645**	-0,399	-0,636**	-0,634**	-0,174	-0,094
Parlaklık (Rd)		0,369	0,174	0,212	0,127	-0,01	-0,461*	-0,225
Sarılık (+b)			-0,629**	-0,656**	-0,508*	-0,646**	-0,519*	0,459*
Len 1 (ML)				0,688**	0,954**	0,975**	0,414	-0,569**
Len 2 (UHML)					0,438	0,676**	0,039	-0,608**
Üniformite (%U)						0,928**	0,494*	-0,450*
Mukavemet (gr/tex)							0,475*	-0,548*
Kopma Uzaması (%)								-0,585**

* %5 düzeyinde önemli, ** %1 düzeyinde önemli

Tablo 4.8’de AFIS verilerinin ikili korelasyon analizi sonuçları verilmiştir. Buna göre, neps büyüklüğü (Neps- μ m) ile, %2,5 stapel uzunluğu ve tohum kabuğu neps büyüklüğü (SCN- μ m) arasında yüksek korelasyon; %5 stapel uzunluğu ve lif inceliği arasında iyi bir korelasyon gözlenmektedir. Bunun dışında, neps büyüklüğü (Neps- μ m) ile diğer lif parametreleri arasında herhangi bir korelasyona rastlanılmamıştır. Tohum kabuğu neps büyüklüğü (SCN- μ m) ile %2,5 stapel uzunluğu arasında olumlu yönde yüksek bir korelasyon; %5 stapel uzunluğu ile olumlu yönde, lif inceliği ile ise olumsuz yönde iyi bir korelasyon gözlenmektedir. Bunun dışında, tohum kabuğu neps büyüklüğü (SCN- μ m) ile diğer lif parametreleri arasında herhangi bir korelasyona rastlanılmamıştır. Tohum kabuğu neps adedi (SCN-cnt/gr) ile ağırlık esaslı ortalama lif uzunluğu (L-w), üst çeyrek uzunluğu (UQL) ve %5 stapel uzunluğu ile olumsuz yönde yüksek bir korelasyon; sayı esaslı ortalama lif uzunluğu (L-n), %2,5 stapel uzunluğu ile olumsuz yönde, neps adedi ile (Neps-cnt/gr) iyi bir korelasyon gözlenmektedir. Bunun dışında, tohum kabuğu neps adedi (SCN-cnt/gr) ile diğer lif parametreleri arasında herhangi bir korelasyona rastlanılmamıştır. Son olarak, lif inceliği ile %5, %2,5 stapel uzunluğu ve tohum kabuğu neps büyüklüğü (SCN- μ m) dışında kalan bütün lif parametreleri arasında yüksek korelasyon gözlenmektedir. Ağırlık esaslı ortalama lif uzunluğunun varyasyonu (L-w-Cv) ile %2,5 stapel uzunluğu dışındaki tüm parametreler arasında yüksek korelasyon tespit edilmiştir. Sonuç olarak, yukarıda bahsedilen durumlar dışındaki bütün AFIS parametreleri arasında olumlu veya olumsuz yönlerde yüksek korelasyon gözlenmiştir.

Tablo 4.8 Lif özelliklerinin ikili korelasyon analizi (AFIS)

Lif Özellikleri	L_w_Cv	UQL	SFC-w-	L-n-	L-n-Cv	SFC-n-	%5	%2,5
L-w-	0,857**	0,966**	-0,938**	0,991**	-0,927**	-0,929**	0,892**	0,733**
L-w-Cv		-0,762**	0,855**	0,883**	0,888**	0,818**	-0,544**	-0,326
UQL			-0,826**	0,926**	-0,804**	-0,815**	0,896**	0,718**
SFC-w-				-0,971**	0,987**	0,996**	-0,838**	-0,743**
L-n-					-0,968**	-0,964**	0,868**	0,723**
L-n-Cv						0,985**	-0,782**	-0,671**
SFC-n-							-0,855**	-0,778**
%5								0,952**

Lif Özellikleri	İncelik (mtex)	IFC	Olgunluk	Neps (µm)	Neps (Cnt/gr)	SCN (µm)	SCN (Cnt/gr)
L-w-	0,609**	-0,725**	0,791**	0,145	-0,934**	0,149	-0,575**
L-w-Cv	-0,894**	0,828**	-0,806**	0,184	0,867**	0,192	0,326
UQL	0,534**	-0,531**	0,611**	0,101	-0,831**	0,108	-0,682**
SFC-w-	-0,561**	0,871**	-0,923**	-0,214	0,947**	-0,246	0,351
L-n-	0,629**	-0,796**	0,854**	0,144	-0,962**	0,145	-0,516*
L-n-Cv	-0,636**	0,895**	-0,935**	-0,138	0,968**	-0,138	0,379
SFC-n-	-0,513*	0,860**	-0,922**	-0,251	0,947**	-0,276	0,369
%5	0,192	-0,514*	0,642**	0,420*	-0,785**	0,453*	-0,574**
%2,5	-0,069	-0,436*	0,581**	0,580**	-0,658**	0,636**	-0,440*
İncelik		-0,680**	0,592**	-0,432*	-0,675**	-0,455*	-0,300
IFC			-0,982**	-0,17	0,885**	-0,186	0,127
Olgunluk				0,272	-0,917**	0,292	-0,212
Neps (µm)					0,177	0,790**	0,109
Neps (Cnt/gr)						-0,157	0,491*
SCN (µm)							-0,062

* %5 düzeyinde önemli, ** %1 düzeyinde önemli

Tablo 4.9 Lif özellikleri ile iplik özelliklerinin ikili korelasyon analizi (HVI)

İplik Özellikleri	%CVm	İnce Yer	Kalın Yer	Neps	Tüylülük (H)	Kopma Uzaması	Rkm
Lif Özellikleri							
İncelik (Mic)	-0,029	-0,32	-0,055	-0,069	0,035	0,165	-0,124
Parlaklık (Rd)	-0,436	-0,341	-0,379	-0,199	-0,169	0,007	0,624**
Sarıklık (+b)	-0,285	-0,327	-0,298	-0,236	0,160	0,264	0,324
Len 1 (ML)	0,166	0,274	0,221	0,303	-0,360	-0,408	-0,041
Len 2 (UHML)	0,084	0,236	0,124	0,198	-0,229	-0,273	-0,031
Üniformite (%U)	0,168	0,240	0,221	0,291	-0,352	-0,390	-0,034
Mukavemet (gr/tex)	0,242	0,347	0,292	0,341	-0,344	-0,396	-0,150
Kopma Uzaması (%)	0,511*	0,451*	0,471*	0,350	-0,236	-0,288	-0,699**
SF (%)	-0,303	-0,403	-0,318	-0,324	0,393	0,350	0,417
İplik Numarası	0,922**	0,854**	0,932**	0,964**	-0,821**	-0,957**	-0,701**

* %5 düzeyinde önemli, ** %1 düzeyinde önemli

Tablo 4.9'da HVI verileri ve iplik numarası ile iplik parametreleri arasındaki korelasyon incelenmiştir. Buna göre, iplik numarası ile bütün iplik parametreleri arasında yüksek korelasyon tespit edilmiştir. İplik düzgünsüzlüğü (%CVm), iplikteki ince yer sayısı, iplikteki kalın yer sayısı ve iplikteki neps sayısı ile iplik numarası arasında olumlu yönde korelasyon gözlenirken, iplik tüylülüğü (H), iplik kopma uzaması ve iplik mukavemeti (Rkm) ile iplik numarası arasında olumsuz yönde korelasyon gözlenmektedir. Ayrıca, lif parlaklığı (Rd) ile iplik mukavemeti arasında olumlu yönde yüksek korelasyon bulunduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, lif

kopma uzaması ile iplik mukavemeti arasında olumsuz yönde yüksek korelasyon olduğu; lif kopma uzaması ile iplik düzgünsüzlüğü, iplikteki ince yer sayısı ve iplikteki kalın yer sayısı arasında olumlu yönde iyi bir korelasyon gösterdiği belirlenmiştir.

Tablo 4.10 Lif özellikleri ile iplik özelliklerinin ikili korelasyon analizi (AFIS)

İplik Özellikleri Lif Özellikleri	%CVm	İnce Yer	Kalın Yer	Neps	Tüylülük (H)	Kopma Uzaması	Rkm	Rkm (test)
L-w-	-0,105	-0,126	-0,117	-0,110	0,010	0,065	0,061	-0,001
L-w-Cv	0,059	0,056	0,072	0,144	-0,036	-0,145	0,065	0,255
UQL	-0,020	-0,066	-0,058	-0,054	0,045	0,037	-0,067	-0,065
SFC-w-	0,232	0,226	0,206	0,179	0,054	-0,090	-0,278	-0,132
L-n-	-0,140	-0,155	-0,141	-0,132	-0,007	0,072	0,119	-0,007
L-n-Cv	0,199	0,197	0,176	0,166	0,046	-0,081	-0,223	0,018
SFC-n-	0,242	0,240	0,212	0,174	0,064	-0,071	-0,309	-0,124
%5	-0,168	-0,199	-0,163	-0,181	-0,043	-0,013	0,242	0,171
%2,5	-0,250	-0,271	-0,218	-0,091	-0,098	-0,044	0,425*	0,307
İncelik	0,093	0,108	0,057	-0,071	0,064	0,144	-0,317	-0,411
İFC	0,263	0,210	0,218	0,218	0,068	-0,143	-0,308	-0,432*
Olgunluk	-0,310	-0,271	-0,268	-0,237	-0,046	0,140	0,375	0,394
Neps (Um)	-0,266	-0,240	-0,193	-0,060	-0,049	-0,066	0,513*	0,340
Neps (Cnt/gr)	0,142	0,138	0,129	0,122	0,049	-0,057	-0,142	-0,064
SCN(Um)	-0,489*	-0,521*	-0,474*	-0,282	0,045	0,164	0,691**	0,463*
SCN (Cnt/gr)	0,013	0,142	0,130	0,081	-0,211	-0,100	0,175	0,186
İplik Numarası	0,922**	0,838**	0,937**	0,980**	-0,862**	-0,972**	-0,685**	-0,580**

* %5 düzeyinde önemli, ** %1 düzeyinde önemli

Tablo 4.10'da AFIS verileri ile iplik parametreleri arasındaki korelasyon incelenmiştir. Buna göre, iplik numarası ile bütün iplik parametreleri arasında yüksek korelasyon tespit edilmiştir. İplik düzgünsüzlüğü (%CVm), iplikteki ince yer sayısı, iplikteki kalın yer sayısı ve iplikteki neps sayısı ile iplik numarası arasında olumlu yönde korelasyon gözlenirken, iplik tüylülüğü (H), iplik kopma uzaması ve iplik mukavemeti (Rkm) ile iplik numarası arasında olumsuz yönde korelasyon gözlenmektedir. Ayrıca, tohum kabuğu nepsi büyüklüğü ile iplik mukavemeti (Rkm) arasında olumlu yönde yüksek korelasyon gözlenmiştir. Buna ilave olarak tohum kabuğu nepsi büyüklüğü ile iplik düzgünsüzlüğü (%CVm), iplikteki ince yer sayısı ve iplikteki kalın yer sayısı arasında olumsuz yönde iyi bir korelasyon tespit edilmiştir. Son olarak %2,5 stapel uzunluğu ve neps büyüklüğü (Neps- μ m) ile iplik mukavemeti arasında olumlu yönde iyi bir korelasyon elde edilmiştir.

4.3.1. Doğrusal çoklu regresyon analizi

Yapılan çalışmada, hem AFIS hem de HVI verileri için doğrusal çoklu regresyon yapılmıştır. SPSS 11 paket programı kullanılarak, eğitim verilerinden her bir iplik parametresi için regresyon denklemleri elde edilmiştir. Test verileri ile de MatLab 7.1

programını kullanılarak elde edilen regresyon denklemlerinin tahminleme performansı değerlendirilmiştir.

4.3.1.1. HVI verileri için doğrusal çoklu regresyon

HVI verileri ile yapılan regresyon analizinde, bütün HVI verileri ve iplik numarası bağımsız değişken olarak alınmış, her bir bağımlı değişken için Enter metoduna göre SPSS 11 programında doğrusal çoklu regresyon analizi yapılmıştır. Bazı bağımsız değişkenler, kendi aralarındaki korelasyonun yüksek olması sebebiyle, regresyon modeline dahil edilmemiştir. Buna göre modellemede kullanılan bağımsız değişkenler, iplik numarası (Ne), lif parlaklığı (Rd), lif sarılığı (+b), üst yarım ortalama lif uzunluğu (Len 2), kısa lif yüzdesi (Short Fiber), lif mukavemeti (Strength), lif kopma uzaması (%Elongation), lif inceliği (Micronaire) olarak belirlenmiştir. Lif ortalama uzunluğu (Len 1) ve uniformite oranı ile diğer bağımsız değişkenler arasında yüksek korelasyon olması sebebiyle, bu değişkenler modellere dahil edilmemiştir.

4.3.1.1.1. İplik düzgünsüzlüğünün tahminlenmesi

Tablo 4.11’de, HVI eğitim verileri kullanılarak Enter metodu ile elde edilen iplik düzgünsüzlüğünün tahminlenmesine yönelik oluşturulan regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.11 İplik düzgünsüzlüğü için HVI verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
Sabit		-147,7567	0,9542	0,4612	0,31276	1,0599
İplik Numarası	x ₁	0,1988				
Lif İnceliği	x ₂	11,247				
Rd	x ₃	0,2609				
+b	x ₄	-3,0329				
UHML	x ₅	1,2836				
Lif Mukavemeti	x ₆	0,4832				
Lif Kopma Uzaması	x ₇	3,8659				
Kısa Lif Miktarı	x ₈	4,2434				

$$\text{İplik Düzgünsüzlüğü} = -147,7567 + x_1*0,1988 + x_2*11,247 + x_3*0,2609 - x_4*3,0329 + x_5*1,2836 + x_6*0,4832 + x_7*3,8659 + x_8*4,2434$$

Tablo 4.12’de stepwise yöntemi kullanılarak yapılan analizin sonuçları gösterilmiştir. İplik düzgünsüzlüğü (%Cv) bağımlı değişkendir.

Tablo 4.12 İplik düzgünsüzlüğünü tahminleme amacıyla HVI verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi

Bağımsız Değişken	Kod	Katsayılar	
		Model-1	Model-2
Sabit		9,303	23,595
İplik Numarası	x ₁	0,197	0,187
Rd	x ₃		-0,186
R ²		0,849	0,936
Düzeltilmiş R ²		0,841	0,928
S		0,59829	0,40229

$$\text{İplik Düzgünsüzlüğü} = 9,303 + x_1 * 0,197$$

$$\text{İplik Düzgünsüzlüğü} = 9,303 + x_1 * 0,187 - x_3 * 0,186$$

Tabloda görüldüğü gibi iplik düzgünsüzlüğüne en çok etki eden bağımsız değişkenler sırasıyla, iplik numarası ve lif parlaklığı olmaktadır. Buna göre, iplik inceldikçe ve lif parlaklığı azaldıkça iplikteki kütle varyasyonu artmaktadır.

4.3.1.1.2. İplikteki ince yer sayısının tahminlenmesi

Tablo 4.13’de, HVI eğitim verileri kullanılarak Enter metodu ile elde edilen iplik düzgünsüzlüğünün tahminlenmesine yönelik oluşturulan regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R²) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.13 İplikteki ince yer sayısı için HVI verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R² ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R ² (Eğitim)	R ² (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
Sabit		2853,237	0,8354	0,3633	8,4556	16,158
İplik Numarası	x ₁	2,1945				
Lif İnceliği	x ₂	-29,8251				
Rd	x ₃	-7,9923				
+b	x ₄	2,3099				

Tablo 4.13 İplikteki ince yer sayısı için HVI verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri (Devamı)

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
UHML	x_5	-45,7314	0,8354	0,3633	8,4556	16,158
Lif Mukavemeti	x_6	6,7827				
Lif Kopma Uzaması	x_7	-85,9731				
Kısa Lif Miktarı	x_8	-49,8912				

$$\text{İplikteki İnce Yer Sayısı} = 2853,237 - x_1*2,1945 - x_2*29,8251 - x_3*7,9923 + x_4*2,3099 - x_5*45,7314 + x_6*6,7827 - x_7*85,9731 - x_8*49,8912$$

Tablo 4.14’de stepwise yöntemi kullanılarak yapılan analizin sonuçları gösterilmiştir. İplikteki ince yer sayısı bağımlı değişkendir.

Tablo 4.14 İplikteki ince yer sayısını tahminleme amacıyla HVI verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi

Bağımsız Değişken	Kod	Katsayılar
		Model-1
Sabit		-57,416
İplik Numarası	x_1	2,6
R^2		0,73
Düzeltilmiş R^2		0,715
S		11,4227

$$\text{İplikteki İnce Yer Sayısı} = -57,416 + x_1*2,6$$

Tabloda görüldüğü gibi iplikteki ince yer sayısına en çok etki eden bağımsız değişken, iplik numarası olmaktadır. İplik numarası, iplikteki ince yer sayısına olumlu yönde etki etmektedir. Buna göre, iplik inceldikçe iplikteki ince yer sayısı artmaktadır.

4.3.1.1.3. İplikteki kalın yer sayısının tahminlenmesi

Tablo 4.15’de, HVI eğitim verileri kullanılarak Enter metodu ile elde edilen iplikteki kalın yer sayısının tahminlenmesine yönelik oluşturulan regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.15 İplikteki kalın yer sayısı için HVI verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
Sabit		-7319,1192	0,9529	0,6595	24,905	76,807
İplik Numarası	x_1	15,9887				
Lif İnceliği	x_2	1057,1395				
Rd	x_3	20,0834				
+b	x_4	-350,5435				
UHML	x_5	-50,5974				
Lif Mukavemeti	x_6	77,6282				
Lif Kopma Uzaması	x_7	101,6715				
Kısa Lif Miktarı	x_8	299,5488				

$$\begin{aligned} \text{İplikteki Kalın Yer Sayısı} = & -7319,1192 + x_1*15,9887 + x_2*1057,1395 + x_3*20,0384 \\ & - x_4*350,5435 - x_5*50,5974 + x_6*77,6282 + x_7*101,6715 + x_8*299,5488 \end{aligned}$$

Tablo 4.16'da stepwise yöntemi kullanılarak yapılan analizin sonuçları gösterilmiştir. İplikteki kalın yer sayısı bağımlı değişkendir.

Tablo 4.16 İplikteki kalın yer sayısını tahminleme amacıyla HVI verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi

Bağımsız Değişken	Kod	Katsayılar	
		Model-1	Model-2
Sabit		-272,085	625,739
İplik Numarası	x_1	15,621	14,992
Rd	x_3		-11,693
R^2		0,869	0,924
Düzeltilmiş R^2		0,861	0,915
S		43,8586	34,34716

$$\text{İplikteki Kalın Yer Sayısı} = -272,085 + x_1*15,621$$

$$\text{İplikteki Kalın Yer Sayısı} = -625,739 + x_1*14,992 - x_3*11,693$$

Tabloda görüldüğü gibi iplikteki kalın yer sayısına en çok etki eden bağımsız değişkenler sırasıyla, iplik numarası ve lif parlaklığı olmaktadır. İplik numarası, iplik düzensizliğine olumlu yönde etki ederken, lif parlaklığı olumsuz yönde etki etmektedir. Buna göre, iplik inceldikçe ve lif parlaklığı azaldıkça iplikteki kalın yer sayısı artmaktadır.

4.3.1.1.4. İplikteki neps sayısının tahminlenmesi

Tablo 4.17’de, HVI eğitim verileri kullanılarak Enter metodu ile elde edilen iplikteki neps sayısının tahminlenmesine yönelik oluşturulan regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.17 İplikteki neps sayısı için HVI verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
Sabit		10880,5816	0,96	0,8479	39,721	93,157
İplik Numarası	x_1	28,7286				
Lif İnceliği	x_2	148,5126				
Rd	x_3	-20,1199				
+b	x_4	-97,0357				
UHML	x_5	-266,4283				
Lif Mukavemeti	x_6	66,5799				
Lif Kopma Uzaması	x_7	-410,9805				
Kısa Lif Miktarı	x_8	-103,2715				

$$\text{İplikteki Neps Sayısı} = 10880,5816 + x_1*28,7286 + x_2*148,5126 - x_3*20,1199 - x_4*97,0357 - x_5*266,4283 + x_6*66,5799 - x_7*410,9805 - x_8*103,2715$$

Tablo 4.14’de stepwise yöntemi kullanılarak yapılan analizin sonuçları gösterilmiştir. İplikteki neps sayısı bağımlı değişkendir.

Tablo 4.18 İplikteki neps sayısını tahminleme amacıyla HVI verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi

Bağımsız Değişken	Kod	Katsayılar
		Model-1
Sabit		-526,904
İplik Numarası	x_1	27,962
R^2		0,93
Düzeltilmiş R^2		0,926
S		55,59345

$$\text{İplikteki Neps Sayısı} = -526,904 + x_1*27,962$$

Tabloda görüldüğü gibi iplikteki neps sayısına en çok etki eden bağımsız değişken, iplik numarası olmaktadır. İplik numarası, iplik düzgünsüzlüğüne olumlu yönde etki etmektedir. Buna göre, iplik inceldikçe iplikteki neps sayısı artmaktadır.

4.3.1.1.5. İplik tüylülüğünün tahminlenmesi

Tablo 4.19’de, HVI eğitim verileri kullanılarak Enter metodu ile elde edilen iplik tüylülüğünün tahminlenmesine yönelik oluşturulan regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.19 İplik tüylülüğü için HVI verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
Sabit		305,9622	0,9524	-	0,12417	1,6285
İplik Numarası	x ₁	-0,0942				
Lif İnceliği	x ₂	-20,7761				
Rd	x ₃	-0,939				
+b	x ₄	6,4859				
UHML	x ₅	-1,6836				
Lif Mukavemeti	x ₆	-1,1202				
Lif Kopma Uzaması	x ₇	-6,1909				
Kısa Lif Miktarı	x ₈	-7,9007				

$$\text{İplik Tüylülüğü} = 305,9622 - x_1*0,0942 - x_2*20,7761 - x_3*0,939 + x_4*6,4859 - x_5*1,6836 - x_6*1,1202 - x_7*6,1909 - x_8*7,9007$$

Tablo 4.20’de stepwise yöntemi kullanılarak yapılan analizin sonuçları gösterilmiştir. İplik tüylülüğü bağımlı değişkendir.

Tablo 4.20 İplik tüylülüğünü tahminleme amacıyla HVI verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi

Bağımsız Değişken	Kod	Katsayılar	
		Model-1	Model-2
Sabit		8,229	13,958
İplik Numarası	x ₁	-0,0682	-0,0722
Rd	x ₃		-0,0746
R^2		0,674	0,766
Düzeltilmiş R^2		0,656	0,739
S		0,34218	0,29846

$$\text{İplik Tüylülüğü} = 8,229 - x_1 * 0,0682$$

$$\text{İplik Tüylülüğü} = 13,958 - x_1 * 0,0722 - x_3 * 0,0746$$

Tabloda görüldüğü gibi iplik tüylülüğüne en çok etki eden bağımsız değişkenler sırasıyla, iplik numarası ve lif parlaklığı (Rd) olmaktadır. İplik numarası ve lif parlaklığı, iplik tüylülüğüne olumsuz yönde etki etmektedir. Buna göre, iplik inceldikçe ve lif parlaklığı azaldıkça iplik tüylülüğü artmaktadır.

4.3.1.1.6. İplik kopma uzamasının tahminlenmesi

Tablo 4.21’de, HVI eğitim verileri kullanılarak Enter metodu ile elde edilen iplik kopma uzamasının tahminlenmesine yönelik oluşturulan regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.21 İplik kopma uzaması için HVI verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
Sabit		34,372	0,9765	0,8109	0,073555	0,24438
İplik Numarası	x_1	-0,0752				
Lif İnceliği	x_2	-1,9406				
Rd	x_3	-0,1341				
+b	x_4	0,7929				
UHML	x_5	-0,0051				
Lif Mukavemeti	x_6	-0,1459				
Lif Kopma Uzaması	x_7	-0,4599				
Kısa Lif Miktarı	x_8	-0,8812				

$$\text{İplik } i = 34,372 - x_1 * 0,0752 - x_2 * 1,9406 - x_3 * 0,1341 + x_4 * 0,7929 - x_5 * 0,0051 - x_6 * 0,1459 - x_7 * 0,4599 - x_8 * 0,8812$$

Tablo 4.22’de stepwise yöntemi kullanılarak yapılan analizin sonuçları gösterilmiştir. İplik kopma uzaması bağımlı değişkendir. Tabloda görüldüğü gibi iplik kopma uzamasına en çok etki eden bağımsız değişkenler sırasıyla, iplik numarası, lif parlaklığı, lif inceliği ve kısa lif içeriği olmaktadır. Buna göre, iplik kalınlaştıkça, lif parlaklığı ve kısa lif içeriği azaldıkça ve son olarak lif kalınlaştıkça ipliğin kopma uzaması artmaktadır.

Tablo 4.22 İplik kopma uzamasını tahminleme amacıyla HVI verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi

Bağımsız Değişken	Kod	Katsayılar			
		Model-1	Model-2	Model-3	Model-4
Sabit		7,379	9,706	8,608	10,397
İplik Numarası	x ₁	-0,067	-0,0686	-0,0684	-0,073
Rd	x ₃		-0,0303	-0,0379	-0,0461
Lif İnceliği	x ₂			0,401	0,382
Kısa Lif Miktarı	x ₈				-0,112
R ²		0,915	0,937	0,957	0,9971
Düzeltilmiş R ²		0,911	0,929	0,95	0,964
S		0,14705	0,13092	0,11055	0,09395

$$\text{İplik Kopma Uzaması} = 7,379 - x_1 * 0,067$$

$$\text{İplik Kopma Uzaması} = 9,706 - x_1 * 0,0686 - x_3 * 0,0303$$

$$\text{İplik Kopma Uzaması} = 8,608 - x_1 * 0,0684 - x_3 * 0,0379 + x_2 * 0,401$$

$$\text{İplik Kopma Uzaması} = 10,397 - x_1 * 0,073 - x_3 * 0,0461 + x_2 * 0,382 - x_8 * 0,112$$

4.3.1.1.7. İplik mukavemetinin tahminlenmesi

Tablo 4.23'de, eğitim verileri kullanılarak Enter metodu ile elde edilen iplik mukavemetinin tahminlenmesine yönelik oluşturulan regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R²) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.23 İplik mukavemeti için HVI verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R² ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R ² (Eğitim)	R ² (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
Sabit		-186,5748	0,9658	-	0,20777	1,0875
İplik Numarası	x ₁	-0,0633				
Lif İnceliği	x ₂	11,5604				
Rd	x ₃	0,8419				
+b	x ₄	-4,0902				
UHML	x ₅	1,148				
Lif Mukavemeti	x ₆	0,7451				
Lif Kopma Uzaması	x ₇	3,4872				
Kısa Lif Miktarı	x ₈	5,5329				

$$\text{İplik Mukavemeti} = -186,5748 - x_1*0,0633 + x_2*11,5604 + x_3*0,8419 - x_4*4,0902 + x_5*1,148 + x_6*0,7451 + x_7*3,4872 + x_8*5,5329$$

Tablo 4.24’de stepwise yöntemi kullanılarak yapılan analizin sonuçları gösterilmiştir. İplik mukavemeti bağımlı değişkendir.

Tablo 4.24 İplik mukavemetini tahminleme amacıyla HVI verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi

Bağımsız Değişken	Kod	Katsayılar			
		Model-1	Model-2	Model-3	Model-4
Sabit		19,961	0,514	-10,409	-4,653
İplik Numarası	x_1	-0,115	-0,101	-0,0722	-0,075
Rd	x_3		0,253	0,307	0,340
Kısa Lif Miktarı	x_8			0,703	0,665
Lif İnceliği	x_2				-1,886
R^2		0,491	0,762	0,861	0,945
Düzeltilmiş R^2		0,463	0,734	0,835	0,93
S		0,84497	0,5949	0,4682	0,30481

$$\text{İplik Mukavemeti} = 19,961 - x_1*0,115$$

$$\text{İplik Mukavemeti} = 0,514 - x_1*0,101 + x_3*0,253$$

$$\text{İplik Mukavemeti} = -10,409 - x_1*0,0722 + x_3*0,307 + x_2*0,703$$

$$\text{İplik Mukavemeti} = -4,653 - x_1*0,075 + x_3*0,34 + x_2*0,665 - x_8*1,886$$

Tabloda görüldüğü gibi iplik mukavemetine en çok etki eden bağımsız değişkenler sırasıyla, iplik numarası, lif parlaklığı, lif inceliği ve kısa lif içeriği olmaktadır. Buna göre, iplik kalınlaştıkça, kısa lif içeriği azaldıkça, lif parlaklığı arttıkça ve son olarak lif kalınlaştıkça ipliğin mukavemeti artmaktadır.

4.3.1.2. AFIS verileri için doğrusal çoklu regresyon

AFIS verileri ile yapılan regresyon analizinde, bütün AFIS verileri ve iplik numarası bağımsız değişken olarak alınmış, her bir bağımlı değişken için Enter metoduna göre SPSS 11 programında doğrusal çoklu regresyon analizi yapılmıştır. Bazı bağımsız değişkenler, kendi aralarındaki korelasyonun yüksek olması sebebiyle, regresyon

modeline dahil edilmemiştir. Buna göre modellemede kullanılan bağımsız değişkenler, iplik numarası (Ne), lif inceliği(Fine), olgun olmayan lif içeriği (%IFC), ağırlık esaslı lif ortalama uzunluğu varyasyonu (L-w- %Cv), tohum kabuğu nepsi büyüklüğü (SCN - μ m), tohum kabuğu nepsi adedi (SCN - Adet/gr), neps büyüklüğü (Nep - μ m), neps adedi (Nep – Adet/gr), %5 stapel uzunluğu (%5) olarak belirlenmiştir. Ağırlık esaslı lif ortalama uzunluğu (L-w-), sayı esaslı lif ortalama uzunluğu (L-n-), esaslı lif ortalama uzunluğunun varyasyonu (L-n- %Cv), ağırlık esaslı kısa lif içeriği (SFC-w-), ağırlık esaslı üst çeyrek uzunluğu (UQL-w-), olgunluk oranı (Mat. Ratio) ve %2,5 stapel uzunluğu ile diğer bağımsız değişkenler arasında yüksek korelasyon olması sebebiyle, bu değişkenler modellere dahil edilmemiştir.

4.3.1.2.1. İplik düzgünsüzlüğünün tahminlenmesi

Tablo 4.25’de, AFIS eğitim verileri kullanılarak Enter metodu ile elde edilen iplik düzgünsüzlüğünün tahminlenmesine yönelik oluşturulan regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.25 İplik düzgünsüzlüğü için AFIS verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
Sabit		-23,9286	0,95147	0,7951	0,33094	0,62153
İplik Numarası	x_1	0,1789				
L(w) CV	x_2	0,3834				
%5	x_3	-0,1585				
Lif İnceliği	x_4	0,1473				
IFC	x_5	1,1942				
Neps (μ m)	x_6	-0,0132				
Neps (adet)	x_7	-0,012				
SCN (μ m)	x_8	0,0027				
SCN (adet)	x_9	0,0934				

$$\text{İplik Düzgünsüzlüğü} = -23,9286 + x_1*0,1789 + x_2*0,3834 - x_3*0,1585 + x_4*0,1473 + x_5*1,1942 - x_6*0,0132 - x_7*0,012 + x_8*0,0027 + x_9*0,0934$$

Tablo 4.26’de stepwise yöntemi kullanılarak yapılan analizin sonuçları gösterilmiştir. İplik düzgünsüzlüğü bağımlı değişkendir.

Tablo 4.26 İplik düzgünsüzlüğünü tahminleme amacıyla AFIS verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi

Bağımsız Değişken	Kod	Katsayılar	
		Model-1	Model-2
Sabit		9,453	16,932
İplik Numarası	x ₁	0,193	0,178
SCN(µm)	x ₈		-0,00537
R ²		0,851	0,91
Düzeltilmiş R ²		0,844	0,901
S		0,60756	0,48376

$$\text{İplik Düzgünsüzlüğü} = 9,453 + x_1 * 0,193$$

$$\text{İplik Düzgünsüzlüğü} = 16,932 + x_1 * 0,178 - x_8 * 0,00537$$

Tabloda görüldüğü gibi iplik düzgünsüzlüğüne en çok etki eden bağımsız değişkenler sırasıyla, iplik numarası ve tohum kabuğu nepsi büyüklüğü olmaktadır. Buna göre, iplik inceldikçe ve tohum kabuğu nepsi büyüklüğü (SCN-µm) azaldıkça iplikteki kütle varyasyonu artmaktadır.

4.3.1.2.2. İplikteki ince yer sayısının tahminlenmesi

Tablo 4.27’de, AFIS eğitim verileri kullanılarak Enter metodu ile elde edilen iplikteki ince yer sayısının tahminlenmesine yönelik oluşturulan regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R²) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.27 İplikteki ince yer sayısı için AFIS verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R² ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R ² (Eğitim)	R ² (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
Sabit		-8325,7747	0,95665	-	4,5227	37,068
İplik Numarası	x ₁	1,6144				
L(w) CV	x ₂	75,4949				
%5	x ₃	129,351				
Lif İnceliği	x ₄	11,4259				
IFC	x ₅	-53,3689				
Neps (µm)	x ₆	0,1844				
Neps (adet)	x ₇	0,9858				
SCN (µm)	x ₈	-0,3519				
SCN (adet)	x ₉	2,8493				

$$\text{İplikteki İnce Yer Sayısı} = -8325,7747 + x_1*1,6144 + x_2*75,4949 + x_3*129,351 + x_4*11,4259 - x_5*53,3689 + x_6*0,1844 + x_7*0,9858 - x_8*0,3519 + x_9*2,8493$$

Tablo 4.28’de stepwise yöntemi kullanılarak yapılan analizin sonuçları gösterilmiştir. İplikteki ince yer sayısı bağımlı değişkendir.

Tablo 4.28 İplikteki ince yer sayısını tahminleme amacıyla AFIS verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi

Bağımsız Değişken	Kod	Katsayılar	
		Model-1	Model-2
Sabit		-55,279	78,421
İplik Numarası	x ₁	2,534	2,272
SCN(µm)	x ₈		-0,0961
R ²		0,702	0,792
Düzeltilmiş R ²		0,688	0,772
S		12,41266	10,61598

$$\text{İplikteki İnce Yer Sayısı} = -55,279 + x_1*2,534$$

$$\text{İplikteki İnce Yer Sayısı} = 78,421 + x_1*2,272 - x_8*0,0961$$

Tabloda görüldüğü gibi iplikteki ince yer sayısına en çok etki eden bağımsız değişkenler sırasıyla, iplik numarası ve tohum kabuğu nepsi büyüklüğü olmaktadır. Buna göre, iplik inceldikçe ve tohum kabuğu nepsi büyüklüğü (SCN-µm) azaldıkça iplikteki ince yer sayısı artmaktadır.

4.3.1.2.3. İplikteki kalın yer sayısının tahminlenmesi

Tablo 4.29’de, AFIS eğitim verileri kullanılarak Enter metodu ile elde edilen iplikteki kalın yer sayısının tahminlenmesine yönelik oluşturulan regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R²) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.29 İplikteki kalın yer sayısı için AFIS verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R² ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R ² (Eğitim)	R ² (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
Sabit		-16227,4406	0,96894	0,58161	22,445	73,03

Tablo 4.29 İplikteki kalın yer sayısı için AFIS verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri (Devamı)

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
İplik Numarası	x_1	13,7279	0,96894	0,58161	22,445	73,03
L(w) CV	x_2	164,8144				
%5	x_3	212,7246				
Lif İnceliği	x_4	26,283				
IFC	x_5	-16,2859				
Neps (μm)	x_6	-0,733				
Neps (adet)	x_7	0,4248				
SCN (μm)	x_8	-0,5552				
SCN (adet)	x_9	16,2898				

$$\text{İplikteki Kalın Yer Sayısı} = -16227,4406 + x_1*13,7279 + x_2*164,8144 + x_3*212,7246 + x_4*26,283 - x_5*16,2859 - x_6*0,733 + x_7*0,4248 - x_8*0,5552 + x_9*16,2898$$

Tablo 4.30’de stepwise yöntemi kullanılarak yapılan analizin sonuçları gösterilmiştir. İplikteki kalın yer sayısı bağımlı değişkendir.

Tablo 4.30 İplikteki kalın yer sayısını tahminleme amacıyla AFIS verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi

Bağımsız Değişken	Kod	Katsayılar	
		Model-1	Model-2
Sabit		-291,657	289,442
İplik Numarası	x_1	16,619	15,480
SCN(μm)	x_8		-0,417
R^2		0,879	0,928
Düzeltilmiş R^2		0,873	0,921
S		46,43258	36,56609

$$\text{İplikteki Kalın Yer Sayısı} = -294,026 + x_1*16,679$$

$$\text{İplikteki Kalın Yer Sayısı} = 16,3 + x_1*15,773 - x_8*0,0378$$

Tabloda görüldüğü gibi iplikteki kalın yer sayısına en çok etki eden bağımsız değişkenler sırasıyla, iplik numarası ve tohum kabuğu nepsi büyüklüğü olmaktadır. İplik numarası iplikteki kalın yer sayısına olumlu yönde etki ederken, tohum kabuğu nepsi büyüklüğü olumsuz yönde etki etmektedir. Buna göre, iplik inceldikçe ve tohum kabuğu nepsi büyüklüğü (SCN- μm) azaldıkça iplikteki kalın yer sayısı artmaktadır.

4.3.1.2.4. İplikteki neps sayısının tahminlenmesi

Tablo 4.31’da, AFIS eğitim verileri kullanılarak Enter metodu ile elde edilen iplikteki neps sayısının tahminlenmesine yönelik oluşturulan regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.31 İplikteki neps sayısı için AFIS verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
Sabit		-4207,5471	0,96863	0,91706	37,791	62,399
İplik Numarası	x_1	28,3663				
L(w) CV	x_2	66,6766				
%5	x_3	8,6231				
Lif İnceliği	x_4	10,0186				
IFC	x_5	60,7167				
Neps (μm)	x_6	-1,7868				
Neps (adet)	x_7	-1,1132				
SCN (μm)	x_8	0,2921				
SCN (adet)	x_9	10,1091				

$$\text{İplikteki Neps Sayısı} = -4207,5471 + x_1*28,3663 + x_2*66,6766 + x_3*8,6231 + x_4*10,0186 + x_5*60,7167 - x_6*1,7868 - x_7*1,1132 + x_8*0,2921 + x_9*10,1091$$

Tablo 4.32’de stepwise yöntemi kullanılarak yapılan analizin sonuçları gösterilmiştir. İplikteki neps sayısı bağımlı değişkendir.

Tablo 4.32 İplikteki neps sayısını tahminleme amacıyla AFIS verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi

Bağımsız Değişken	Kod	Katsayılar
		Model-1
Sabit		-547,45
İplik Numarası	x_1	29,110
R^2		0,96
Düzeltilmiş R^2		0,959
S		44,44001

$$\text{İplikteki Neps Sayısı} = -557,937 + x_1*29,375$$

Tabloda görüldüğü gibi iplikteki neps sayısına en çok etki eden bağımsız değişken, iplik numarası olmaktadır. İplik numarası iplikteki neps sayısına olumlu yönde etki etmektedir. Buna göre, iplik inceldikçe iplikteki neps sayısı artmaktadır.

4.3.1.2.5. İplik tüylülüğünün tahminlenmesi

Tablo 4.33’de, AFIS eğitim verileri kullanılarak Enter metodu ile elde edilen iplik tüylülüğünün tahminlenmesine yönelik oluşturulan regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.33 İplik tüylülüğü için AFIS verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
Sabit		17,2246	0,93307	0,48658	0,16232	0,45393
İplik Numarası	x_1	-0,0797				
L(w) CV	x_2	-0,5401				
%5	x_3	-0,3677				
Lif İnceliği	x_4	-0,0333				
IFC	x_5	0,1017				
Neps (μ m)	x_6	0,0447				
Neps (adet)	x_7	0,0065				
SCN (μ m)	x_8	-0,0035				
SCN (adet)	x_9	-0,11				

$$\text{İplik Tüylülüğü} = 17,2246 - x_1*0,0797 - x_2*0,5401 - x_3*0,3677 - x_4*0,0333 + x_5*0,1017 - x_6*0,0447 + x_7*0,0065 - x_8*0,0035 - x_9*0,11$$

Tablo 4.34’de stepwise yöntemi kullanılarak yapılan analizin sonuçları gösterilmiştir. İplik tüylülüğü bağımlı değişkendir.

Tablo 4.34 İplik tüylülüğünü tahminleme amacıyla AFIS verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi

Bağımsız Değişken	Kod	Katsayılar		
		Model-1	Model-2	Model-3
Sabit		8,432	7,247	13,058
İplik Numarası	x_1	-0,0753	-0,0788	-0,0808
IFC	x_5		0,156	0,407
L(w) Cv	x_2			-0,231
R^2		0,743	0,793	0,853
Düzeltilmiş R^2		0,731	0,772	0,83
S		0,33298	0,30601	0,26441

$$\text{İplik Tüylülüğü} = 8,432 - x_1 * 0,0753$$

$$\text{İplik Tüylülüğü} = 7,247 - x_1 * 0,0788 + x_5 * 0,156$$

$$\text{İplik Tüylülüğü} = 13,058 - x_1 * 0,0808 + x_5 * 0,407 - x_2 * 0,231$$

Tabloda görüldüğü gibi iplik tüylülüğüne en çok etki eden bağımsız değişkenler sırasıyla, iplik numarası (Ne), olgun olmayan lif içeriği (IFC) ve ağırlık esaslı lif uzunluğu varyasyonu (L-w-%Cv) olmaktadır. Buna göre, iplik kalınlaştıkça, lif uzunluğundaki varyasyon azaldıkça ve olgun olmayan lif yüzdesi arttıkça iplik tüylülüğü artmaktadır.

4.3.1.2.6. İplik kopma uzamasının tahminlenmesi

Tablo 4.35’de, AFIS eğitim verileri kullanılarak Enter metodu ile elde edilen iplik kopma uzamasının tahminlenmesine yönelik oluşturulan regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.35 İplik kopma uzaması için AFIS verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
Sabit		-12,3566	0,97556	0,83062	0,082336	0,20407
İplik Numarası	x_1	-0,0716				
L(w) CV	x_2	0,0485				
%5	x_3	0,3103				
Lif İnceliği	x_4	0,0363				
IFC	x_5	-0,1094				
Neps (μm)	x_6	0,0031				
Neps (adet)	x_7	0,0053				
SCN (μm)	x_8	-0,0004				
SCN (adet)	x_9	-0,0104				

$$\text{İplik Kopma Uzaması} = -12,3566 - x_1 * 0,0716 + x_2 * 0,0485 + x_3 * 0,3103 + x_4 * 0,0363 - x_5 * 0,1094 + x_6 * 0,0031 + x_7 * 0,0053 - x_8 * 0,0004 - x_9 * 0,0104$$

Tablo 4.36’de stepwise yöntemi kullanılarak yapılan analizin sonuçları gösterilmiştir. İplik kopma uzaması bağımlı değişkendir.

Tablo 4.36 İplik kopma uzamasını tahminleme amacıyla AFIS verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi

Bağımsız Değişken	Kod	Katsayılar	
		Model-1	Model-2
Sabit		7,47	12,468
İplik Numarası	x ₁	-0,0713	-0,0717
Neps (µm)	x ₆		-0,00706
R ²		0,946	0,959
Düzeltilmiş R ²		0,943	0,955
S		0,12866	0,11467

$$\text{İplik Kopma Uzaması} = 7,47 - x_1 * 0,0713$$

$$\text{İplik Kopma Uzaması} = 12,468 - x_1 * 0,0717 - x_6 * 0,00706$$

Tabloda görüldüğü gibi iplik kopma uzamasına en çok etki eden bağımsız değişkenler sırasıyla, iplik numarası ve neps büyüklüğü (Neps-µm) olmaktadır. Buna göre, iplik kalınlaştıkça ve neps büyüklüğü (Neps-µm) azaldıkça iplik kopma uzaması artmaktadır.

4.3.1.2.7. İplik mukavemetinin tahminlenmesi

Tablo 4.37’de, AFIS eğitim verileri kullanılarak Enter metodu ile elde edilen iplik mukavemetinin tahminlenmesine yönelik oluşturulan regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R²) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.37 İplik mukavemeti için AFIS verileri ile belirlenen regresyon katsayıları, R² ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R ² (Eğitim)	R ² (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
Sabit		81,6353	0,95147	0,45657	0,24932	0,50665
İplik Numarası	x ₁	-0,0920				
L(w) CV	x ₂	-0,2378				
%5	x ₃	-0,1582				
Lif İnceliği	x ₄	-0,2058				
IFC	x ₅	-1,0464				
Neps (µm)	x ₆	-0,0103				
Neps (adet)	x ₇	-0,0001				
SCN (µm)	x ₈	-0,0003				
SCN (adet)	x ₉	0,0063				

$$\text{İplik Mukavemeti} = 81,6353 - x_1*0,092 - x_2*0,2378 - x_3*0,1582 + x_4*0,2058 - x_5*1,0464 - x_6*0,0103 - x_7*0,0001 - x_8*0,0003 + x_9*0,0063$$

Tablo 4.38’de stepwise yöntemi kullanılarak yapılan analizin sonuçları gösterilmiştir. İplik mukavemeti bağımlı değişkendir.

Tablo 4.38 İplik mukavemetini tahminleme amacıyla AFIS verileri kullanılarak Stepwise yöntemi ile yapılan regresyon analizi

Bağımsız Değişken	Kod	Katsayılar			
		Model-1	Model-2	Model-3	Model-4
Sabit		2,199	7,705	6,117	-11,113
SCN(µm)	x ₈	0,01105	0,008682	0,00867	0,004891
İplik No	x ₁		-0,0843	-0,0865	-0,0963
SCN(adet)	x ₉			0,08601	0,14
%2,5	x ₁₀				0,597
R ²		0,477	0,742	0,802	0,861
Düzeltilmiş R ²		0,453	0,716	0,771	0,831
S		0,85618	0,61679	0,55353	0,47624
Bağımsız Değişken	Kod	Katsayılar			
		Model-5	Model-6	Model-7	Model-8
Sabit		6,132	6,497	11,223	18,587
SCN(µm)	x ₈	0,0005592			
İplik No	x ₁	-0,104	-0,105	-0,0972	-0,0944
SCN(adet)	x ₉	0,08234	0,08162	0,04853	
%2,5	x ₁₀	1,351	1,414	1,32	1,322
UQL	x ₁₁	-1,267	-1,33	-1,743	-2,043
Olgunluk	x ₁₂			13,326	16,021
R ²		0,917	0,917	0,946	0,937
Düzeltilmiş R ²		0,892	0,898	0,93	0,924
S		0,37945	0,36955	0,3051	0,31992

$$\text{İplik Mukavemeti} = 2,199 + x_8*0,01105$$

$$\text{İplik Mukavemeti} = 7,705 + x_8*0,008682 - x_1*0,0843$$

$$\text{İplik Mukavemeti} = 6,117 + x_8*0,008867 - x_1*0,0865 + x_9*0,08601$$

$$\text{İplik Mukavemeti} = -11,113 + x_8*0,004891 - x_1*0,0963 + x_9*0,14 + x_{10}*0,597$$

$$\text{İplik Mukavemeti} = 6,132 + x_8*0,0005592 - x_1*0,104 + x_9*0,08234 + x_{10}*1,351 - x_{11}*1,267$$

$$\text{İplik Mukavemeti} = 6,497 - x_1*0,105 + x_9*0,08162 + x_{10}*1,414 - x_{11}*1,33$$

$$\text{İplik Mukavemeti} = 11,223 - x_1*0,0972 + x_9*0,04853 + x_{10}*1,32 - x_{11}*1,743 + x_{12}*13,326$$

$$\text{İplik Mukavemeti} = 18,5787 - x_1*0,0944 + x_{10}*1,322 - x_{11}*2,043 + x_{12}*16,021$$

Tabloda görüldüğü gibi iplik kopma uzamasına en çok etki eden bağımsız değişkenler sırasıyla, tohum kabuğu nepsi büyüklüğü, iplik numarası, tohum kabuğu nepsi adedi, %2,5 stapel uzunluğu, üst çeyrek uzunluğu ve olgunluk oranı olmaktadır. İplik numarası (Ne) ve üst çeyrek uzunluğu (UQL) iplik mukavemetine olumsuz yönde etki ederken, . tohum kabuğu nepsi büyüklüğü, tohum kabuğu nepsi adedi, %2,5 stapel uzunluğu ve olgunluk oranı olumlu yönde etki etmektedir. Buna göre, iplik kalınlaştıkça, üst çeyrek uzunluğu azaldıkça; tohum kabuğu nepsi büyüklüğü (SCN- μ m), tohum kabuğu nepsi adedi (SCN-adet/gr), %2,5 stapel uzunluğu ve lif olgunluk yüzdesi arttıkça iplik mukavemeti de artmaktadır.

4.3.2. Doğrusal olmayan çoklu regresyon

Yapılan çalışmada, hem AFIS hem de HVI verileri için en küçük kareler metodu kullanılarak doğrusal olmayan çoklu regresyon analizi yapılmıştır. MatLab 7.1 programı kullanılarak, eğitim verilerinden her bir iplik parametresi için regresyon denklemleri elde edilmiştir. Test verileri ile de elde edilen regresyon denklemlerinin tahminleme performansı değerlendirilmiştir.

4.3.2.1. HVI verileri için doğrusal olmayan çoklu regresyon

HVI verileri ile yapılan doğrusal olmayan çoklu regresyon analizinde, doğrusal çoklu regresyon modellemesinde kullanılan HVI verileri ve iplik numarası bağımsız değişken olarak alınmış, her bir bağımlı değişken için MatLab 7.1 programında doğrusal olmayan çoklu regresyon modellemesi yapılmıştır. Buna göre modellemede kullanılan bağımsız değişkenler, iplik numarası (Ne), lif parlaklığı (Rd), lif sarılığı (+b), üst çeyrek uzunluğu (Len 2), kısa lif yüzdesi (Short Fiber), lif mukavemeti (Strength), lif kopma uzaması (%Elongation), lif inceliği (Micronaire) olarak belirlenmiştir.

4.3.2.1.1. İplik düzgünlüğünün tahminlenmesi

Tablo 4.39’da, eğitim verileri kullanılarak elde edilen iplik düzgünlüğünün tahminlenmesine yönelik regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.39 İplik düzgünlüğü için HVI verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
İplik Numarası	x_1^2	-0,0039	0,9642	0,8651	0,2764	0,5887
Lif İnceliği	x_2^2	0,7798				
Rd	x_3^2	0,0022				
+b	x_4^2	-0,1072				
UHML	x_5^2	-0,0061				
Mukavemet	x_6^2	0,0069				
Kopma Uzaması	x_7^2	0,0614				
Kısa Lif Miktarı	x_8^2	0,0985				
İplik Numarası	x_1	0,4262				
Rd	x_3	-0,315				

$$\text{İplik Düzgünlüğü} = -x_1^2*0,0039 + x_2^2*0,7798 + x_3^2*0,0022 - x_4^2*0,1072 - x_5^2*0,0061 + x_6^2*0,0069 + x_7^2*0,0614 + x_8^2*0,0985 + x_1*0,4262 - x_3*0,315$$

4.3.2.1.2. İplikteki ince yer sayısının tahminlenmesi

Tablo 4.40’da, eğitim verileri kullanılarak elde edilen iplikteki ince yer sayısının tahminlenmesine yönelik regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.40 İplikteki ince yer sayısı için HVI verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişken	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
İplik Numarası	x_1^2	0,1205	0,8897	0,5942	6,9215	15,2058
Lif İnceliği	x_2^2	22,6896				
Rd	x_3^2	0,0287				
+b	x_4^2	-3,6396				
UHML	x_5^2	-0,4418				

Tablo 4.40 İplikteki ince yer sayısı için HVI verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri (Devamı)

Bağımsız Değişken	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
Mukavemet	x_6^2	0,3096	0,8897	0,5942	6,9215	15,2058
Kopma Uzaması	x_7^2	-1,2166				
Kısa Lif Miktarı	x_8^2	2,0947				
İplik Numarası	x_1	-5,3518				
Rd	x_3	-2,8567				

$$\text{İplikteki İnce Yer Sayısı} = x_1^2 * 0,1205 + x_2^2 * 22,6896 + x_3^2 * 0,0287 - x_4^2 * 3,6396 - x_5^2 * 0,4418 + x_6^2 * 0,3096 - x_7^2 * 1,2166 + x_8^2 * 2,0947 - x_1 * 5,35182 - x_3 * 2,8567$$

4.3.2.1.3. İplikteki kalın yer sayısının tahminlenmesi

Tablo 4.41’de, eğitim verileri kullanılarak elde edilen iplikteki kalın yer sayısının tahminlenmesine yönelik regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.41 İplikteki kalın yer sayısı için HVI verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
İplik Numarası	x_1^2	0,133	0,9548	0,6796	24,4003	89,2432
Lif İnceliği	x_2^2	178,9827				
Rd	x_3^2	0,8417				
+b	x_4^2	-29,8061				
UHML	x_5^2	-2,9066				
Mukavemet	x_6^2	2,0493				
Kopma Uzaması	x_7^2	2,7895				
Kısa Lif Miktarı	x_8^2	21,9418				
İplik Numarası	x_1	8,2385				
Rd	x_3	-92,2117				

$$\text{İplikteki Kalın Yer Sayısı} = x_1^2 * 0,133 + x_2^2 * 178,9827 + x_3^2 * 0,8417 - x_4^2 * 29,8061 - x_5^2 * 2,9066 + x_6^2 * 2,0493 + x_7^2 * 2,7895 + x_8^2 * 21,9418 + x_1 * 8,2385 - x_3 * 92,2117$$

4.3.2.1.4. İplikteki neps sayısının tahminlenmesi

Tablo 4.42’de, eğitim verileri kullanılarak elde edilen iplikteki neps sayısının tahminlenmesine yönelik regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için

modelin belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.42 İplikteki neps sayısı için HVI verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
İplik Numarası	x_1^2	0,0576	0,9601	0,8792	39,6622	84,0984
Lif İnceliği	x_2^2	39,4597				
Rd	x_3^2	-0,6224				
+b	x_4^2	-7,846				
UHML	x_5^2	-3,7853				
Mukavemet	x_6^2	1,2752				
Kopma Uzaması	x_7^2	-21,5334				
Kısa Lif Miktarı	x_8^2	-0,8149				
İplik Numarası	x_1	25,3736				
Rd	x_3	82,832				

$$\text{İplikteki Neps} = x_1^2 * 0,0576 + x_2^2 * 39,4597 - x_3^2 * 0,6224 - x_4^2 * 7,846 - x_5^2 * 3,7853 + x_6^2 * 1,2752 - x_7^2 * 21,5334 - x_8^2 * 0,8149 + x_1 * 25,3736 + x_3 * 82,832$$

4.3.2.1.5. İplik tüylülüğünün tahminlenmesi

Tablo 4.43'de, eğitim verileri kullanılarak elde edilen iplik tüylülüğünün tahminlenmesine yönelik regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.43 İplik tüylülüğü için HVI verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
İplik Numarası	x_1^2	0,0028	0,9853	0,2613	0,0689	1,1807
Lif İnceliği	x_2^2	-2,371				
Rd	x_3^2	-0,02				
+b	x_4^2	0,4015				
UHML	x_5^2	0,0274				
Mukavemet	x_6^2	-0,0247				
Kopma Uzaması	x_7^2	-0,1329				
Kısa Lif Miktarı	x_8^2	-0,3267				
İplik Numarası	x_1	-0,2546				
Rd	x_3	2,1964				

$$\text{İplik Tüylülüğü} = x_1^2*0,0028 - x_2^2*2,371 - x_3^2*0,02 + x_4^2*0,4015 + x_5^2*0,0274 - x_6^2*0,0247 - x_7^2*0,1329 - x_8^2*0,3267 - x_1*0,2546 + x_3*2,1964$$

4.3.2.1.6. İplik kopma uzamasının tahminlenmesi

Tablo 4.44'de, eğitim verileri kullanılarak elde edilen iplik kopma uzamasının tahminlenmesine yönelik regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.44 İplik kopma uzaması için HVI verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
İplik Numarası	x_1^2	-0,0001	0,9765	0,8529	0,0735	0,2406
Lif İnceliği	x_2^2	-0,3022				
Rd	x_3^2	-0,0037				
+b	x_4^2	0,0624				
UHML	x_5^2	0,0065				
Mukavemet	x_6^2	-0,0038				
Kopma Uzaması	x_7^2	-0,0072				
Kısa Lif Miktarı	x_8^2	-0,0492				
İplik Numarası	x_1	-0,0706				
Rd	x_3	0,4137				

$$\text{İplik Kopma uzaması} = -x_1^2*0,0001 - x_2^2*0,3022 - x_3^2*0,0037 + x_4^2*0,0624 + x_5^2*0,0065 - x_6^2*0,0038 - x_7^2*0,0072 - x_8^2*0,0492 - x_1*0,0706 + x_3*0,4137$$

4.3.2.1.7. İplik mukavemetinin tahminlenmesi

Tablo 4.45'de, eğitim verileri kullanılarak elde edilen iplik mukavemetinin tahminlenmesine yönelik regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.45 İplik mukavemeti için HVI verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
İplik Numarası	x_1^2	-0,0004	0,966	0,2221	0,2072	1,0136
Lif İnceliği	x_2^2	1,6326				

Tablo 4.45 İplik mukavemeti için HVI verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri (Devamı)

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
Rd	x_3^2	0,0142	0,966	0,2221	0,2072	1,0136
+b	x_4^2	-0,3061				
UHML	x_5^2	-0,0174				
Mukavemet	x_6^2	0,0193				
Kopma Uzaması	x_7^2	0,082				
Kısa Lif Miktarı	x_8^2	0,2891				
İplik Numarası	x_1	-0,0403				
Rd	x_3	-1,2728				

$$\text{İplik Mukavemeti} = -x_1^2*0,0004 + x_2^2*1,6326 + x_3^2*0,0142 - x_4^2*0,3061 - x_5^2*0,0174 + x_6^2*0,0193 + x_7^2*0,082 + x_8^2*0,2891 - x_1*0,0403 - x_3*1,2728$$

4.3.2.2. AFIS verileri ile doğrusal olmayan çoklu regresyon analizi

AFIS verileri ile yapılan doğrusal olmayan çoklu regresyon analizinde, doğrusal çoklu regresyon modellemesinde kullanılan AFIS verileri ve iplik numarası bağımsız değişken olarak alınmış, her bir bağımlı değişken için MatLab 7.1 programında doğrusal olmayan çoklu regresyon modellemesi yapılmıştır. Buna göre modellemede kullanılan bağımsız değişkenler, iplik numarası (Ne), lif inceliği(Fine), olgun olmayan lif içeriği (%IFC), ağırlık esaslı lif ortalama uzunluğu varyasyonu (L-w- %Cv), tohum kabuğu nepsi büyüklüğü (SCN - μ m), tohum kabuğu nepsi adedi (SCN - Adet/gr), neps büyüklüğü (Nep - μ m), neps adedi (Nep - Adet/gr), %5 stapel uzunluğu (%5) olarak belirlenmiştir. Ağırlık esaslı lif ortalama uzunluğu (L-w-), sayı esaslı lif ortalama uzunluğu (L-n-), esaslı lif ortalama uzunluğunun varyasyonu (L-n- %Cv), ağırlık esaslı kısa lif içeriği (SFC-w-), ağırlık esaslı üst çeyrek uzunluğu (UQL-w-), olgunluk oranı (Mat. Ratio) ve %2,5 stapel uzunluğu ile diğer bağımsız değişkenler arasında yüksek korelasyon olması sebebiyle bu değişkenler modellere dahil edilmemiştir.

4.3.2.2.1. İplik düzgünsüzlüğünün tahminlenmesi

Tablo 4.46'da, eğitim verileri kullanılarak elde edilen iplik düzgünsüzlüğünün tahminlenmesine yönelik regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.46 İplik düzgünsüzlüğü için AFIS verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
İplik Numarası	x_1^2	-0,0054	0,9719	0,7779	0,252	0,6802
L(w) Cv	x_2^2	0,0109				
%5	x_3^2	0,0227				
Lif İnceliği	x_4^2	0,0006				
SCN (adet)	x_9^2	0,0043				
İplik Numarası	x_1	0,4998				
Neps (adet)	x_7	-0,0136				
SCN (μm)	x_8	-0,0522				

$$\text{İplik Düzgünsüzlüğü} = -x_1^2*0,0054 + x_2^2*0,0109 + x_3^2*0,0227 + x_4^2*0,0006 + x_9^2*0,0043 + x_1*0,4998 - x_7*0,0136 - x_8*0,0522$$

4.3.2.2.2. İplikteki ince yer sayısının tahminlenmesi

Tablo 4.47’de, eğitim verileri kullanılarak elde edilen iplikteki ince yer sayısının tahminlenmesine yönelik regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.47 İplikteki ince yer sayısı için AFIS verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
İplik Numarası	x_1^2	0,0443	0,9631	0,0813	4,1703	29,7028
L(w) Cv	x_2^2	0,1453				
%5	x_3^2	0,6267				
Lif İnceliği	x_4^2	0,0122				
Neps (μm)	x_6^2	0,0027				
Neps (adet)	x_7^2	-0,0037				
SCN (μm)	x_8^2	0,0012				
SCN (adet)	x_9^2	-0,2257				
İplik Numarası	x_1	-1,0049				
Neps (adet)	x_7	2,2937				
SCN (μm)	x_8	-3,76				

$$\text{İplikteki İnce Yer Sayısı} = x_1^2*0,0443 + x_2^2*0,1453 + x_3^2*0,6267 + x_4^2*0,0122 + x_6^2*0,0027 - x_7^2*0,0037 + x_8^2*0,0012 - x_9^2*0,2257 - x_1*1,0049 + x_7*2,2937 - x_8*3,76$$

4.3.2.2.3. İplikteki kalın yer sayısının tahminlenmesi

Tablo 4.48’de, eğitim verileri kullanılarak elde edilen iplikteki kalın yer sayısının tahminlenmesine yönelik regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.48 İplikteki kalın yer sayısının için AFIS verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
İplik Numarası	x_1^2	-0,1242	0,9704	0,6487	21,9014	65,5246
L(w) Cv	x_2^2	1,3271				
%5	x_3^2	2,394				
Lif İnceliği	x_4^2	0,0502				
Neps (μm)	x_6^2	0,0006				
Neps (adet)	x_7^2	-0,0023				
SCN (μm)	x_8^2	0,0032				
SCN (adet)	x_9^2	0,1467				
İplik Numarası	x_1	21,0761				
Neps (adet)	x_7	-1,7129				
SCN (μm)	x_8	-9,1017				

$$\text{İplikteki Kalın Yer Sayısı} = -x_1^2 * 0,1242 + x_2^2 * 1,3271 + x_3^2 * 2,394 + x_4^2 * 0,0502 + x_6^2 * 0,0006 - x_7^2 * 0,0023 + x_8^2 * 0,0032 + x_9^2 * 0,1467 + x_1 * 21,0761 - x_7 * 1,7129 - x_8 * 9,1017$$

4.3.2.2.4. İplikteki neps sayısının tahminlenmesi

Tablo 4.49’da, eğitim verileri kullanılarak elde edilen iplikteki neps sayısının tahminlenmesine yönelik regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.49 İplikteki neps sayısı için AFIS verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
İplik Numarası	x_1^2	0,1367	0,9693	0,7636	37,4024	111,998
L(w) Cv	x_2^2	1,675				

Tablo 4.49 İplikteki neps sayısı için AFIS verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri (Devamı)

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
%5	x_3^2	1,284	0,9693	0,7636	37,4024	111,998
Lif İnceliği	x_4^2	0,039				
Neps (μm)	x_6^2	-0,0088				
Neps (adet)	x_7^2	0,0081				
SCN (μm)	x_8^2	0,0008				
SCN (adet)	x_9^2	0,8273				
İplik Numarası	x_1	20,2791				
Neps (adet)	x_7	-4,7083				
SCN (μm)	x_8	-1,1431				

$$\text{İplikteki Neps Sayısı} = x_1^2 * 0,1367 + x_2^2 * 1,675 + x_3^2 * 1,284 + x_4^2 * 0,039 - x_6^2 * 0,0088 + x_7^2 * 0,0081 + x_8^2 * 0,0008 + x_9^2 * 0,8273 + x_1 * 20,2791 - x_7 * 4,7083 - x_8 * 1,1431$$

4.3.2.2.5. İplik tüylülüğünün tahminlenmesi

Tablo 4.50’de, eğitim verileri kullanılarak elde edilen iplik tüylülüğünün tahminlenmesine yönelik regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.50 İplik tüylülüğü için AFIS verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
İplik Numarası	x_1^2	0,0036	0,9842	0,521	0,0788	0,4858
L(w) Cv	x_2^2	0,0004				
%5	x_3^2	-0,0007				
Lif İnceliği	x_4^2	0,0001				
Neps (adet)	x_7^2	0,0001				
SCN (adet)	x_9^2	0,0029				
İplik Numarası	x_1	-0,292				
Neps (adet)	x_7	-0,0344				
SCN (μm)	x_8	0,038				

$$\text{İplik Tüylülüğü} = x_1^2 * 0,0036 + x_2^2 * 0,0004 - x_3^2 * 0,0007 + x_4^2 * 0,0001 + x_7^2 * 0,0001 + x_9^2 * 0,0029 - x_1 * 0,292 - x_7 * 0,0344 - x_8 * 0,038$$

4.3.2.2.6. İplik kopma uzamasının tahminlenmesi

Tablo 4.51’de, eğitim verileri kullanılarak elde edilen iplik kopma uzaması tahminlenmesine yönelik regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.51 İplik kopma uzaması için AFIS verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
İplik Numarası	x_1^2	0,0006	0,9775	0,8751	0,079	0,1834
%5	x_3^2	0,0025				
Lif İnceliği	x_4^2	0,0001				
SCN (adet)	x_9^2	-0,0002				
İplik Numarası	x_1	-0,1064				
Neps (adet)	x_7	0,0039				
SCN (μm)	x_8	0,0014				

$$\text{İplik Kopma Uzaması} = x_1^2 \cdot 0,0006 + x_3^2 \cdot 0,0025 - x_9^2 \cdot 0,0002 - x_1 \cdot 0,1064 - x_7 \cdot 0,0039 + x_8 \cdot 0,0014$$

4.3.2.2.7. İplik mukavemetinin tahminlenmesi

Tablo 4.52’de, eğitim verileri kullanılarak elde edilen iplik mukavemetinin tahminlenmesine yönelik regresyon denkleminin katsayıları, eğitim ve test verileri için modelin belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri verilmiştir.

Tablo 4.52 İplik mukavemeti için AFIS verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
İplik Numarası	x_1^2	-0,0026	0,96	0,000571	0,2262	2,1032
L(w) Cv	x_2^2	-0,0185				
%5	x_3^2	-0,0256				
Lif İnceliği	x_4^2	-0,0008				
Neps (μm)	x_6^2	0,0001				
Neps (adet)	x_7^2	-0,0002				
SCN (adet)	x_9^2	-0,0118				

Tablo 4.52 İplik mukavemeti için AFIS verileri ile belirlenen doğrusal olmayan regresyon modelinin katsayıları, R^2 ve RMSE değerleri (Devamı)

Bağımsız Değişkenler	Kod	Katsayılar	R^2 (Eğitim)	R^2 (Test)	RMSE (Eğitim)	RMSE (Test)
İplik Numarası	x_1	0,0648	0,96	0,000571	0,2262	2,1032
Neps (adet)	x_7	0,083				
SCN (μm)	x_8	0,0315				

$$\text{İplik Mukavemeti} = -x_1^2*0,0026 - x_2^2*0,0185 - x_3^2*0,0256 - x_4^2*0,0008 + x_6^2*0,0001 - x_7^2*0,0002 - x_9^2*0,0118 + x_1*0,0648 + x_7*0,083 + x_8*0,0315$$

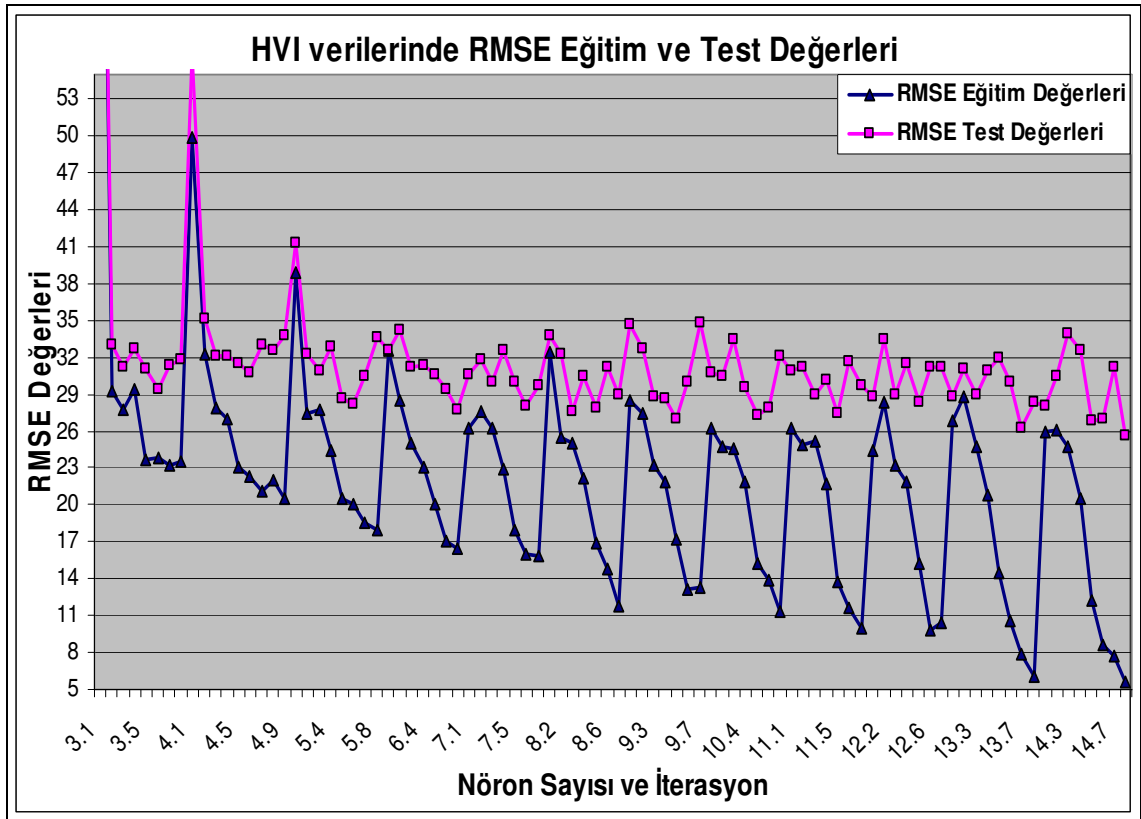
4.4. Yapay Sinir Ağları

Yapılan çalışmada, Bölüm 3.2.3.2’de detaylı bir şekilde anlatıldığı gibi radyal tabanlı fonksiyon ağı (RTFA), yapay sinir ağı mimarisi olarak seçilmiştir. RTFA’da kullanılacak nöron ve iterasyon sayısının tespiti için 3 katmanlı çapraz sorgulama işlemi (3CV) yapılmıştır. 3CV metoduna göre, bütün veriler 3 gruba ayrılarak, 2 grup eğitim işlemi, 1 grup test işlemi kullanılmıştır. Bu işlem bütün verilerin test edilmesini sağlayacak şekilde 3 kez tekrarlanmış ve her bir işlem için RMSE değerleri hesaplanmıştır. HVI ve AFIS verileri için bu işlem ayrı ayrı tekrar edilmiştir.

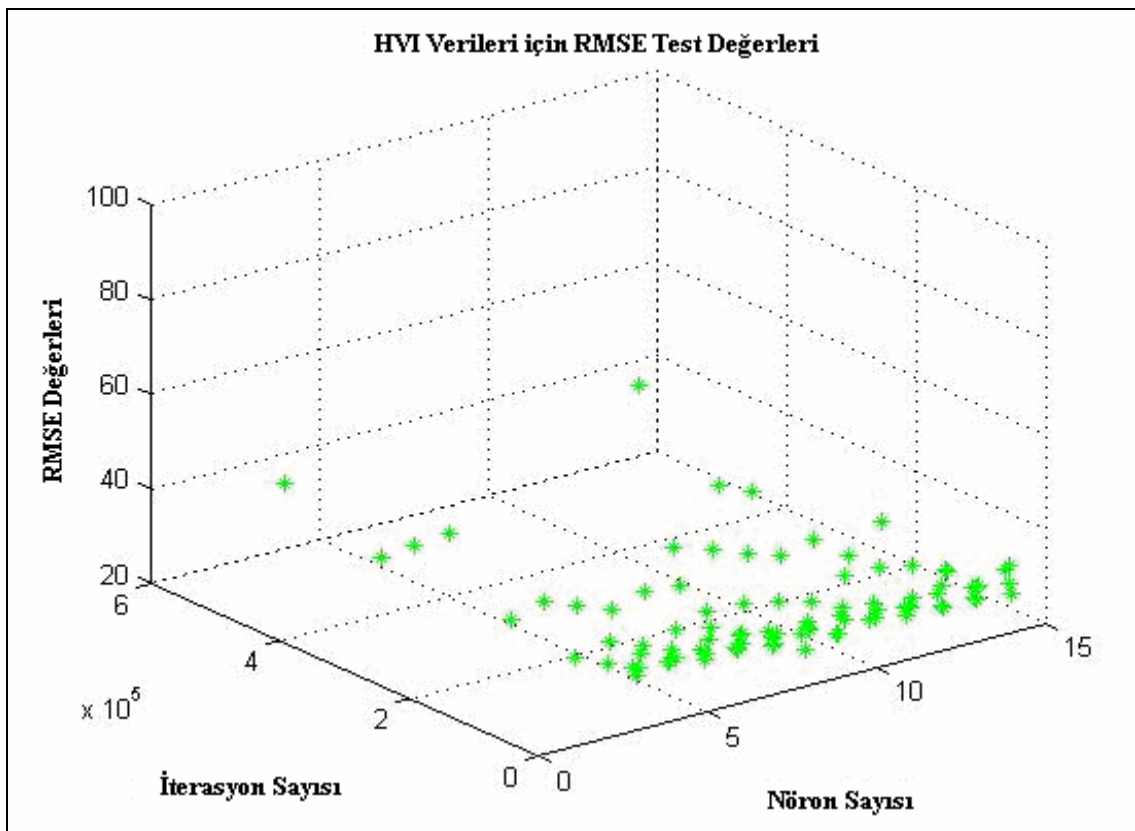
4.4.1. HVI verilerinin YSA’da değerlendirilmesi

HVI verilerinin YSA’da değerlendirilmesinde, doğrusal ve doğrusal olmayan çoklu regresyon modellerinde kullanılan HVI verileri ve iplik numarası giriş parametreleri olarak, diğer iplik özellikleri de çıkış parametreleri olarak belirlenmiştir. Sonuçta 8 adet giriş ve 7 adet çıkış parametresi içeren bir YSA modeli kurulmuştur. Buna göre modellemede kullanılan giriş parametreleri, iplik numarası (Ne), lif parlaklığı (Rd), lif sarılığı (+b), üst çeyrek uzunluğu (Len 2), kısa lif yüzdesi (Short Fiber), lif mukavemeti (Strength), lif kopma uzaması (%Elongation), lif inceliği (Micronaire); çıkış parametreleri ise iplik düzgünsüzlüğü (%Cv), iplikteki ince yer sayısı, iplikteki kalın yer sayısı, iplikteki neps sayısı, iplik tüylülüğü (H), iplik kopma uzaması, iplik mukavemeti (RKM) olmaktadır.

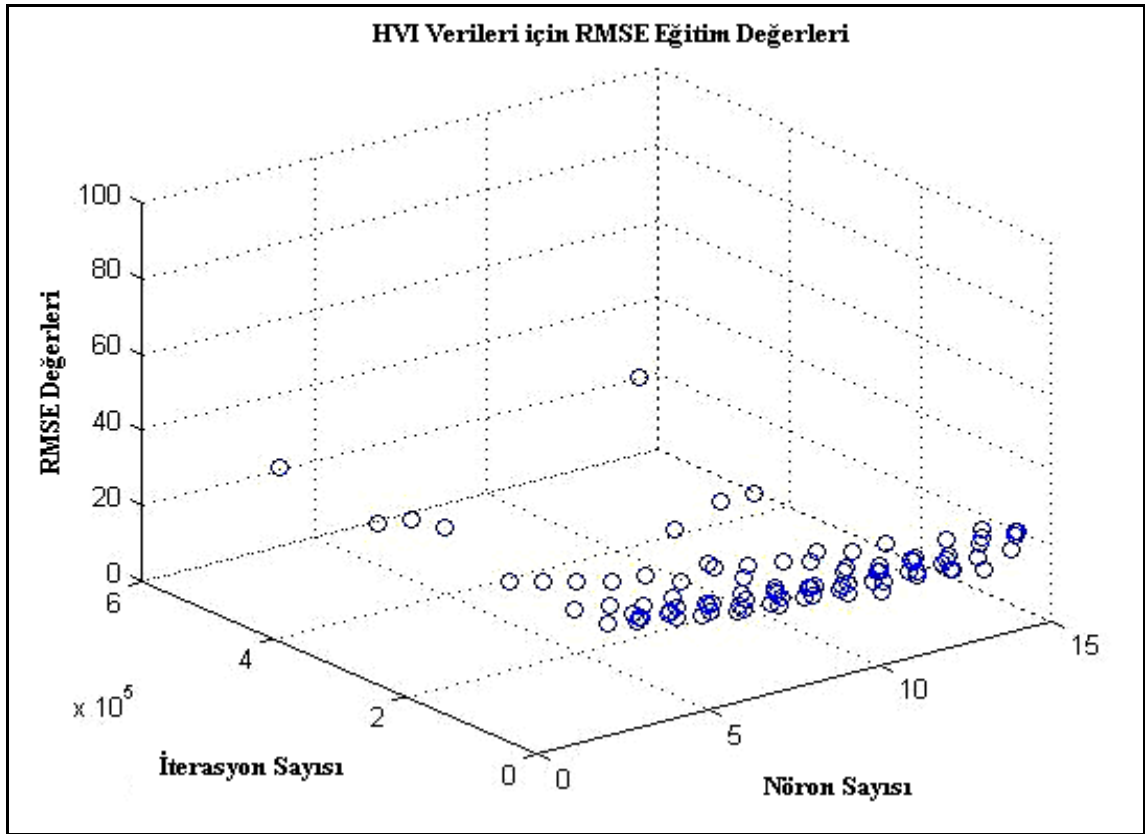
Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3’de HVI verileri için uygulanmış 3CV metoduna ilişkin sonuçlar gösterilmiştir. Şekillerde farklı nöron ve iterasyon sayılarında hesaplanan ortalama RMSE değerleri gösterilmiştir.



Şekil 4.1 HVI verileri için nöron sayılarının performans üzerindeki etkileri



Şekil 4.2 HVI verileri için nöron sayılarının performans üzerindeki etkileri (test)



Şekil 4.3 HVI verileri için nöron sayılarının performans üzerindeki etkileri (eğitim)

Şekil 4.2 incelendiğinde, test verileri için en düşük RMSE değerini veren nöron ve iterasyon sayıları Tablo 4.53’de verilmiştir.

Tablo 4.53 HVI verileri için belirlenen nöron ve iterasyon sayıları

KOD	Nöron Sayısı	İterasyon Sayısı	RMSE Test Değeri	RMSE Eğitim Değeri
K1	6	200000	36,454	14,025
K2	8	5000	27,981	22,437
K3	8	50000	29,351	14,491
K4	9	50000	25,697	14,584
K5	10	50000	26,967	12,449
K6	10	100000	38,851	12,586
K7	11	50000	37,696	11,155
K8	13	200000	30,824	7,1698
K9	14	50000	30,712	10,442
K10	14	100000	35,414	3,5843
K11	14	400000	38,563	1,4537

Tablo 4.53 incelendiğinde HVI verileri için en düşük RMSE test değeri nöron sayısı 9, iterasyon sayısı 50000 olan “K4” durumunda meydana gelmektedir. Tablo 4.54 ve Tablo 4.55’de, HVI verileri için 3CV metodu ile belirlenen nöron ve iterasyon

sayılarında kurulan modellerin hem eğitim hem de test durumlarına ait R^2 değerleri verilmiştir.

Tablo 4.54 HVI eğitim verileri için belirlenen nöron ve iterasyon sayılarındaki R^2 değerleri

Kodlar	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
Düzensizlik	0,96	0,8971	0,9612	0,9263	0,9835	0,9677	0,9737	0,9919	0,9821	0,9971	0,9986
İnce Yer	0,94	0,8987	0,9483	0,9452	0,9515	0,9598	0,9575	0,9784	0,9691	0,9962	0,999
Kalın Yer	0,97	0,9293	0,9666	0,9633	0,9744	0,9771	0,981	0,991	0,9831	0,9979	0,9997
Neps	0,98	0,9354	0,9745	0,9752	0,9816	0,98	0,9847	0,9941	0,9866	0,9985	0,9998
Tüylülük	0,90	0,5921	0,9025	0,9076	0,9244	0,9372	0,9122	0,9462	0,947	0,9913	0,9963
Kopma Uzaması	0,95	0,8762	0,9689	0,9736	0,9755	0,9796	0,975	0,987	0,9762	0,9844	0,9947
Mukavemet	0,9400	0,6632	0,9323	0,9329	0,9362	0,9438	0,93	0,9521	0,9341	0,9745	0,98

Tablo 4.55 HVI test verileri için belirlenen nöron ve iterasyon sayılarındaki R^2 değerleri

Kodlar	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
Düzensizlik	0,83	0,9167	0,9228	0,921	0,9049	0,8116	0,8391	0,868	0,88	0,7782	0,7959
İnce Yer	0,69	0,7652	0,7673	0,7888	0,7644	0,6818	0,655	0,7257	0,6991	0,6183	0,5886
Kalın Yer	0,77	0,918	0,8906	0,896	0,8751	0,7389	0,7357	0,8188	0,8319	0,773	0,8007
Neps	0,91	0,931	0,9292	0,9521	0,9504	0,8964	0,9084	0,9404	0,9375	0,9178	0,881
Tüylülük	0,71	0,7680	0,8204	0,8190	0,7959	0,7266	0,7918	0,7148	0,8113	0,8535	0,412
Kopma Uzaması	0,89	0,9511	0,9155	0,9079	0,9250	0,9149	0,9401	0,8839	0,9415	0,8612	0,8825
Mukavemet	0,6000	-	0,6494	0,6393	0,6536	0,5528	0,5767	0,5428	0,6125	0,517	0,1305

Tablo 4.56 ve Tablo 4.57’de HVI verileri için 3CV metodu ile belirlenen nöron ve iterasyon sayılarında kurulan modellerin hem eğitim hem de test durumlarına ait RMSE değerleri verilmiştir.

Tablo 4.56 HVI eğitim verileri için belirlenen nöron ve iterasyon sayılarındaki RMSE değerleri

Kodlar	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
Düzensizlik	0,28	0,4687	0,2879	0,2822	0,1879	0,2626	0,237	0,1318	0,1957	0,0788	0,0549
İnce Yer	4,90	6,6332	4,741	4,8811	4,5911	4,1788	4,2991	3,0653	3,6614	1,2817	0,6692
Kalın Yer	20,57	30,515	20,99	22,007	18,357	17,378	15,813	10,869	14,929	5,2619	2,1088
Neps	30,49	50,479	31,73	31,313	26,955	28,093	24,542	15,269	22,953	7,7817	3,1413
Tüylülük	0,183	0,3634	0,1777	0,173	0,1564	0,1426	0,1686	0,132	0,131	0,0531	0,0348
Kopma Uzaması	0,109	0,1687	0,0845	0,0779	0,075	0,0685	0,0758	0,0547	0,0739	0,06	0,0348
Mukavemet	0,276	0,6521	0,2923	0,2911	0,2837	0,2665	0,2973	0,2459	0,2883	0,1794	0,1589

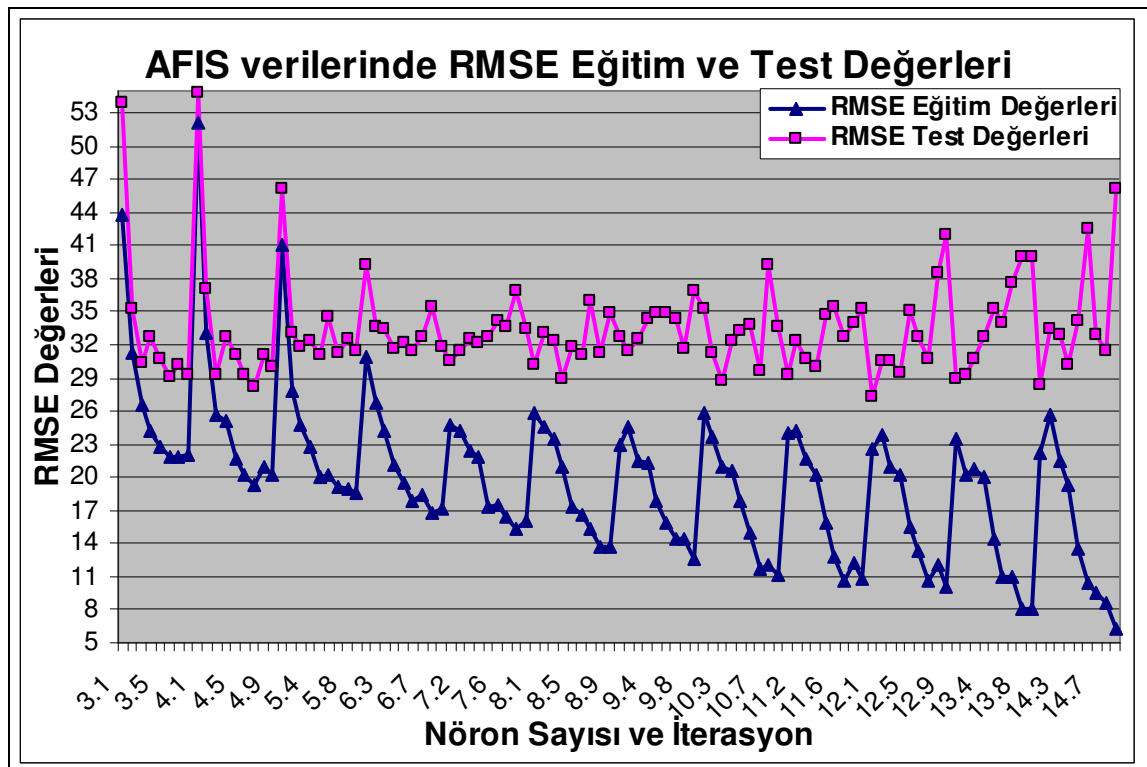
Tablo 4.57 HVI test verileri için belirlenen nöron ve iterasyon sayılarındaki RMSE değerleri

Kodlar	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
Düzensizlik	0,59	0,4168	0,4012	0,4061	0,4454	0,6267	0,5792	0,5246	0,5004	0,6801	0,6524
İnce Yer	11,254	9,8131	9,7674	9,3053	9,8218	11,422	11,895	10,605	11,107	12,511	12,988
Kalın Yer	62,962	37,696	43,546	42,458	46,522	67,263	67,671	56,027	53,97	62,717	58,771
Neps	72,186	62,947	63,548	52,273	53,188	76,878	72,287	58,299	59,716	68,47	82,376
Tüylülük	0,3736	0,3347	0,2945	0,2956	0,3139	0,3633	0,317	0,371	0,3018	0,266	0,5328
Kopma Uzaması	0,1879	0,1243	0,1633	0,171	0,1539	0,1639	0,1376	0,1915	0,136	0,2094	0,1926
Mukavemet	0,5003	0,8726	0,4711	0,4778	0,4682	0,5319	0,5175	0,5379	0,4952	0,5529	0,7418

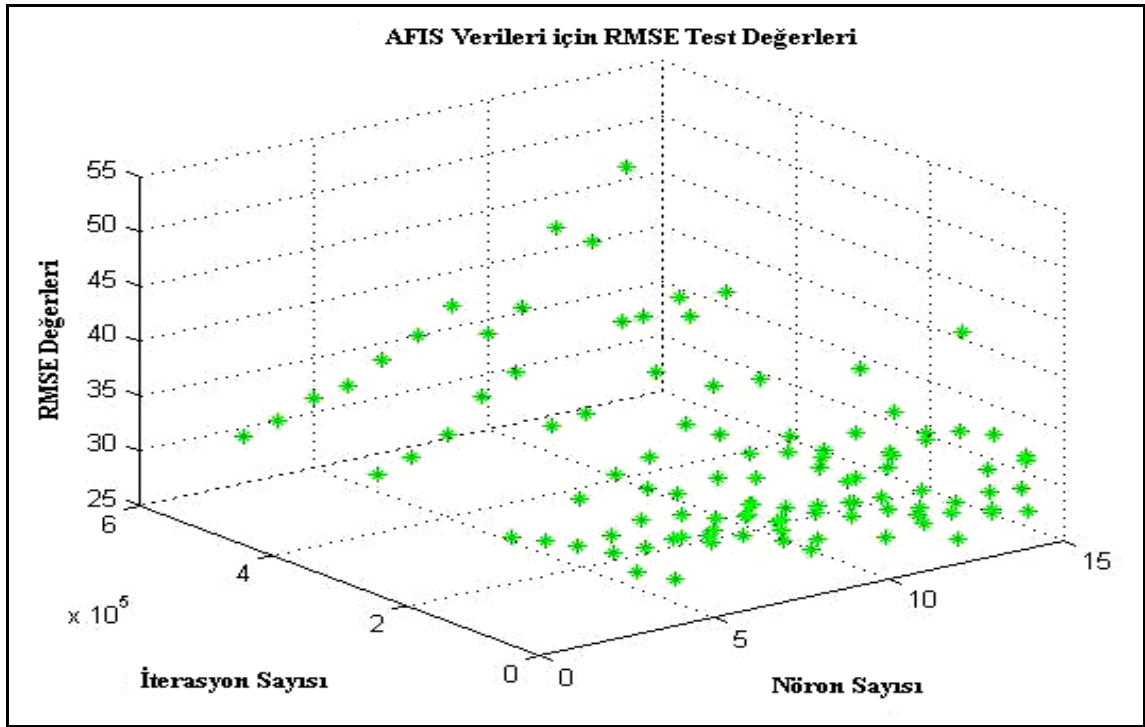
4.4.2. AFIS verilerinin YSA'da değerlendirilmesi

AFIS verilerinin YSA'da değerlendirilmesinde, doğrusal ve doğrusal olmayan çoklu regresyon modellerinde kullanılan AFIS verileri ve iplik numarası giriş parametreleri olarak, diğer iplik özellikleri de çıkış parametreleri olarak belirlenmiştir. Sonuçta 9 adet giriş ve 7 adet çıkış parametresi içeren bir YSA modeli kurulmuştur. Buna göre modellemede kullanılan giriş parametreleri, iplik numarası (Ne), lif inceliği(Fine), olgun olmayan lif içeriği (%IFC), ağırlık esaslı lif ortalama uzunluğu varyasyonu (L-w- %Cv), tohum kabuğu neps büyüklüğü (SCN - μ m), tohum kabuğu neps adedi (SCN - Adet/gr), neps büyüklüğü (Nep - μ m), neps adedi (Nep - Adet/gr), %5 stapel uzunluğu (%5); çıkış parametreleri ise iplik düzgünsüzlüğü (%Cv), iplikteki ince yer sayısı, iplikteki kalın yer sayısı, iplikteki neps sayısı, iplik tüylülüğü (H), iplik kopma uzaması, iplik mukavemeti (RKM) olmaktadır.

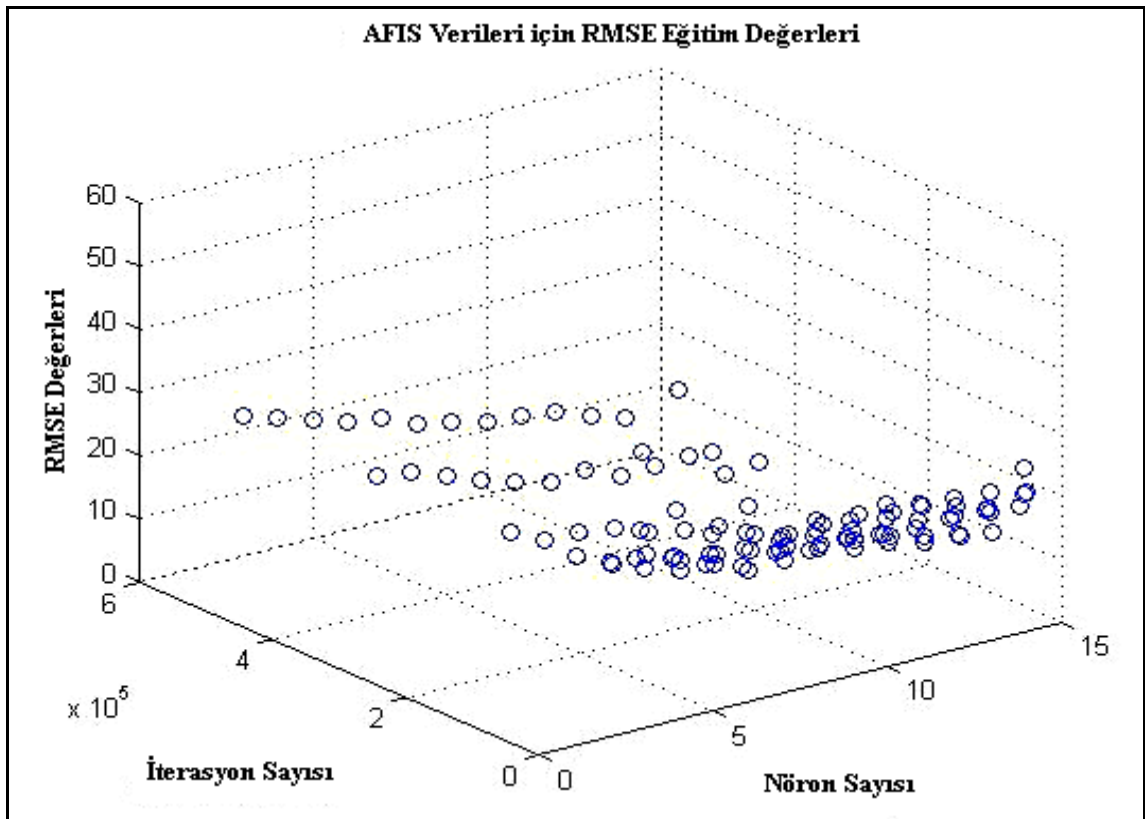
Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da da AFIS verileri için uygulanmış 3CV metoduna ilişkin sonuçlar gösterilmiştir. Şekillerde farklı nöron ve iterasyon sayılarında hesaplanan ortalama RMSE değerleri gösterilmiştir.



Şekil 4.4 AFIS verileri için nöron sayılarının performans üzerindeki etkileri



Şekil 4.5 AFIS verileri için nöron sayılarının performans üzerindeki etkileri (test)



Şekil 4.6 AFIS verileri için nöron sayılarının performans üzerindeki etkileri (eğitim)

Şekil 4.5 incelendiğinde, test verileri için en düşük RMSE değerini veren nöron ve iterasyon sayıları Tablo 4.58’de verilmiştir.

Tablo 4.58 AFIS verileri için belirlenen nöron ve iterasyon sayıları

KOD	Nöron Sayısı	İterasyon Sayısı	RMSE Eğitim Değeri	RMSE Test Değeri
K1	3	200000	20,88	31,916
K2	3	600000	20,562	35,093
K3	4	5000	24,448	30,7
K4	4	100000	21,857	29,242
K5	8	10000	19,702	30,501
K6	10	200000	9,4589	23,06
K7	11	1000	22,04	34,454
K8	12	1000	22,09	33,733
K9	12	10000	18,078	36,934
K10	13	1000	21,188	31,508
K11	13	2500	21,394	32,804
K12	14	1000	20,43	28,821

Tablo 4.58 incelendiğinde AFIS verileri için en düşük RMSE test değeri nöron sayısı 14 ve iterasyon sayısı 1000 olan “K12” durumunda meydana gelmektedir.

Tablo 4.59 ve Tablo 4.60’da AFIS verileri için 3CV metodu ile belirlenen nöron ve iterasyon sayılarında kurulan modellerin hem eğitim hem de test durumlarına ait R^2 değerleri verilmiştir.

Tablo 4.59 AFIS eğitim verileri için belirlenen nöron ve iterasyon sayılarındaki R^2 değerleri

Kodlar	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Değişkenler						
Düzensüzlük	0,9222	0,9182	0,786	0,8924	0,9006	0,9766
İnce Yer	0,85	0,8647	0,7925	0,8729	0,8736	0,9912
Kalın Yer	0,9419	0,9467	0,9277	0,9406	0,9415	0,9899
Neps	0,9552	0,9554	0,936	0,9491	0,9625	0,9899
Tüylülük	0,682	0,6918	0,6514	0,8519	0,9342	0,9708
Kopma Uzaması	0,921	0,9211	0,8703	0,9277	0,9444	0,9741
Mukavemet	0,4161	0,4482	0,6167	0,7112	0,7731	0,9394
Kodlar	K7	K8	K9	K10	K11	K12
Değişkenler						
Düzensüzlük	0,8262	0,8405	0,9256	0,9322	0,9239	0,8893
İnce Yer	0,7573	0,7577	0,9234	0,766	0,8625	0,8123
Kalın Yer	0,9259	0,9212	0,959	0,9262	0,9566	0,9411
Neps	0,9542	0,9556	0,9652	0,956	0,9465	0,9588
Tüylülük	0,6331	0,5366	0,9251	0,4748	0,8252	0,7706
Kopma Uzaması	0,8236	0,8624	0,955	0,8974	0,9503	0,8144
Mukavemet	0,6128	0,4991	0,8579	0,6443	0,7458	0,6183

Tablo 4.60 AFIS test verileri için belirlenen nöron ve iterasyon sayılarındaki R² değerleri

Kodlar	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Değişkenler						
Düzensüzlük	0,892	0,899	0,8057	0,8284	0,7914	0,8843
İnce Yer	0,8206	0,6188	0,794	0,7301	0,6942	0,505
Kalın Yer	0,8872	0,838	0,8942	0,8688	0,797	0,9034
Neps	0,8799	0,8628	0,8895	0,9098	0,9184	0,9501
Tüylülük	0,731	0,6894	0,7463	0,7992	0,8226	0,8241
Kopma Uzaması	0,8766	0,8402	0,8212	0,8734	0,7973	0,8653
Mukavemet	-	-	-	0,0285	0,1729	-
Kodlar	K7	K8	K9	K10	K11	K12
Değişkenler						
Düzensüzlük	0,8981	0,9117	0,8375	0,8286	0,7876	0,9041
İnce Yer	0,6868	0,6727	0,2022	0,6925	0,7655	0,7789
Kalın Yer	0,8618	0,8522	0,6446	0,8609	0,8639	0,8845
Neps	0,8625	0,8726	0,8982	0,8917	0,878	0,9089
Tüylülük	0,758	0,5083	0,7918	0,5831	0,7417	0,7172
Kopma Uzaması	0,7514	0,7521	0,8647	0,8118	0,865	0,8072
Mukavemet	-	-	0,4168	-	0,2116	-

Tablo 4.61 ve Tablo 4.62’de AFIS verileri için 3CV metodu ile belirlenen nöron ve iterasyon sayılarında kurulan modellerin hem eğitim hem de test durumlarına ait RMSE değerleri verilmiştir.

Tablo 4.61 AFIS eğitim verileri için belirlenen nöron ve iterasyon sayılarındaki RMSE değerleri

Kodlar	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Değişkenler						
Düzensüzlük	0,28	0,4296	0,695	0,4928	0,4735	0,23
İnce Yer	4,90	7,9888	9,8954	7,7453	7,7225	2,0382
Kalın Yer	20,57	29,411	34,251	31,046	30,796	12,814
Neps	30,49	45,051	53,96	48,161	41,335	21,396
Tüylülük	0,183	0,3484	0,3704	0,2414	0,161	0,1072
Kopma Uzaması	0,109	0,148	0,1896	0,1416	0,1242	0,0848
Mukavemet	0,276	0,841	0,7006	0,6081	0,5391	0,2785
Kodlar	K7	K8	K9	K10	K11	K12
Değişkenler						
Düzensüzlük	0,6263	0,5999	0,4098	0,3913	0,4145	0,4999
İnce Yer	10,703	10,692	6,0124	10,51	8,0539	9,4119
Kalın Yer	34,662	35,745	25,778	34,587	26,516	30,911
Neps	45,643	44,973	39,833	42,836	49,349	43,32
Tüylülük	0,38	0,4271	0,1717	0,4538	0,2624	0,3005
Kopma Uzaması	0,2212	0,1954	0,1112	0,1687	0,1174	0,2269
Mukavemet	0,7042	0,801	0,4267	0,675	0,5706	0,6992

Tablo 4.62 AFIS test verileri için belirlenen nöron ve iterasyon sayılarındaki RMSE değerleri

Kodlar	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Değişkenler						
Düzensüzlük	0,59	0,4363	0,6052	0,5687	0,6271	0,467
İnce Yer	11,254	10,689	7,8567	8,9942	9,5732	12,18
Kalın Yer	62,962	45,437	36,724	40,888	50,876	35,089
Neps	72,186	80,255	72,015	65,053	61,897	48,393
Tüylülük	0,3736	0,3531	0,3191	0,2838	0,2668	0,2657
Kopma Uzaması	0,1879	0,1982	0,2096	0,1764	0,2232	0,182
Mukavemet	0,5003	0,7783	0,7089	0,6774	0,625	0,7802
Kodlar	K7	K8	K9	K10	K11	K12
Değişkenler						
Düzensüzlük	0,4384	0,4081	0,5534	0,5684	0,6328	0,4252
İnce Yer	9,6881	9,9038	15,462	9,5989	8,3824	8,1405
Kalın Yer	41,973	43,41	67,304	42,115	41,651	38,376
Neps	80,331	77,342	69,133	71,29	75,674	65,379
Tüylülük	0,3116	0,4442	0,2891	0,4091	0,322	0,3369
Kopma Uzaması	0,2472	0,2469	0,1824	0,2151	0,1822	0,2177
Mukavemet	0,7657	0,8903	0,5248	0,7122	0,6102	0,8269

Tablo 4.60 incelendiğinde ortalama en yüksek R^2 değerleri “K6” durumunda elde edilmektedir. Bununla birlikte iplik mukavemeti, iplikteki ince yer sayısı ve iplik kopma uzaması için elde edilen R^2 değerlerinin tatmin edici olmadığı görülmektedir. Bu durumu gidermek için, öncelikle her bir çıkış parametresinde giriş parametreleri aynı kalmak koşulu ile 9 giriş ve 1 adet çıkış parametresinden oluşan YSA kurulmuştur.

Tablo 4.63 İplikteki ince yer sayısının eğitim ve test verileri için oluşturulan YSA'nın R^2 ve RMSE değerleri

KOD	R^2 Eğitim	R^2 Test	RMSE Eğitim	RMSE Test
K1	0,9489	0,0924	4,909	16,4916
K2	0,9469	0,2891	5,0041	14,6698
K3	0,7772	0,6439	10,2545	10,3303
K4	0,9399	0,3464	5,3235	13,9956
K5	0,953	0,2252	4,7093	15,2379
K6	0,942	0,2186	1,6541	15,3029
K7	0,7642	0,7119	10,5486	9,2911
K8	0,7621	0,7087	10,5947	9,3437
K9	0,8751	0,6677	7,6774	9,9795
K10	0,7713	0,6987	10,3884	9,5029
K11	0,8072	0,5454	9,5382	11,6722
K12	0,7741	0,7246	9,0848	10,324

Tablo 4.63 incelendiğinde iplikteki ince yer sayısı için en yüksek R^2 test değeri K12 durumunda elde edilmektedir. Buna göre kullanılması gereken nöron sayısının 14, iterasyon sayısının ise 1000 olduğu görülmektedir.

Tablo 4.64 İplik kopma uzamasının eğitim ve test verileri için oluşturulan YSA'nın R^2 ve RMSE değerleri

KOD	R^2 Eğitim	R^2 Test	RMSE Eğitim	RMSE Test
K1	0,9646	0,8884	0,0991	0,1656
K2	0,9731	0,8837	0,0864	0,1691
K3	0,211	0,1425	0,4678	0,4592
K4	0,9617	0,8882	0,1031	0,1658
K5	0,9566	0,8818	0,1097	0,1705
K6	0,975	0,8821	0,0833	0,1703
K7	0,8073	0,7497	0,2312	0,248
K8	0,7208	0,6798	0,2783	0,2806
K9	0,9588	0,8861	0,1069	0,1673
K10	0,842	0,7494	0,2093	0,2482
K11	0,9207	0,8585	0,1483	0,1865
K12	0,9109	0,8591	0,1572	0,1861

Tablo 4.64 incelendiğinde iplik kopma uzaması için en yüksek R^2 test değeri K1 durumunda elde edilmektedir. Buna göre kullanılması gereken nöron sayısının 3, iterasyon sayısının ise 200000 olduğu görülmektedir.

Tablo 4.65 İplik mukavemetinin eğitim ve test verileri için oluşturulan YSA'nın R^2 ve RMSE değerleri

KOD	R^2 Eğitim	R^2 Test	RMSE Eğitim	RMSE Test
K1	0,9106	0,2972	0,3385	0,5761
K2	0,945	0,2741	0,2655	0,5855
K3	0,283	0,0835	0,9583	0,6579
K4	0,8915	0,3436	0,3729	0,5568
K5	0,8491	0,2511	0,4396	0,5947
K6	0,9508	0,3449	0,251	0,5562
K7	0,5714	0,1779	0,7409	0,6231
K8	0,6218	-	0,696	0,7065
K9	0,8716	0,2681	0,4055	0,5879
K10	0,6212	0,1601	0,6965	0,6298
K11	0,7187	0,0432	0,6002	0,6722
K12	0,6472	-	0,6722	0,7056

Tablo 4.65 incelendiğinde iplik mukavemeti için en yüksek R^2 test değeri K6 durumunda elde edilmektedir. Kullanılan nöron sayısı 10, iterasyon sayısı ise 200000

olduğu görülmektedir. Kurulan YSA, tek çıkış parametresine sahip olmasına rağmen tahminleme performansı düşük bulunmuştur. Bu eksikliği giderebilmek için bağımsız değişken olarak kullanılan AFIS verileri değiştirilmiştir. Tablo 4.24’de stepwise metodu ile belirlenmiş, iplik mukavemetine en çok etki eden parametreler ve iplik numarası giriş parametresi olarak seçilmiş ve yeni bir YSA kurulmuştur. Tablo 4.66’da kurulan yeni ağa ait eğitim ve test değerlerini tahminlemeye yönelik sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 4.66 Stepwise verileri dikkate alınarak, iplik mukavemetini tahminlemek için oluşturulan YSA’nın R^2 ve RMSE değerleri

KOD	R^2 Eğitim	R^2 Test	RMSE Eğitim	RMSE Test
K1	0,9669	0,2746	0,2889	0,5853
K2	0,9473	0,372	0,2599	0,5446
K3	0,5590	0,0694	0,7515	0,663
K4	0,9293	0,2465	0,301	0,5965
K5	0,8017	0,1926	0,5039	0,6175
K6	0,9653	-	0,2189	0,7113
K7	0,6447	0,131	0,6746	0,6406
K8	0,6882	0,1966	0,6319	0,616
K9	0,9067	-	0,3456	0,7147
K10	0,6234	0,1168	0,6945	0,6458
K11	0,7767	0,2068	0,5347	0,612
K12	0,5833	0,086	0,7306	0,657

Tablo 4.66 incelendiğinde iplik mukavemeti için en yüksek R^2 test değeri K2 durumunda elde edilmektedir. Kullanılan nöron sayısı 3, iterasyon sayısı ise 600000 olduğu görülmektedir. Test verileri için elde edilen R^2 değeri, doğrusal ve doğrusal olmayan çoklu regresyon modellerinden elde edilen sonuçlarla kıyaslandığında tatmin edici bulunmamıştır. Kurulacak yeni bir modelle bu sorunun üstesinden gelinebileceği düşünülmektedir.

5. SONUÇ

Bu çalışmanın amacı, ring eğirme sistemi kullanan işletmelerin deneme üretimi yapmadan önce, üretecekleri ipliğin özelliklerini ve bunun için gerekli lif özelliklerini ve harman tiplerini belirlemelerini sağlayabilecek yöntemlerin araştırılmasıdır. Bu amaçla HVI ve AFIS cihazları ile belirlenen lif özelliklerinden, Uster Tester 3 ve Uster Tensorapid cihazları ile belirlenen iplik özellikleri tahminlenmeye çalışılmıştır.

İplik üretimi esnasında, iplik özellikleri, sıcaklık, nem, makine ayarları... gibi pek çok parametreden etkilenmektedir. Yapılan çalışmada, ölçüm sonuçlarının güvenilirliği açısından, aynı sıcaklık - nem değerlerinde ve aynı makine ayarlarında iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. İplik özellikleri ayrıca, pamuk liflerinin genetik özelliklerinden hatta çırçırılma şeklinden de etkilenmektedir. Buna göre yapılan çalışmada, farklı yörelere ait pamuk balyalarından oluşan 13 farklı karde harmanı kullanılarak, aynı büküm sabitinde 4 farklı numarada iplik üretilmiştir. Kullanılan harmanlarda, “Saw-Gin” ve “Roller-Gin” teknikleri ile çırçırılmış pamuk balyaları bulunmaktadır.

Lif ve iplik özelliklerinin ölçümü, Abalıoğlu Yem, Soya ve Tekstil San. A.Ş.’de gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, ilgili ASTM ve TS’ye göre, standart atmosfer şartlarında yapılmıştır.

Elde edilen veriler ile, hem HVI hem de AFIS verileri için, doğrusal çoklu regresyon analizi, doğrusal olmayan çoklu regresyon analizi ve yapay sinir ağıları metodu kullanılarak iplik özelliklerinin tahminlenmesine çalışılmıştır. Bu 3 metot, tahminleme performansları açısından birbirleri ile kıyaslanmıştır. Her bir iplik özelliği için, ölçülen ve tahminlenen veriler dağılım grafiklerinde sunulmuştur.

Ayrıca, iplik özelliklerine en çok etki eden lif parametreleri “SPSS 11” programında “stepwise metodu” ile tespit edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda elde edilen regresyon denklemleri ve varyans analizi sonuçları tablolarla gösterilmiştir. HVI ve AFIS verileri için, iplik özelliklerini etkileyen lif özelliklerine ilişkin tablolar EK-8’de sunulmuştur.

5.1. Tahminleme Sonuçlarının Kıyaslanması

5.1.1. HVI verileri ile elde edilen sonuçlar

Yapılan çalışmada, HVI verilerinin değerlendirilmesi için doğrusal regresyon analizi, doğrusal olmayan regresyon analizi ve yapay sinir ağları (YSA) olmak üzere 3 farklı metod kullanılmıştır. YSA metodunda, nöron sayısı “4”, iterasyon sayısı “50000” olarak belirlenmiştir.

Tablo 5.1’de HVI eğitim verilerinin tahminlenmesi için oluşturulmuş modellere ait RMSE eğitim değerleri verilmiştir. Tablo incelendiğinde, iplikteki ince, kalın yer ve neps sayısı için YSA en düşük RMSE değerlerini vermektedir. Bununla birlikte, diğer iplik parametreleri için en düşük RMSE değerleri doğrusal olmayan çoklu regresyon modeli ile elde edilmektedir.

Tablo 5.1 HVI eğitim verileri için elde edilen RMSE değerleri

Bağımlı Değişkenler	Doğrusal Regresyon	Doğrusal Olmayan Regresyon	YSA
İplik Düzensizliği	0,31276	0,2764	0,2822
İnce Yer Sayısı	8,4556	6,9215	4,8811
Kalın Yer Sayısı	24,905	24,4003	22,007
Neps Sayısı	39,721	39,6622	31,313
İplik Tüylülüğü	0,12417	0,0689	0,173
İplik Kopma Uzaması	0,073555	0,0735	0,0779
İplik Mukavemeti	0,20777	0,2072	0,2911
Ortalama RMSE	18,007	17,7945	14,584

Tablo 5.2’de HVI test verilerinin tahminlenmesi için oluşturulmuş modellere ait RMSE test değerleri verilmiştir. Tablo incelendiğinde, YSA bütün iplik parametreleri için en düşük RMSE test değerlerini vermektedir. Bununla birlikte doğrusal olmayan regresyon modeli ile, iplikteki kalın yer sayısı haricindeki bütün iplik parametreleri için doğrusal regresyon modelinden daha düşük RMSE değeri elde edilmektedir.

Tablo 5.2 HVI test verileri için elde edilen RMSE değerleri

Bağımlı Değişkenler	Doğrusal Regresyon	Doğrusal Olmayan Regresyon	YSA
İplik Düzensizliği	1,0599	0,5887	0,4061
İnce Yer Sayısı	16,158	15,2058	9,3053
Kalın Yer Sayısı	76,807	89,2432	42,458
Neps Sayısı	93,157	84,0984	52,273

Tablo 5.2 HVI test verileri için elde edilen RMSE değerleri (Devamı)

Bağımlı Değişkenler	Doğrusal Regresyon	Doğrusal Olmayan Regresyon	YSA
İplik Tüylülüğü	1,6285	1,1807	0,2956
İplik Kopma Uzaması	0,24438	0,2406	0,171
İplik Mukavemeti	1,0875	1,0136	0,4778
Ortalama RMSE	46,049	46,7072	25,697

Tablo 5.3’de HVI eğitim verilerinin tahminlenmesi için oluşturulmuş modellere ait R^2 eğitim değerleri verilmiştir. Tablo incelendiğinde, iplikteki ince yer, kalın yer ve neps sayısı için YSA en yüksek R^2 eğitim değerlerini vermektedir. Diğer iplik parametreleri için en yüksek R^2 eğitim değerleri doğrusal olmayan regresyon ile elde edilmektedir.

Tablo 5.3 HVI eğitim verileri için elde edilen R^2 değerleri

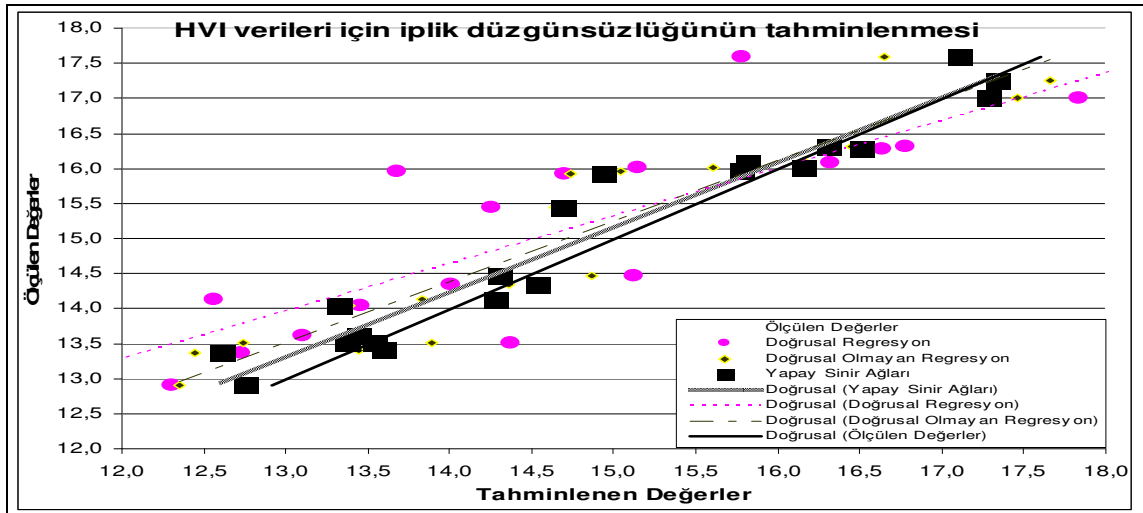
Bağımlı Değişkenler	Doğrusal Regresyon	Doğrusal Olmayan Regresyon	YSA
İplik Düzensizliği	0,9542	0,9642	0,9263
İnce Yer Sayısı	0,8354	0,8897	0,9452
Kalın Yer Sayısı	0,9529	0,9548	0,9633
Neps Sayısı	0,96	0,9601	0,9752
İplik Tüylülüğü	0,9524	0,9853	0,9076
İplik Kopma Uzaması	0,9765	0,9765	0,9736
İplik Mukavemeti	0,9658	0,966	0,9329

Tablo 5.4’de HVI test verilerinin tahminlenmesi için oluşturulmuş modellere ait R^2 test değerleri verilmiştir. Tablo incelendiğinde, bütün iplik parametreleri için YSA en yüksek R^2 test değerlerini vermektedir.

Tablo 5.4 HVI test verileri için elde edilen R^2 değerleri

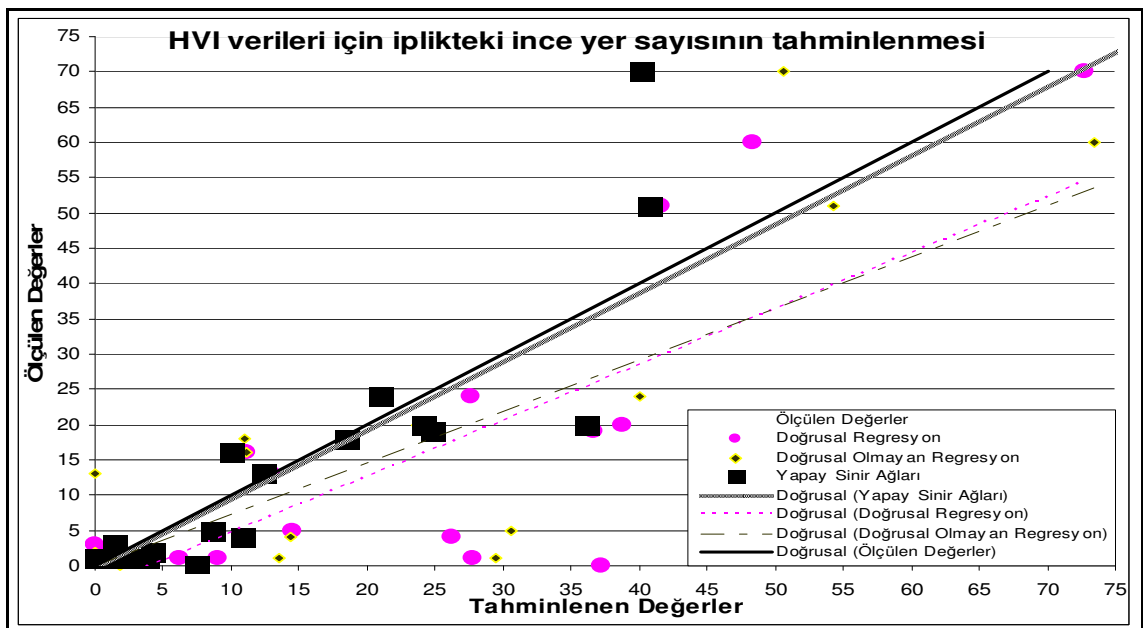
Bağımlı Değişkenler	Doğrusal Regresyon	Doğrusal Olmayan Regresyon	YSA
İplik Düzensizliği	0,4612	0,8651	0,921
İnce Yer Sayısı	0,3633	0,5942	0,7888
Kalın Yer Sayısı	0,6595	0,6796	0,896
Neps Sayısı	0,8479	0,8792	0,9521
İplik Tüylülüğü	-	0,2613	0,8190
İplik Kopma Uzaması	0,8109	0,8529	0,9079
İplik Mukavemeti	-	0,2221	0,6393

Aşağıdaki şekillerde HVI test verileri için, modelleme sonucu elde edilen tahminleme değerleri ile ölçülen değerlerin dağılım grafikleri verilmektedir.



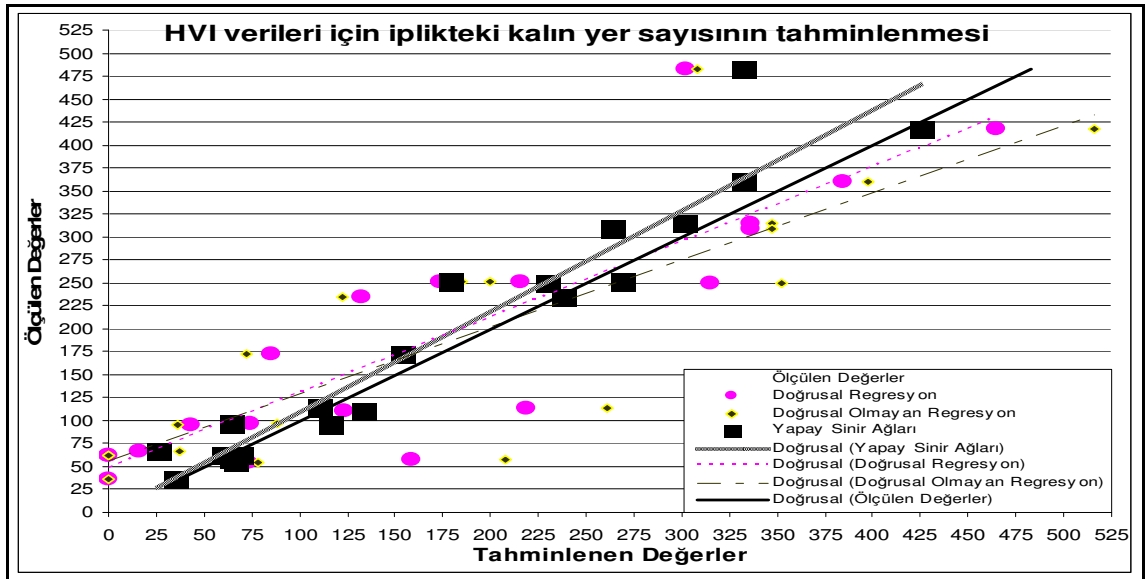
Şekil 5.1 İplik düzgünsüzlüğü için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı

Şekil 5.1 incelendiğinde, iplik düzgünsüzlüğü için farklı modellerin tahminleme sonuçlarına ait eğilim çizgileri görülmektedir. Ölçülen değerlerin oluşturduğu eğilim çizgisine en yakın eğilim çizgisinin yapay sinir ağlarına ait olan eğilim çizgisi olduğu görülmektedir.



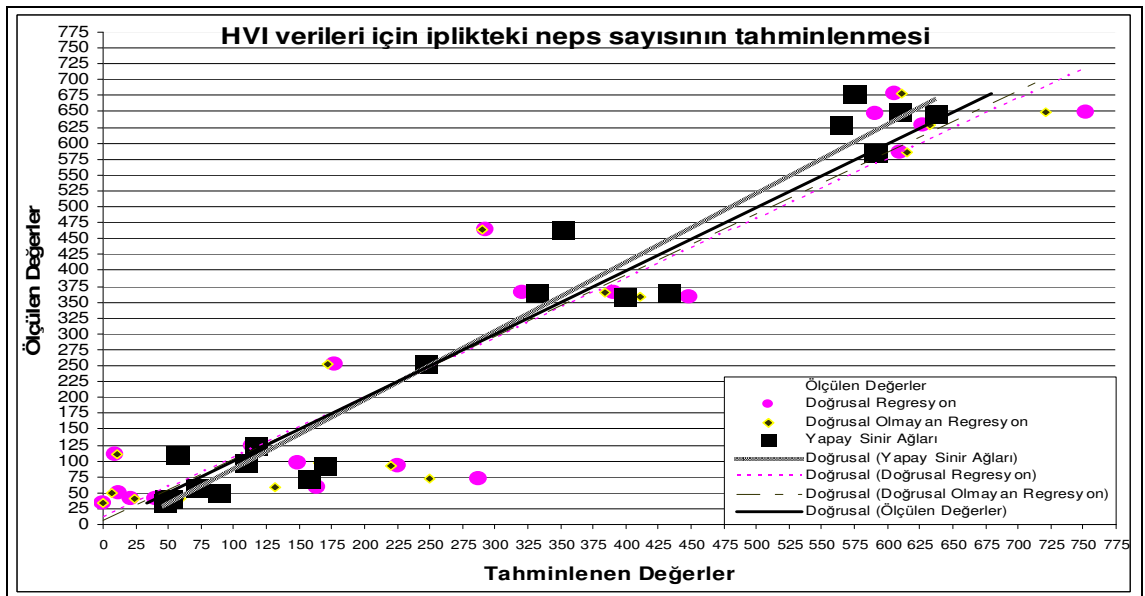
Şekil 5.2 İplikteki ince yer sayısı için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı

Şekil 5.2 incelendiğinde, iplikteki ince yer sayısı için farklı modellerin tahminleme sonuçlarına ait eğilim çizgileri görülmektedir. Ölçülen değerlerin oluşturduğu eğilim çizgisine en yakın eğilim çizgisinin yapay sinir ağlarına ait olan eğilim çizgisi olduğu görülmektedir.



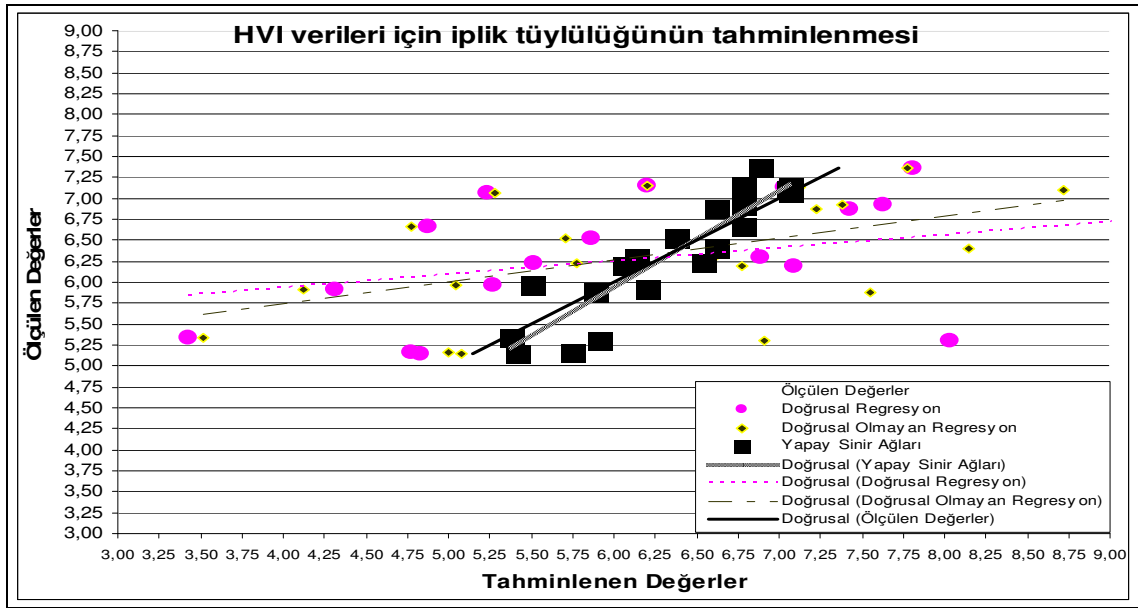
Şekil 5.3 İplikteki kalın yer sayısı için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı

Şekil 5.3 incelendiğinde, iplikteki kalın yer sayısı için farklı modellerin tahminleme sonuçlarına ait eğilim çizgileri görülmektedir. Ölçülen değerlerin oluşturduğu eğilim çizgisine en yakın eğilim çizgisinin yapay sinir ağlarına ait olan eğilim çizgisi olduğu görülmektedir.



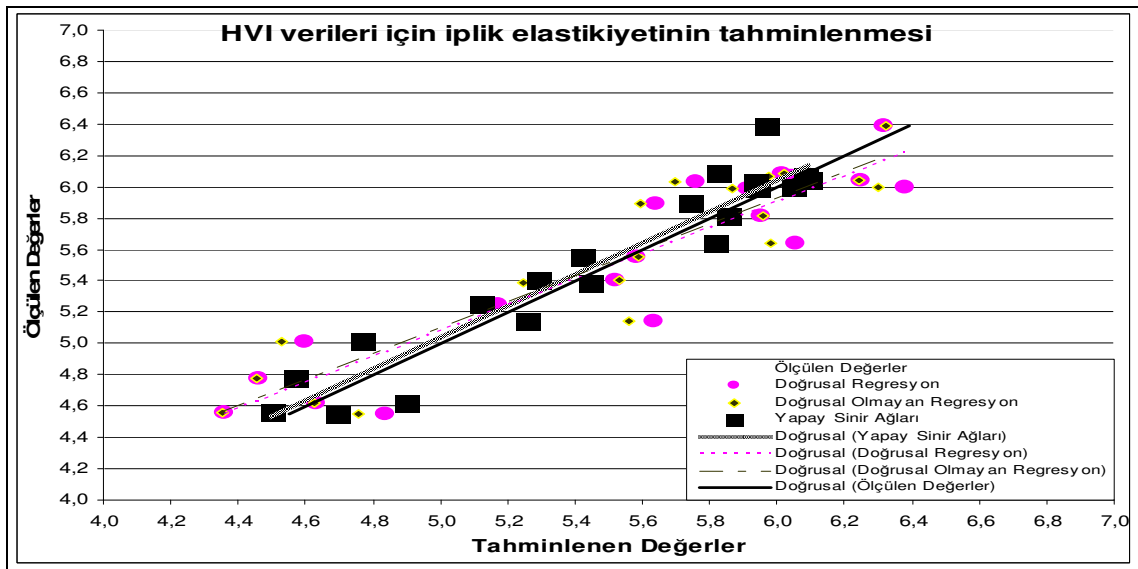
Şekil 5.4 İplikteki neps sayısı için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı

Şekil 5.4 incelendiğinde, iplikteki neps sayısı için farklı modellerin tahminleme sonuçlarına ait eğilim çizgileri görülmektedir. Ölçülen değerlerin oluşturduğu eğilim çizgisine en yakın eğilim çizgisinin yapay sinir ağlarına ait olan eğilim çizgisi olduğu görülmektedir.



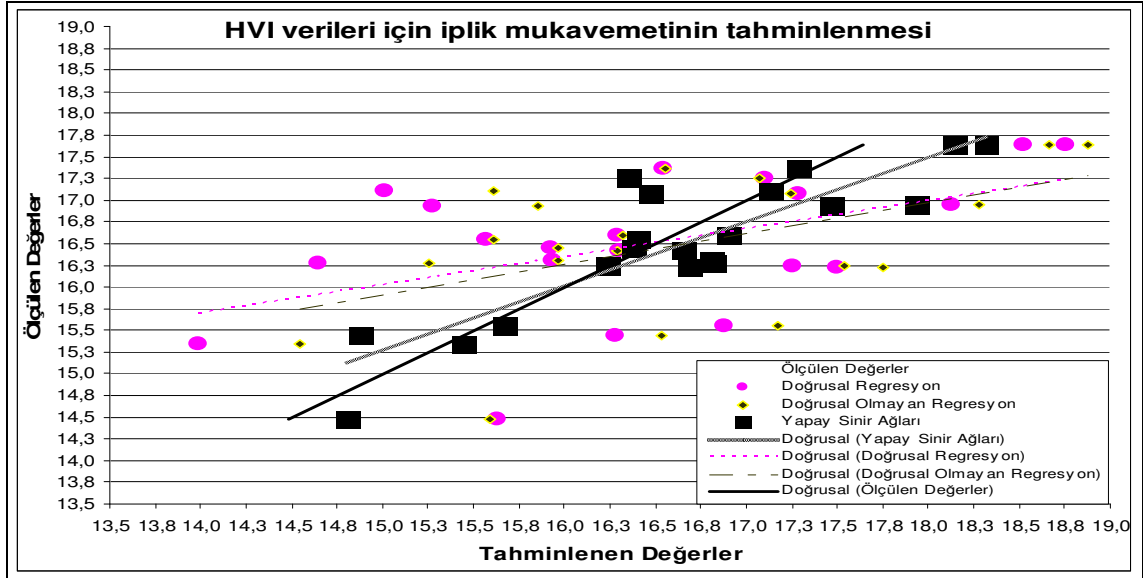
Şekil 5.5 İplik tüylülüğü için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı

Şekil 5.5 incelendiğinde, iplik tüylülüğü için farklı modellerin tahminleme sonuçlarına ait eğilim çizgileri görülmektedir. Ölçülen değerlerin oluşturduğu eğilim çizgisine en yakın eğilim çizgisinin yapay sinir ağlarına ait olan eğilim çizgisi olduğu görülmektedir.



Şekil 5.6 İplik kopma uzaması için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı

Şekil 5.6 incelendiğinde, iplik kopma uzaması için farklı modellerin tahminleme sonuçlarına ait eğilim çizgileri görülmektedir. Ölçülen değerlerin oluşturduğu eğilim çizgisine en yakın eğilim çizgisinin yapay sinir ağlarına ait olan eğilim çizgisi olduğu görülmektedir.



Şekil 5.7 İplik mukavemeti için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı

Şekil 5.7 incelendiğinde, iplik mukavemeti için farklı modellerin tahminleme sonuçlarına ait eğilim çizgileri görülmektedir. Ölçülen değerlerin oluşturduğu eğilim çizgisine en yakın eğilim çizgisinin yapay sinir ağlarına ait olan eğilim çizgisi olduğu görülmektedir.

5.1.2. AFIS verileri ile elde edilen sonuçlar

Tablo 5.5’de AFIS eğitim verilerinin tahminlenmesi için oluşturulmuş modellere ait RMSE eğitim değerleri verilmiştir. Tablo incelendiğinde, iplik düzgünsüzlüğü, iplikteki kalın yer ve neps sayısı için YSA en düşük RMSE eğitim değerlerini vermektedir.

Tablo 5.5 AFIS eğitim verileri için elde edilen RMSE değerleri

Bağımlı Değişkenler	Doğrusal Regresyon	Doğrusal Olmayan Regresyon	YSA
İplik Düzgünsüzlüğü	0,33094	0,252	0,23
İnce Yer Sayısı	4,5227	4,1703	9,0848
Kalın Yer Sayısı	22,445	21,9014	12,814
Neps Sayısı	37,791	37,4024	21,396
İplik Tüylülüğü	0,16232	0,0788	0,1072
İplik Kopma Uzaması	0,082336	0,079	0,0991
İplik Mukavemeti	0,24932	0,2262	0,251
Ortalama RMSE	16,702	16,458	-

Tablo 5.6’de AFIS test verilerinin tahminlenmesi için oluşturulmuş modellere ait RMSE test değerleri verilmiştir. Tablo incelendiğinde, iplik mukavemeti hariç diğer bütün iplik parametreleri için YSA en düşük RMSE test değerlerini vermektedir.

Tablo 5.6 AFIS test verileri için elde edilen RMSE değerleri

Bağımlı Değişkenler	Doğrusal Regresyon	Doğrusal Olmayan Regresyon	YSA
İplik Düzensüzlüğü	0,62153	0,6802	0,467
İnce Yer Sayısı	37,068	29,7028	10,324
Kalın Yer Sayısı	73,03	65,5246	35,089
Neps Sayısı	62,399	111,998	48,393
İplik Tüylülüğü	0,45393	0,4858	0,2657
İplik Kopma Uzaması	0,20407	0,1834	0,1656
İplik Mukavemeti	0,50665	2,1032	0,5562
Ortalama RMSE	38,917	50,9572	-

Tablo 5.7’de AFIS eğitim verilerinin tahminlenmesi için oluşturulmuş modellere ait R^2 eğitim değerleri verilmiştir. Tablo incelendiğinde, iplik düzensüzlüğü iplikteki kalın yer ve neps sayısı için YSA en yüksek R^2 eğitim değerlerini vermektedir.

Tablo 5.7 AFIS eğitim verileri için elde edilen R^2 değerleri

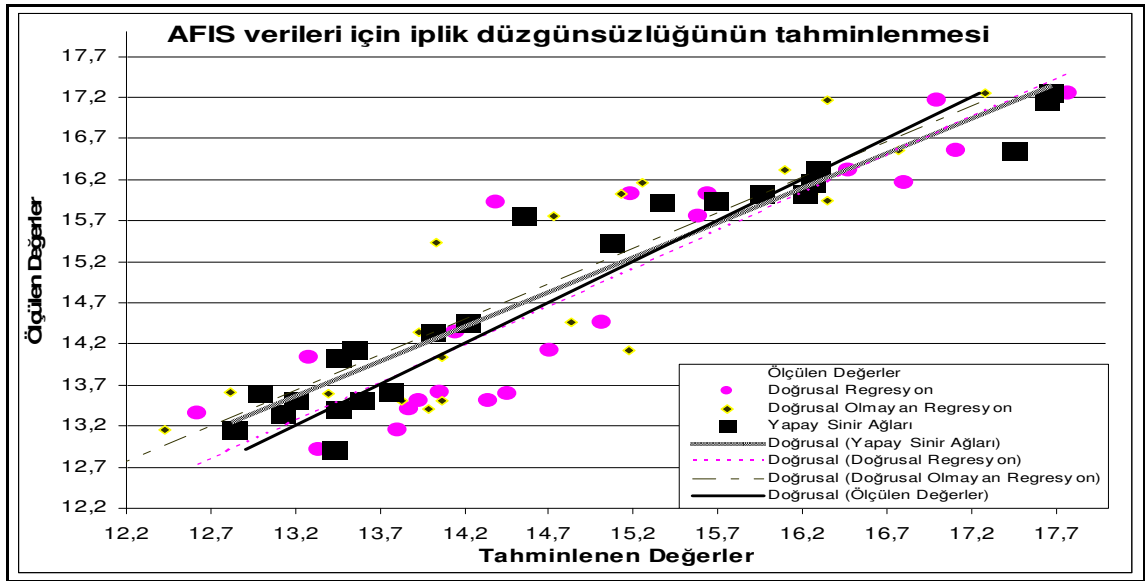
Bağımlı Değişkenler	Doğrusal Regresyon	Doğrusal Olmayan Regresyon	YSA
İplik Düzensüzlüğü	0,95147	0,9719	0,9766
İnce Yer Sayısı	0,95665	0,9631	0,7741
Kalın Yer Sayısı	0,96894	0,9704	0,9899
Neps Sayısı	0,96863	0,9693	0,9899
İplik Tüylülüğü	0,93307	0,9842	0,9708
İplik Kopma Uzaması	0,97556	0,9775	0,9646
İplik Mukavemeti	0,95147	0,96	0,9508

Tablo 5.8’de AFIS test verilerinin tahminlenmesi için oluşturulmuş modellere ait R^2 test değerleri verilmiştir. Tablo incelendiğinde, iplik mukavemeti hariç, bütün iplik parametreleri için YSA en yüksek R^2 test değerlerini vermektedir.

Tablo 5.8 AFIS test verileri için elde edilen R^2 değerleri

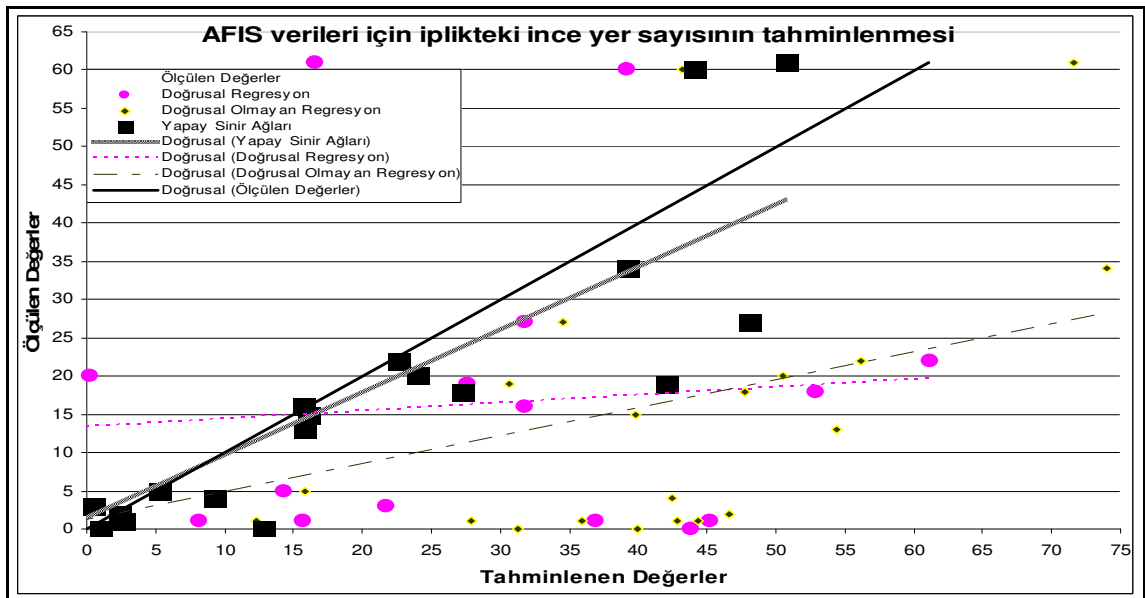
Bağımlı Değişkenler	Doğrusal Regresyon	Doğrusal Olmayan Regresyon	YSA
İplik Düzensüzlüğü	0,7951	0,7779	0,8843
İnce Yer Sayısı	-	0,0813	0,7246
Kalın Yer Sayısı	0,58161	0,6487	0,9034
Neps Sayısı	0,91706	0,7636	0,9501
İplik Tüylülüğü	0,48658	0,521	0,8241
İplik Kopma Uzaması	0,83062	0,8751	0,8884
İplik Mukavemeti	0,45657	0,00057096	0,3449

Aşağıdaki şekillerde AFIS test verileri için, modelleme sonucu elde edilen tahminleme değerleri ile ölçülen değerlerin dağılım grafikleri verilmektedir.



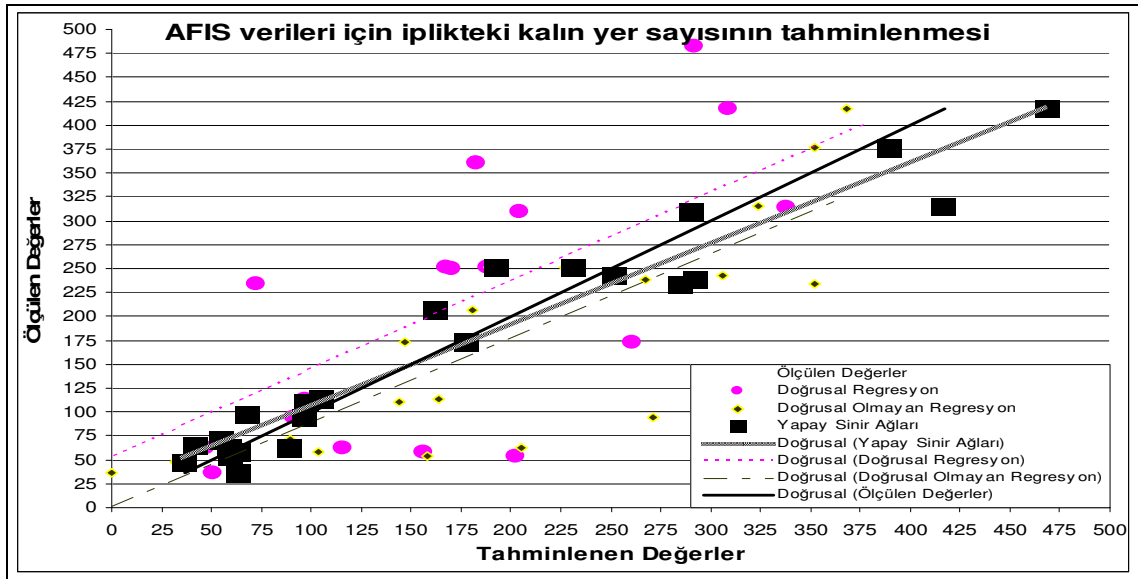
Şekil 5.8 İplik düzgünsüzlüğü için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı

Şekil 5.8 incelendiğinde, iplik düzgünsüzlüğü için farklı modellerin tahminleme sonuçlarına ait eğilim çizgileri görülmektedir. Ölçülen değerlerin oluşturduğu eğilim çizgisine en yakın eğilim çizgisinin yapay sinir ağlarına ait olan eğilim çizgisi olduğu görülmektedir.



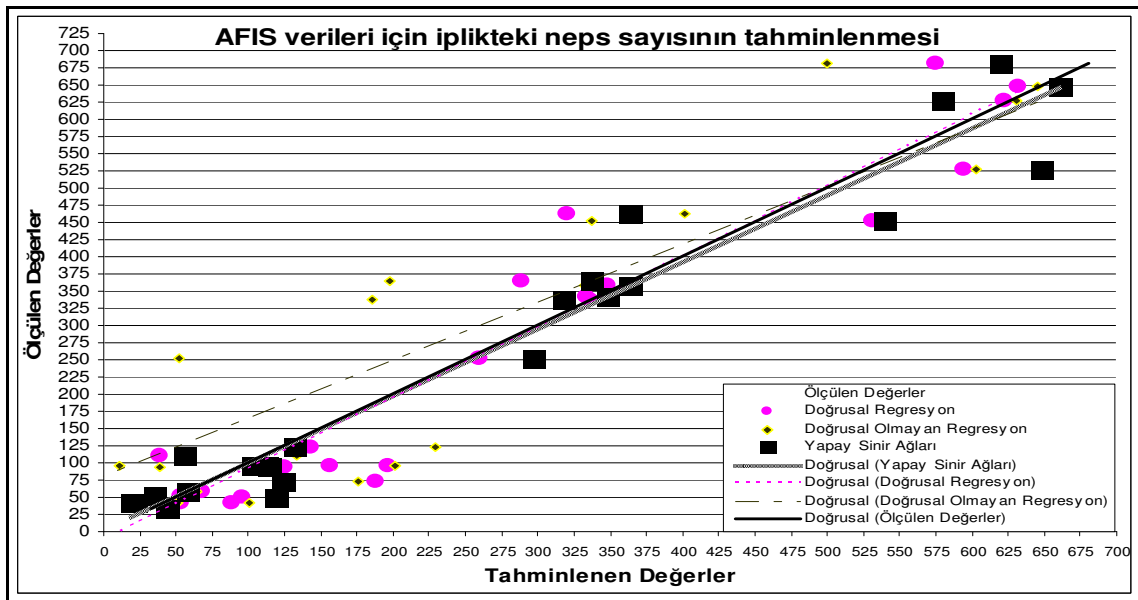
Şekil 5.9 İplikteki ince yer sayısı için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı

Şekil 5.9 incelendiğinde, iplikteki ince yer sayısı için farklı modellerin tahminleme sonuçlarına ait eğilim çizgileri görülmektedir. Ölçülen değerlerin oluşturduğu eğilim çizgisine en yakın eğilim çizgisinin yapay sinir ağlarına ait olan eğilim çizgisi olduğu görülmektedir.



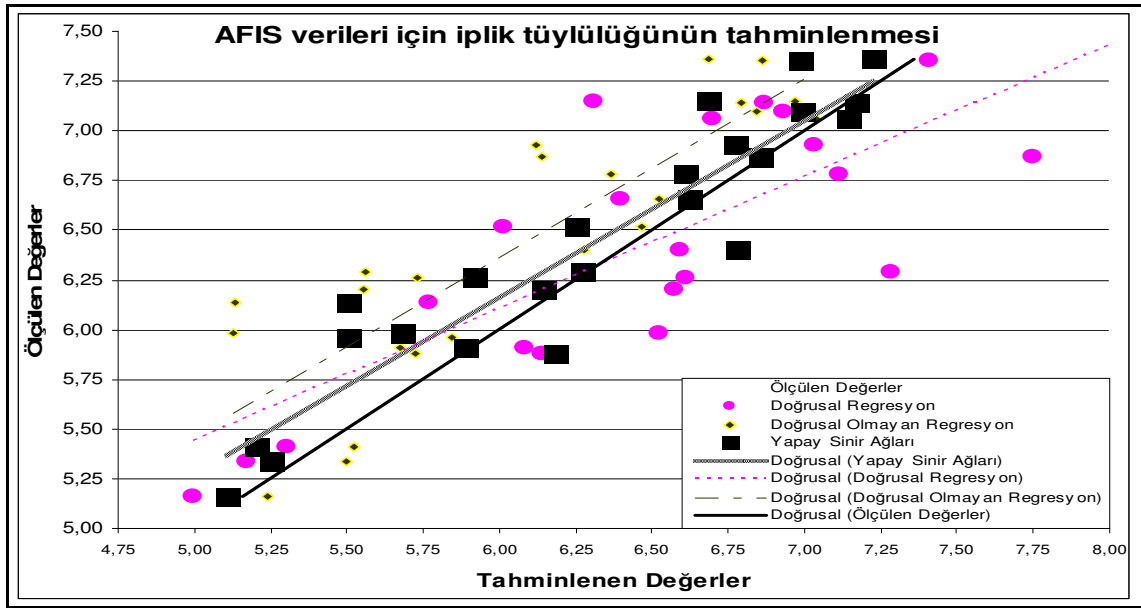
Şekil 5.10 İplikteki kalın yer sayısı için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı

Şekil 5.10 incelendiğinde, iplikteki kalın yer sayısı için farklı modellerin tahminleme sonuçlarına ait eğilim çizgileri görülmektedir. Ölçülen değerlerin oluşturduğu eğilim çizgisine en yakın eğilim çizgisinin yapay sinir ağlarına ait olan eğilim çizgisi olduğu görülmektedir.



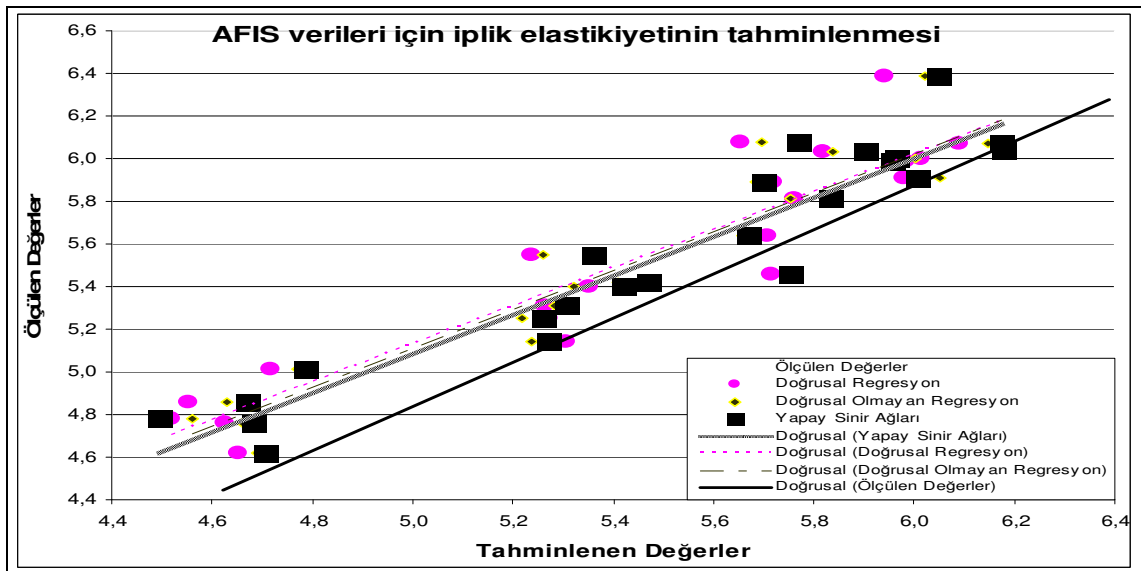
Şekil 5.11 İplikteki neps sayısı için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı

Şekil 5.11 incelendiğinde, iplik düzensizliği için farklı modellerin tahminleme sonuçlarına ait eğilim çizgileri görülmektedir. Ölçülen değerlerin oluşturduğu eğilim çizgisine en yakın eğilim çizgisinin yapay sinir ağlarına ait olan eğilim çizgisi olduğu görülmektedir.



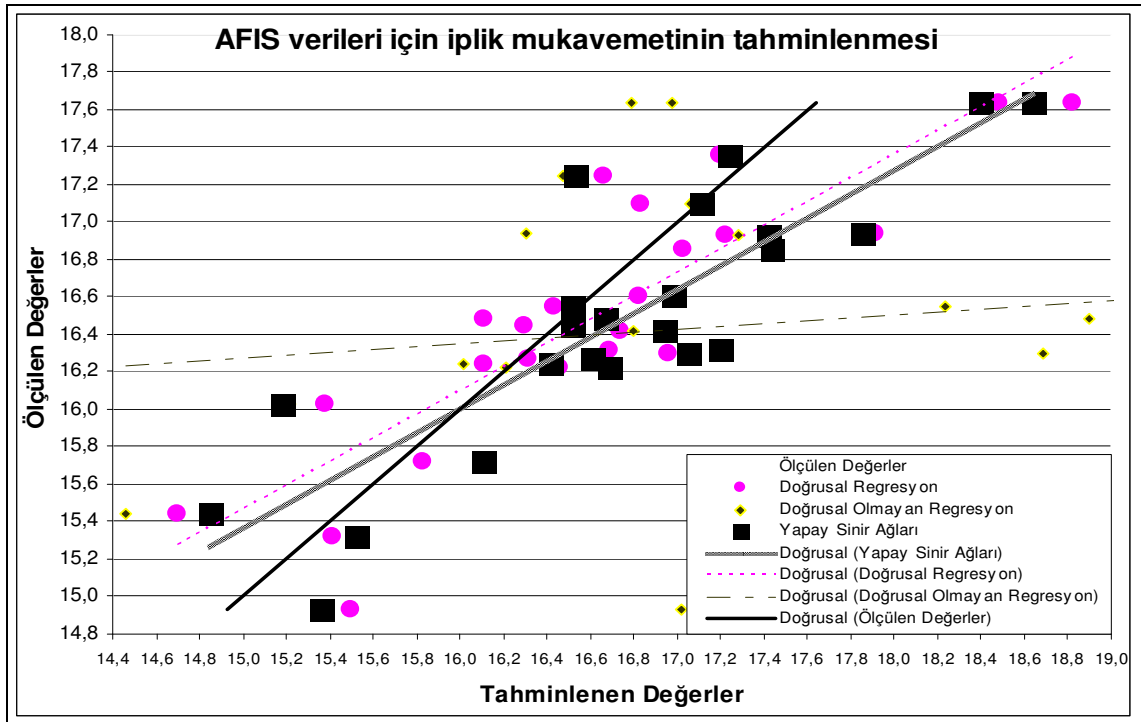
Şekil 5.12 İplik tüylülüğü için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı

Şekil 5.12 incelendiğinde, iplik tüylülüğü için farklı modellerin tahminleme sonuçlarına ait eğilim çizgileri görülmektedir. Ölçülen değerlerin oluşturduğu eğilim çizgisine en yakın eğilim çizgisinin yapay sinir ağlarına ait olan eğilim çizgisi olduğu görülmektedir.



Şekil 5.13 İplik kopma uzaması için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı

Şekil 5.13 incelendiğinde, iplik kopma uzaması için farklı modellerin tahminleme sonuçlarına ait eğilim çizgileri görülmektedir. Ölçülen değerlerin oluşturduğu eğilim çizgisine en yakın eğilim çizgisinin yapay sinir ağlarına ait olan eğilim çizgisi olduğu görülmektedir.



Şekil 5.14 İplik mukavemeti için ölçülen ve tahminlenen değerlerin dağılımı

Şekil 5.14 incelendiğinde, iplik mukavemeti için farklı modellerin tahminleme sonuçlarına ait eğilim çizgileri görülmektedir. Ölçülen değerlerin oluşturduğu eğilim çizgisine en yakın eğilim çizgisinin yapay sinir ağlarına ait olan eğilim çizgisi olduğu görülmektedir.

5.2. İplik Özelliklerine Etki Eden Lif Parametreleri

5.2.1. HVI verileri için iplik özelliklerine etki eden faktörler

İplik düzgünlüğü: Tablo 4.12 incelendiğinde, iplik düzgünlüğüne etki eden en önemli faktörlerin iplik numarası ve lif parlaklığı (Rd) olduğu gözlenmiştir. İplik numarası iplik düzgünlüğünü olumlu yönde etkilerken, lif parlaklığı olumsuz yönde etkilemektedir. Buna göre, iplik inceldikçe ve lif parlaklığı azaldıkça iplikteki kütle varyasyonu artmaktadır. Bununla birlikte, elde edilen sonuçlar istatistiki olarak önemli olsa da üniformite oranının iplik düzgünlüğüne etkisinin daha yüksek olması gerektiği tarafımızca düşünülmektedir. İplik düzgünlüğüne etki eden diğer HVI parametreleri ve bu parametrelere ait varyans analizi sonuçları Ek Tablo 5'de sunulmuştur.

İplikteki ince yer sayısı: Tablo 4.14 incelendiğinde, iplikteki ince yer sayısına etki eden en önemli faktörün iplik numarası olduğu gözlenmiştir. İplik numarası iplikteki ince yer sayısını olumlu yönde etkilemektedir. Buna göre, iplik inceldikçe iplikteki ince yer sayısı artmaktadır. İplikteki ince yer sayısına etki eden diğer HVI parametreleri ve bu parametrelere ait varyans analizi sonuçları Ek Tablo 6'da sunulmuştur.

İplikteki kalın yer sayısı: Tablo 4.16 incelendiğinde, iplikteki kalın yer sayısına etki eden en önemli faktörlerin iplik numarası ve lif parlaklığı (Rd) olduğu gözlenmiştir. İplik numarası iplikteki kalın yer sayısını olumlu yönde etkilerken, lif parlaklığı olumsuz yönde etkilemektedir. Buna göre, iplik inceldikçe ve lif parlaklığı azaldıkça iplikteki kalın yer sayısı artmaktadır. İplikteki kalın yer sayısına etki eden diğer HVI parametreleri ve bu parametrelere ait varyans analizi sonuçları Ek Tablo 7'de sunulmuştur.

İplikteki neps sayısı: Tablo 4.18 incelendiğinde, iplikteki neps sayısına etki eden en önemli faktörün iplik numarası olduğu gözlenmiştir. İplik numarası iplikteki neps sayısını olumlu yönde etkilemektedir. Buna göre, iplik inceldikçe iplikteki neps sayısı artmaktadır. İplikteki neps miktarına ilişkin elde edilen sonuçlar, Özçelik ve Kırtay (2006) ile paralellik göstermektedir. İplikteki neps sayısına etki eden diğer HVI parametreleri ve bu parametrelere ait varyans analizi sonuçları Ek Tablo 8'de sunulmuştur.

İplik tüylülüğü: Tablo 4.20 incelendiğinde, iplik tüylülüğüne etki eden en önemli faktörlerin iplik numarası ve lif parlaklığı (Rd) olduğu gözlenmiştir. İplik numarası ve lif parlaklığı, iplik düzgünlüğünü olumsuz yönde etkilemektedir. Buna göre, iplik inceldikçe ve lif parlaklığı azaldıkça iplik tüylülüğü artmaktadır. İplik tüylülüğüne ilişkin elde edilen sonuçlar Atlas ve Kadoğlu (2006) ile paralellik göstermektedir. İplik tüylülüğüne etki eden diğer HVI parametreleri ve bu parametrelere ait varyans analizi sonuçları Ek Tablo 9'de sunulmuştur.

İplik kopma uzaması: Tablo 4.22 incelendiğinde, iplik kopma uzamasına etki eden en önemli faktörlerin iplik numarası, lif parlaklığı (Rd), lif inceliği ve kısa lif içeriği (SF) olduğu gözlenmiştir. İplik numarası, lif parlaklığı ve kısa lif içeriği iplik kopma uzamasını olumsuz yönde etkilerken, lif inceliği olumlu yönde etkilemektedir. Buna

göre, iplik kalınlaştıkça, lif parlaklığı ve kısa lif içeriği azaldıkça ve son olarak lif kalınlaştıkça ipliğin kopma uzaması artmaktadır. Bununla birlikte, elde edilen sonuçlar istatistiki olarak önemli olsa da lif mukavemetinin ve lif kopma uzamasının iplik kopma uzamasına etkisinin daha yüksek olması gerektiği tarafımızca düşünülmektedir. İplik kopma uzamasına etki eden diğer HVI parametreleri ve bu parametrelere ait varyans analizi sonuçları Ek Tablo 10'de sunulmuştur.

İplik mukavemeti: Tablo 4.24 incelendiğinde, iplik mukavemetine etki eden en önemli faktörlerin iplik numarası, lif parlaklığı (Rd), lif inceliği ve kısa lif içeriği (SF) olduğu gözlenmiştir. İplik numarası ve kısa lif içeriği iplik mukavemetini olumsuz yönde etkilerken, lif parlaklığı ve lif inceliği olumlu yönde etkilemektedir. Buna göre, iplik kalınlaştıkça, kısa lif içeriği azaldıkça, lif parlaklığı arttıkça ve son olarak lif kalınlaştıkça ipliğin mukavemeti artmaktadır. Bununla birlikte, elde edilen sonuçlar istatistiki olarak önemli olsa da lif mukavemetinin iplik mukavemetine etkisinin daha yüksek olması gerektiği tarafımızca düşünülmektedir. İplik mukavemetine etki eden diğer HVI parametreleri ve bu parametrelere ait varyans analizi sonuçları Ek Tablo 11'de sunulmuştur.

5.2.2. AFIS verileri için iplik özelliklerine etki eden lif özellikleri

İplik düzgünsüzlüğü: Tablo 4.26 incelendiğinde, iplik düzgünsüzlüğüne etki eden en önemli faktörlerin iplik numarası ve tohum kabuğu nepsi büyüklüğü (SCN- μ m) olduğu gözlenmiştir. İplik numarası iplik düzgünsüzlüğünü olumlu yönde etkilerken, tohum kabuğu nepsi büyüklüğü (SCN- μ m) olumsuz yönde etkilemektedir. Buna göre, iplik inceldikçe ve tohum kabuğu nepsi büyüklüğü (SCN- μ m) azaldıkça iplikteki kütle varyasyonu artmaktadır. İplik düzgünsüzlüğüne etki eden diğer AFIS parametreleri ve bu parametrelere ait varyans analizi sonuçları Ek Tablo 12'de sunulmuştur.

İplikteki ince yer sayısı: Tablo 4.28 incelendiğinde, iplikteki ince yer sayısına etki eden en önemli faktörlerin iplik numarası ve tohum kabuğu nepsi büyüklüğü (SCN- μ m) olduğu gözlenmiştir. İplik numarası, iplikteki ince yer sayısını olumlu yönde etkilerken, tohum kabuğu nepsi büyüklüğü (SCN- μ m) olumsuz yönde etkilemektedir. Buna göre, iplik inceldikçe ve tohum kabuğu nepsi büyüklüğü (SCN- μ m) azaldıkça iplikteki ince

yer sayısı artmaktadır. İplikteki ince yer sayısına etki eden diğer AFIS parametreleri ve bu parametrelere ait varyans analizi sonuçları Ek Tablo 13'de sunulmuştur.

İplikteki kalın yer sayısı: Tablo 4.30 incelendiğinde, iplikteki kalın yer sayısına etki eden en önemli faktörlerin iplik numarası ve tohum kabuğu nepsi büyüklüğü (SCN- μm) olduğu gözlenmiştir. İplik numarası, iplikteki kalın yer sayısını olumlu yönde etkilerken, tohum kabuğu nepsi büyüklüğü (SCN- μm) olumsuz yönde etkilemektedir. Buna göre, iplik inceldikçe ve tohum kabuğu nepsi büyüklüğü (SCN- μm) azaldıkça iplikteki kalın yer sayısı artmaktadır. İplikteki kalın yer sayısına etki eden diğer AFIS parametreleri ve bu parametrelere ait varyans analizi sonuçları Ek Tablo 14'de sunulmuştur.

İplikteki neps sayısı: Tablo 4.32 incelendiğinde, iplikteki neps sayısına etki eden en önemli faktörün iplik numarası olduğu gözlenmiştir. İplik numarası, iplikteki neps sayısını olumlu yönde etkilemektedir. Buna göre, iplik inceldikçe iplikteki neps sayısı artmaktadır. İplikteki neps sayısına etki eden diğer AFIS parametreleri ve bu parametrelere ait varyans analizi sonuçları Ek Tablo 15'de sunulmuştur.

İplik tüylülüğü: Tablo 4.34 incelendiğinde, iplik tüylülüğüne etki eden en önemli faktörlerin iplik numarası, olgun olmayan lif yüzdesi (IFC) ve ağırlık esaslı ortalama lif uzunluğu varyasyonu (L_w-CV) olduğu gözlenmiştir. İplik numarası ve ağırlık esaslı ortalama lif uzunluğu varyasyonu, iplik tüylülüğünü olumsuz yönde etkilerken, olgun olmayan lif yüzdesi olumlu yönde etkilemektedir. Buna göre, iplik kalınlaştıkça, lif uzunluğundaki varyasyon azaldıkça ve olgun olmayan lif yüzdesi arttıkça iplik tüylülüğü artmaktadır. İplik tüylülüğüne etki eden diğer AFIS parametreleri ve bu parametrelere ait varyans analizi sonuçları Ek Tablo 16'de sunulmuştur.

İplik kopma uzaması: Tablo 4.36 incelendiğinde, iplik kopma uzamasına etki eden en önemli faktörlerin iplik numarası ve ortalama neps büyüklüğü (Neps- μm) olduğu gözlenmiştir. İplik numarası ve ortalama neps büyüklüğü, iplik kopma uzamasını olumsuz yönde etkilemektedir. Buna göre, iplik kalınlaştıkça ve neps büyüklüğü (Neps- μm) azaldıkça iplik kopma uzaması artmaktadır. İplik kopma uzamasına etki eden diğer AFIS parametreleri ve bu parametrelere ait varyans analizi sonuçları Ek Tablo 17'de sunulmuştur.

İplik mukavemeti: Tablo 4.38 incelendiğinde, iplik mukavemetine etki eden en önemli faktörlerin tohum kabuğu nepsi büyüklüğü (SCN- μm), iplik numarası, tohum kabuğu nepsi adedi (SCN-adet/gr), %2,5 stapel uzunluğu, üst çeyrek uzunluğu (UQL) ve olgunluk yüzdesi (Mat. Ratio) olduğu gözlenmiştir. İplik numarası ve üst çeyrek uzunluğu, iplik mukavemetini olumsuz yönde etkilerken, tohum kabuğu nepsi büyüklüğü (SCN- μm), tohum kabuğu nepsi adedi (SCN-adet/gr), %2,5 stapel uzunluğu ve olgunluk yüzdesi (Mat. Ratio) olumlu yönde etkilemektedir. Buna göre, iplik kalınlaştıkça, üst çeyrek uzunluğu azaldıkça; tohum kabuğu nepsi büyüklüğü (SCN- μm), tohum kabuğu nepsi adedi (SCN-adet/gr), %2,5 stapel uzunluğu ve lif olgunluk yüzdesi arttıkça iplik mukavemeti de artmaktadır. Bununla birlikte, lif mukavemeti iplik özelliğini etkileyen en önemli parametrelerden biri olduğu tarafımızca düşünülmektedir. AFIS test cihazı ile lif mukavemeti ve lif kopma uzaması ölçülemediği için, AFIS verileri ile iplik mukavemetinin tahminlenmesinin istatistiki açıdan önemli olsa da sağlıklı sonuçlar vermeyeceği düşünülmektedir. İplik mukavemetine etki eden diğer AFIS parametreleri ve bu parametrelere ait varyans analizi sonuçları Ek Tablo 18'de sunulmuştur.

5.3. Öneriler

Yapılan çalışmaya ek olarak, ring iplikçiliğinde daha ince numaralarda (Ne50, Ne60 vs.) karde veya penye iplikleri üretilerek istatistiki olarak elde edilen sonuçların belirli bölgelerde (özellikle Ne24 – Ne36 arasında) kümelenmesi önlenebilir. Ayrıca, ilerideki çalışmalar için farklı ürün gamlarından farklı hammaddeler kullanılarak (viskoz, PES, PES/Pamuk karışımı vs.); farklı iplik üretim yöntemleri (rotor, kompakt, air-jet vs.) kullanılarak; farklı YSA algoritmaları kullanılarak (back-propagation, Kohonen vs.); tahminlemede bağımsız değişken olarak farklı özellikler (fıtıl numarası, fıtıl düzgünlüğü vs.) kullanılarak veya farklı ölçüm cihazlarından alınan test sonuçları kullanılarak yapılan çalışmaya benzer bir çalışma tekrarlanabilir.

KAYNAKLAR

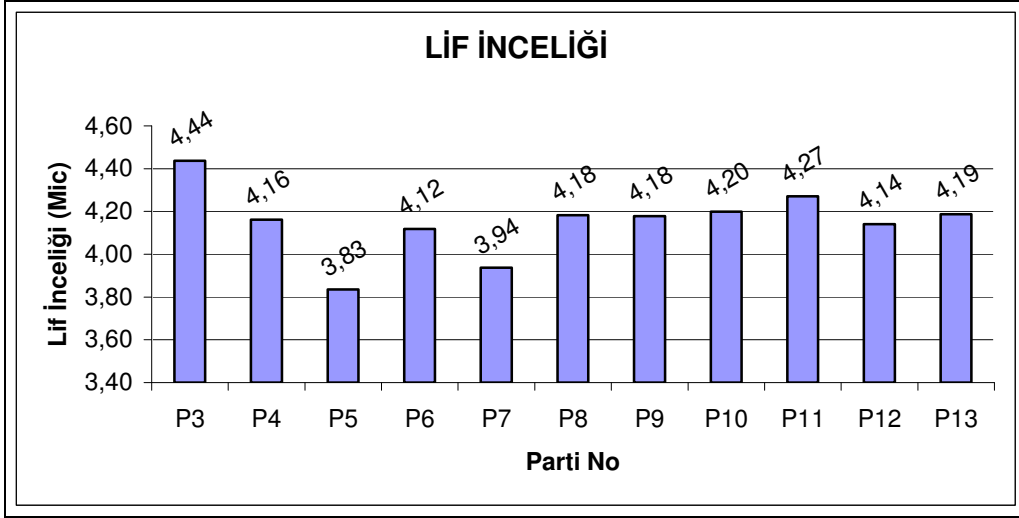
- Aggarwal, S. K., (1989), A Model to Estimate the Breaking Elongation of High Twist Ring Spun Cotton Yarns, Part I: Derivation of the Model for Yarns from Single Cotton Varieties, *Textile Research Journal*, 59, 691-695.
- Atlas S. and Kadoğlu H., (2006), Determining Fibre Properties and Linear Density Effect on Cotton Yarn Hairiness in Ring Spinning, *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 14, 48-51.
- Cheng Y. S. J. and Cheng K. P. S., (2004), Case-Based Reasoning System for Predicting Yarn Tenacity, *Textile Research Journal*, 74(8), 718-722.
- Duerst S. J., (1951), Predicting Cotton Yarn Strength, *Textile Luds*, 115(9), 161-163.
- Engelhardt A., (2008), Manmade Fibers Continue Pace of Outgrowing All Other Fibers, *International Fiber Journal*, 23(3), 6-35.
- Elmas, Ç., (2003), Yapay Sinir Ağları, *Seçkin Yayınevi*, ISBN: 975 347 612 4, Ankara, 192s
- Fausett, L., (1994), Fundamentals of neural networks, *Prentice-Hall, Inc.*, ISBN-13: 978-0133341867, USA, 461s.
- Gemici B., (1999), Pamuk İplikçiliği Ders Kitabı, *Ege Üniversitesi Yayınları*, İzmir, 241s.
- Hagan, Martin T., Demuth, Howard B. and Beale M., (1996), Neural Network Design, *PWS Publishing Company*, New York.
- Haykin S., (1994), Neural Networks: A Comprehensive Foundation, *Macmillan College Publishing*, New York.
- Hearle J. W. S., Grosberg P. and Backer S., (1969), Theory of the Extension of Continuous Filament Yarns, Structural Mechanics of Fibers, Yarns and Fabrics Volume 1, SBN 471 36669 2, *John Wiley & Sons Inc.*, New York, 200-204.
- Hunter L., (2004), Predicting Cotton Yarn Properties From Fibre Properties in Practise, *27th International Cotton Conference Bremen*, Germany, 62-70.
- Majumdar A. and Majumdar P. K., (2004), Predicting the Breaking Elongation of Ring Spun Cotton Yarns Using Mathematical, Statistical, and Artificial Neural Network Models, *Textile Research Journal*, 74(7), 652-655.

- Özçelik G., (2004), Elyaf Nepsinin İplik Nepsi Üzerine Etkisinin İncelenmesi ve Türkiye'deki Bazı İşletmelerde Deneysel Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 179s.
- Özçelik G. and Kırtay E., (2006), Examination of the Influence of Selected Fibre Properties on Yarn Neppiness, *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 14, 52-57.
- Pan N., Hua T. and Qiu Y., (2001), Relationship Between Fiber and Yarn Strength, *Textile Research Journal*, 71(11), 960-964.
- Treloar, L. R. G. and Riding, G. (1963), Theory of The Stres-Strain. Properties of Continuous Filament Yarn, *Journal of Textile Institute*, 54, 156-170.
- Turhan Y., Tokat S. and Eren R., 2007, Statistical and Computational Intelligence Tools for The Analyses of Warp Tension in Different Back-Rest Oscillations, *Information Science*, 177, 5237-5252.
- Üreyen M. E., (2004), Ring Pamuk İpliklerinin Özelliklerine Lif Özelliklerinin Etkisinin Fonksiyonel Olarak Tahminlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 209s.
- Üreyen M. E. and Kadoğlu H., (2006), Regressional Estimation of Ring Cotton Yarn Properties from HVI Fiber Properties, *Textile Research Journal*, 76(5), 360-366
- WEB_1 (2007). Türkiye'de Pamuk Üretimi ve Sorunları, <http://www.zmo.org.tr/etkinlikler/6tk05/022oktaygencer.pdf> (20.05.2007)
- WEB_2 (2007). Dikkat: Bu yıl dünyada tekstil yatırımlarının yarından fazlasını Çin tek başına yaptı, *Tekstil İşveren*. <http://www.tekstilisveren.org/content/view/385/41/> (25.09.2006)
- WEB_3 (2007). Türkiye'de Pamuk Pazarı: Gelecekteki Talebi Etkileyen Faktörlerin Değerlendirilmesi, *Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Proje Raporları*. <http://www.aeri.org.tr/pdf/49%20-%20PRpamuk.pdf> (20.05.2007)
- WEB_4 (2007). Veritabanı Normalizasyonu. <http://www.e-turka.com/index.php?islem=detay&id=117> (30.05.2007)
- WEB_5 (2007). Yapay Sinir Ağları. <http://ekitaplar53.googlepages.com/YapaySinirAglari.doc> (20.05.2007)
- Zeidman M. and Sawhney P. S., (2002), Influence of Fiber Length Distribution on Strength Efficiency of Fibers in Yarn, *Textile Research Journal*, 72(3), 216-220
- Zeng Y. C., Wang K. F. and Yu C. W., (2004), Predicting the Tensile Properties of Air-Jet Spun Yarns, *Textile Research Journal*, 74(8), 689-694.
- Zhu R. and Ethridge M. D., (1997), Predicting Hairiness for Ring and Rotor Spun Yarns and Analyzing the Impact of Fiber Properties, *Textile Research Journal*, 67, 694-698.

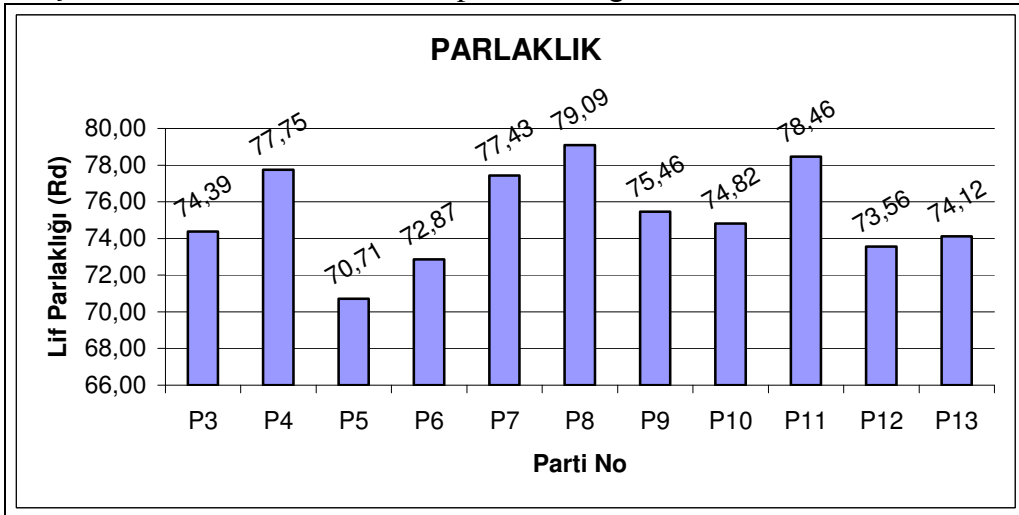
EKLER

EK-1 HVI VERİLERİ İLE ELDE EDİLEN GRAFİKLER

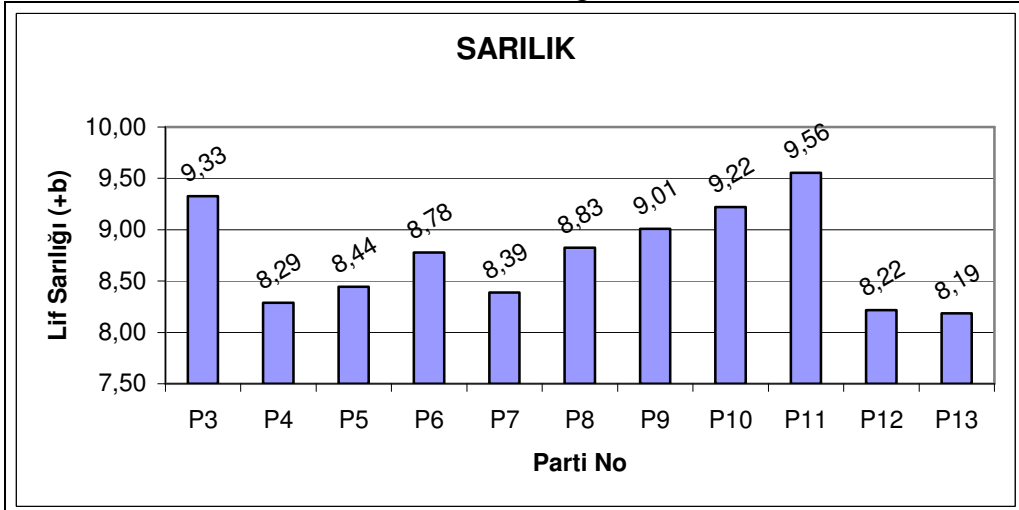
Ek Şekil 1 Karde harmanına ait lif incelik değerleri

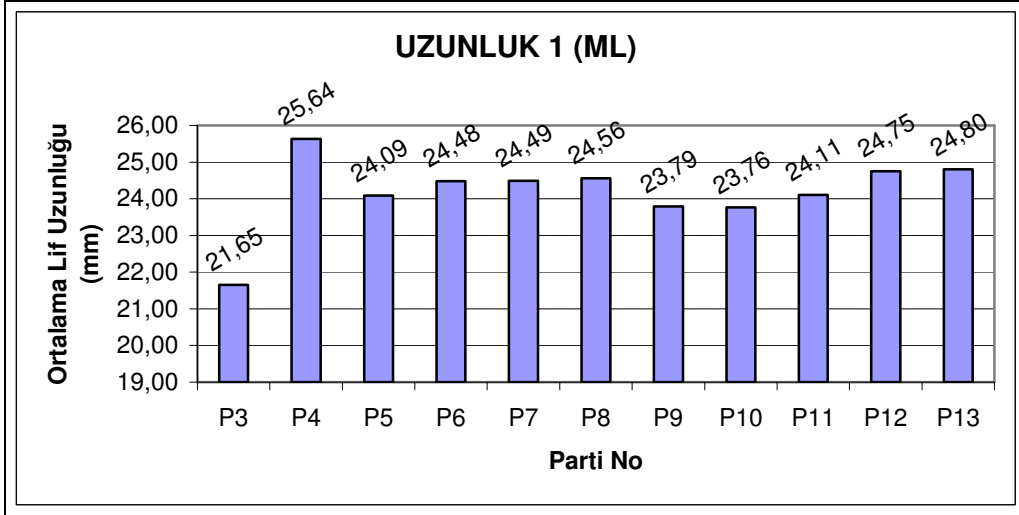
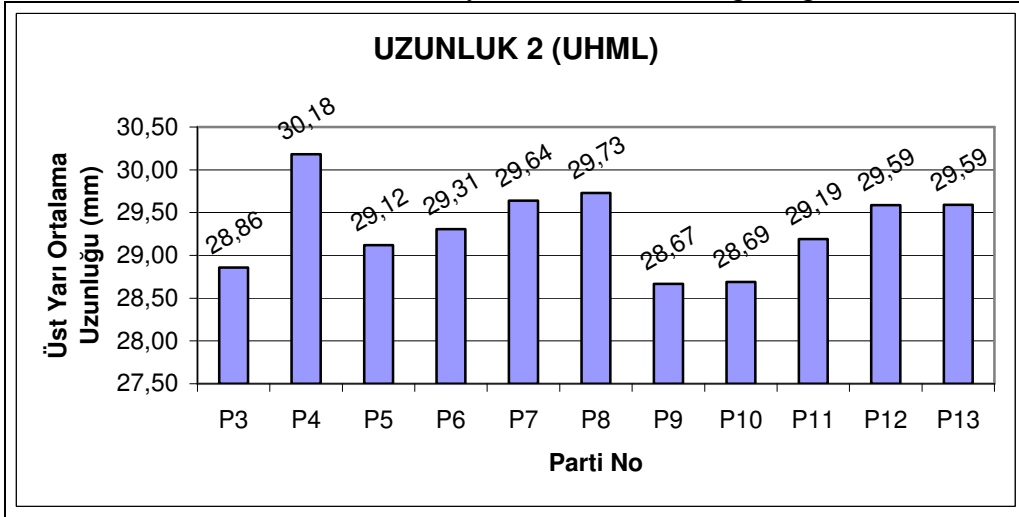
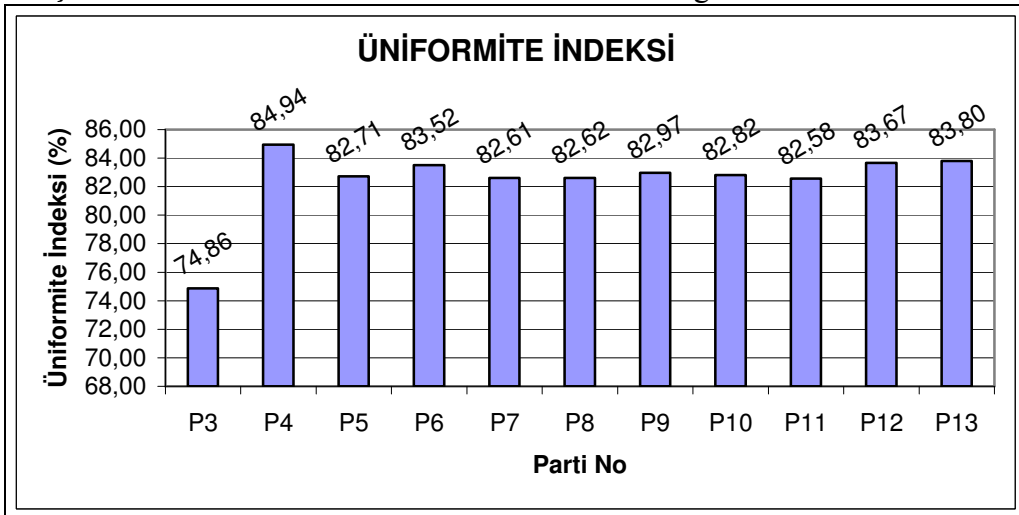


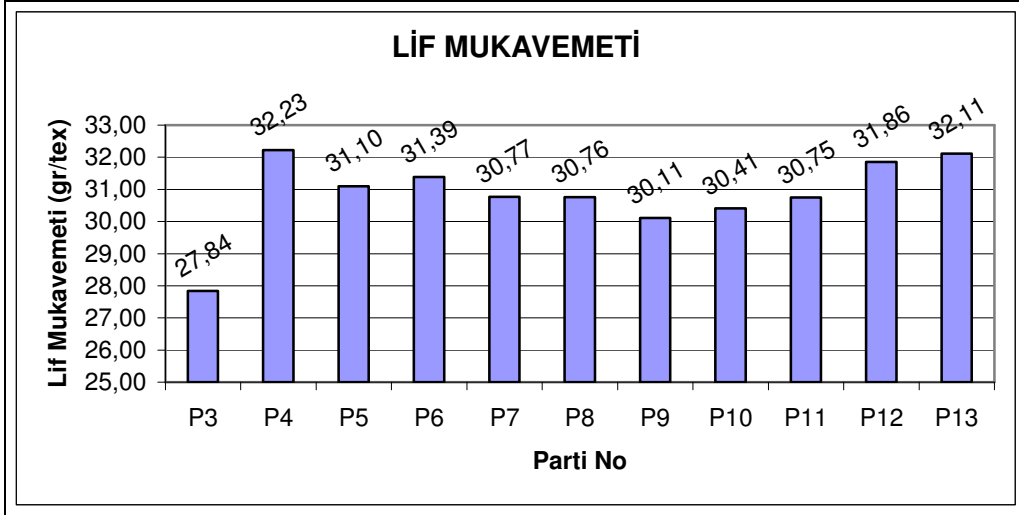
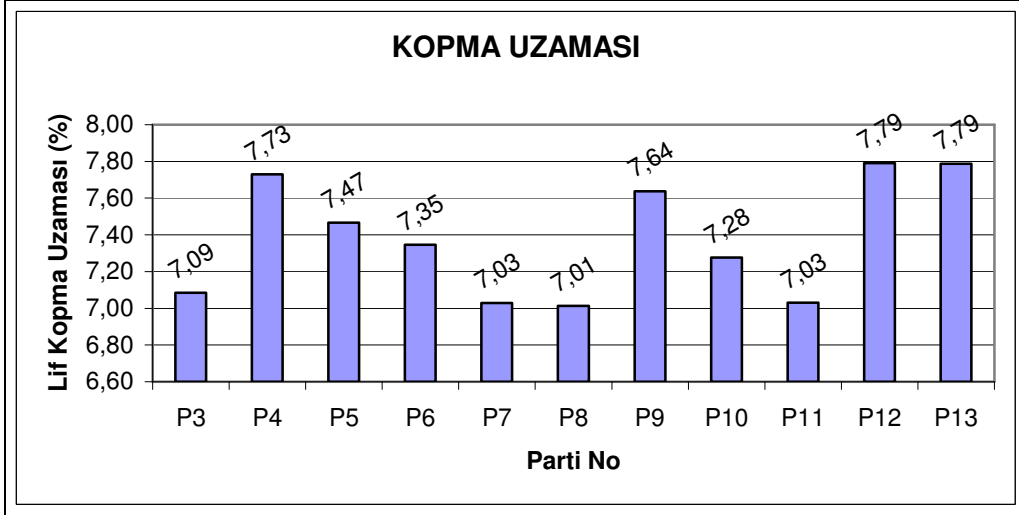
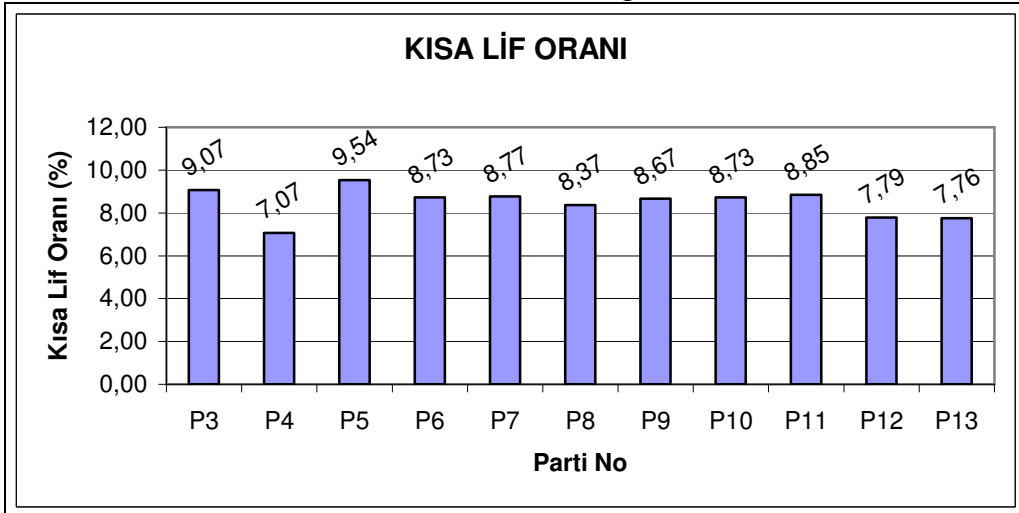
Ek Şekil 2 Karde harmanına ait lif parlaklık değerleri



Ek Şekil 3 Karde harmanına ait lif sarılık değerleri

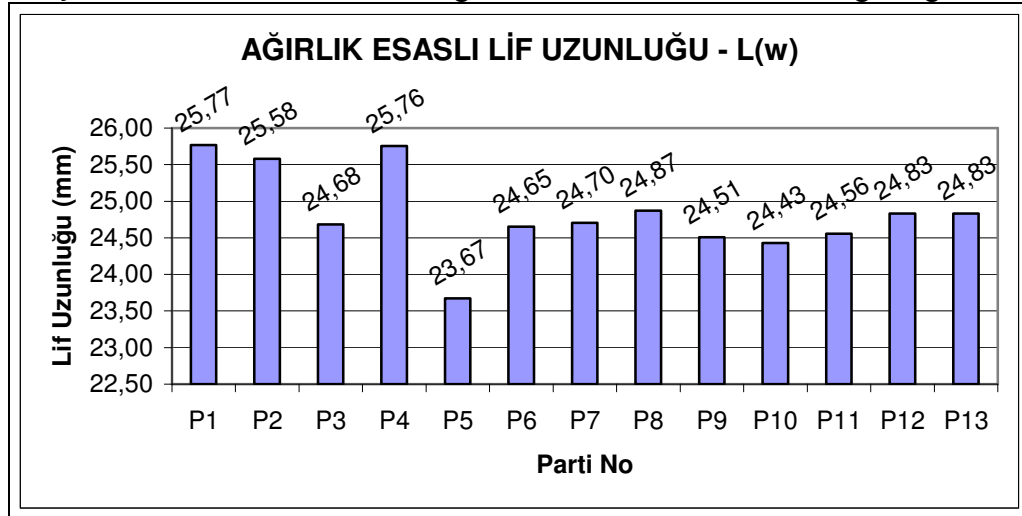


Ek Şekil 4 Karde harmanına ait ortalama lif uzunluğu değerleri**Ek Şekil 5** Karde harmanına ait üst yarı ortalama uzunluğu değerleri**Ek Şekil 6** Karde harmanına ait üniformite indeksi değerleri

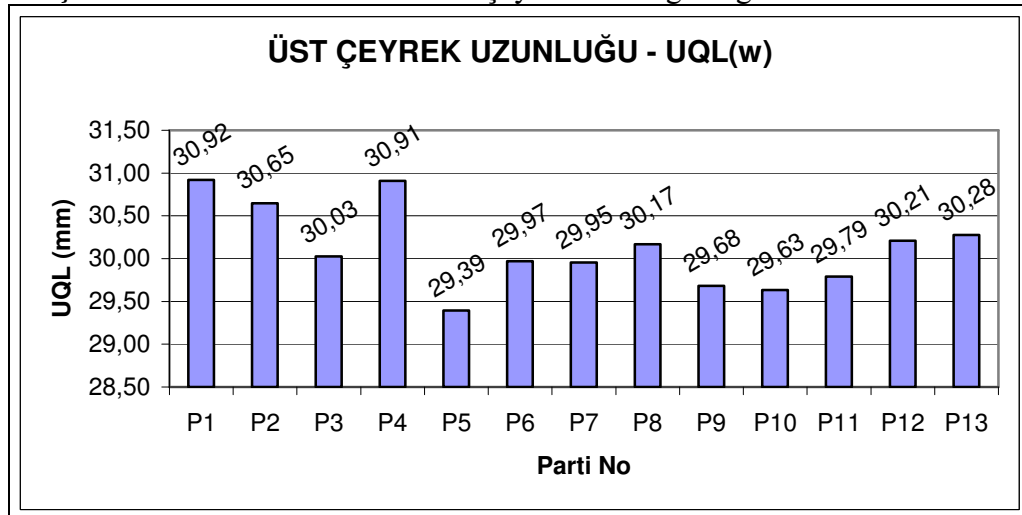
Ek Şekil 7 Karde harmanına ait lif mukavemeti değerleri**Ek Şekil 8** Karde harmanına ait lif kopma uzaması değerleri**Ek Şekil 9** Karde harmanına ait kısa lif oranı değerleri

EK-2 AFIS VERİLERİ İLE ELDE EDİLEN GRAFİKLER

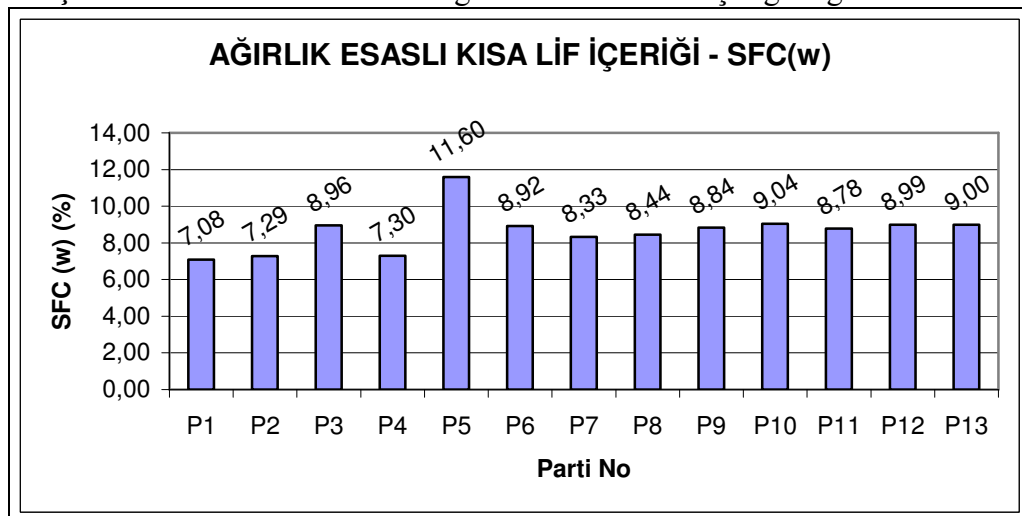
Ek Şekil 10 Karde harmanına ait ağırlık esaslı ortalama lif uzunluğu değerleri

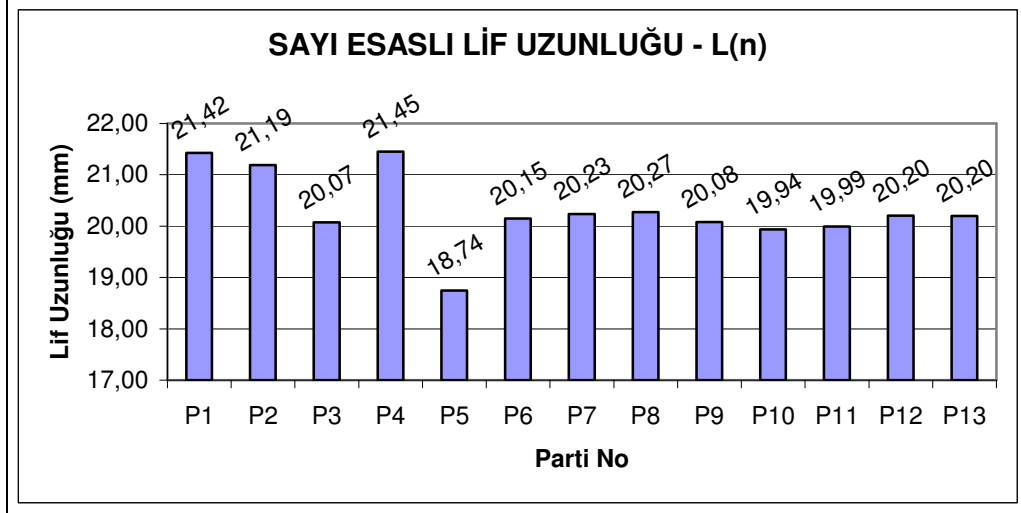
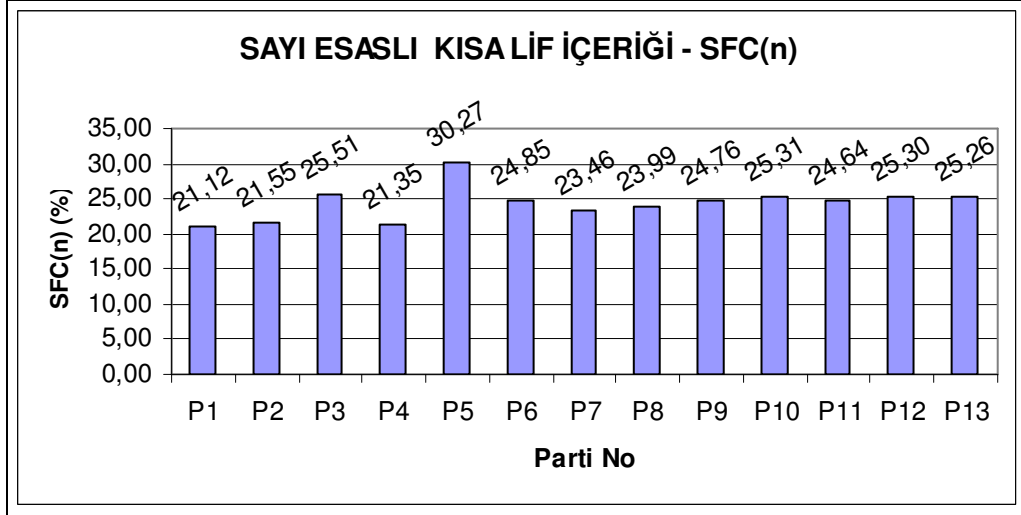
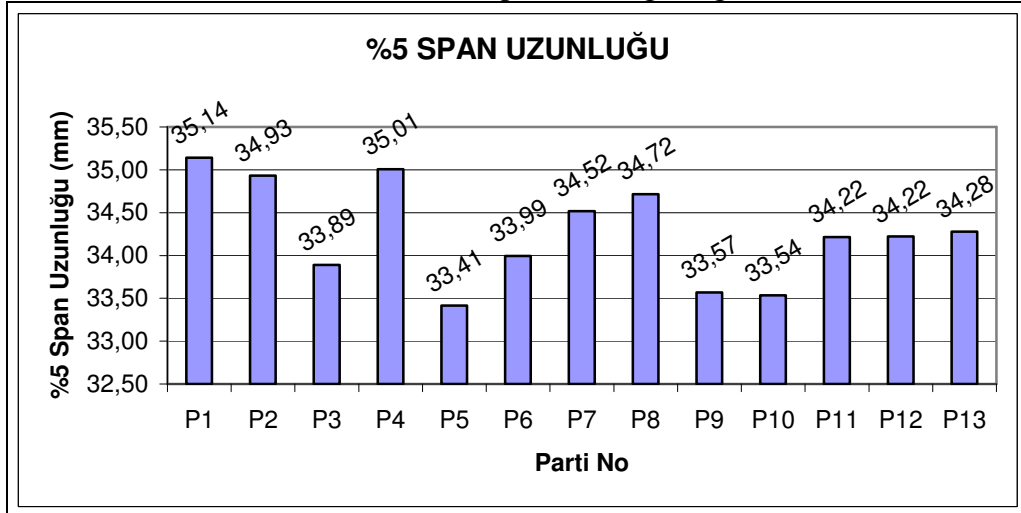


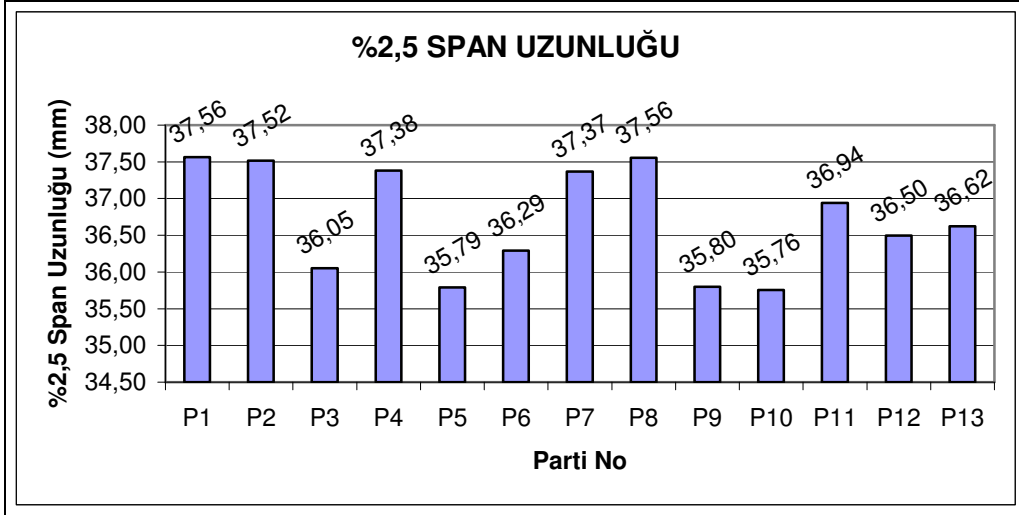
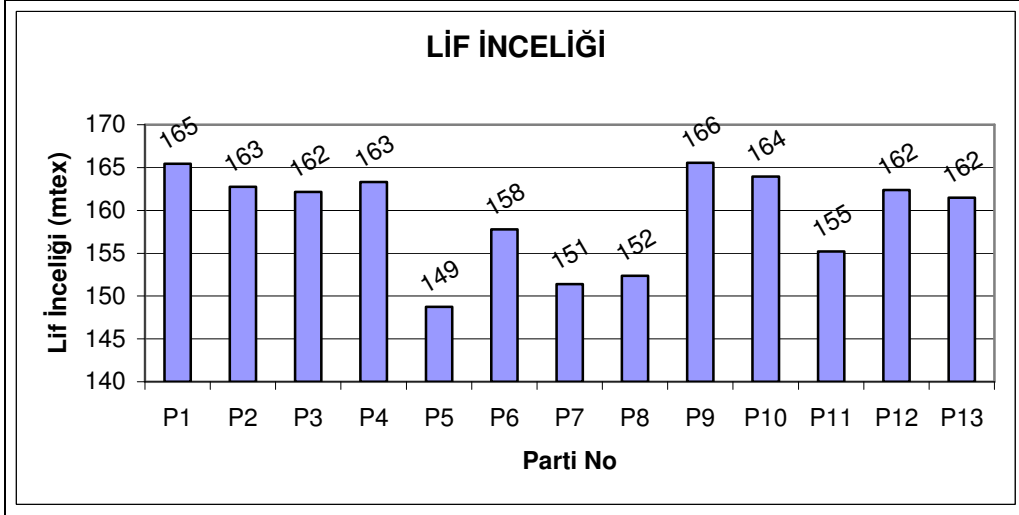
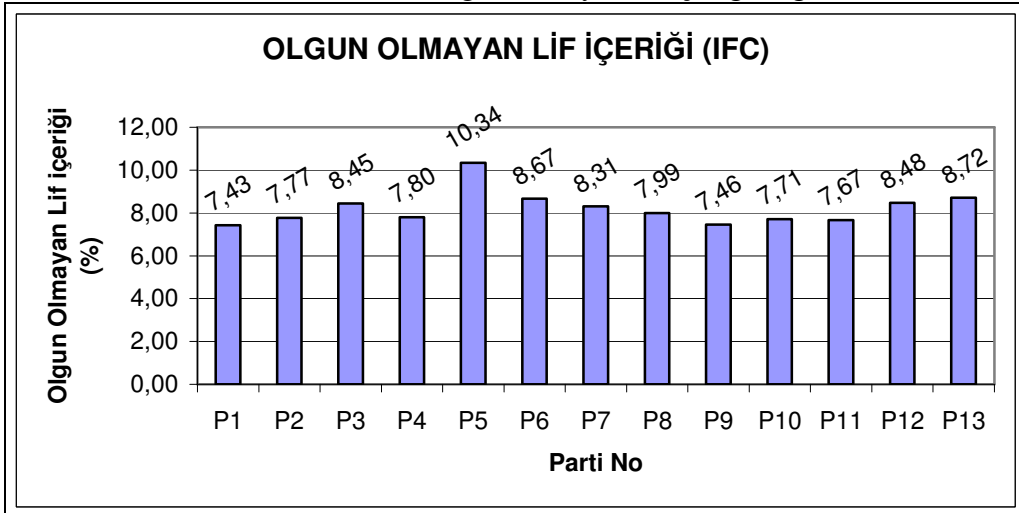
Ek Şekil 11 Karde harmanına ait üst çeyrek uzunluğu değerleri

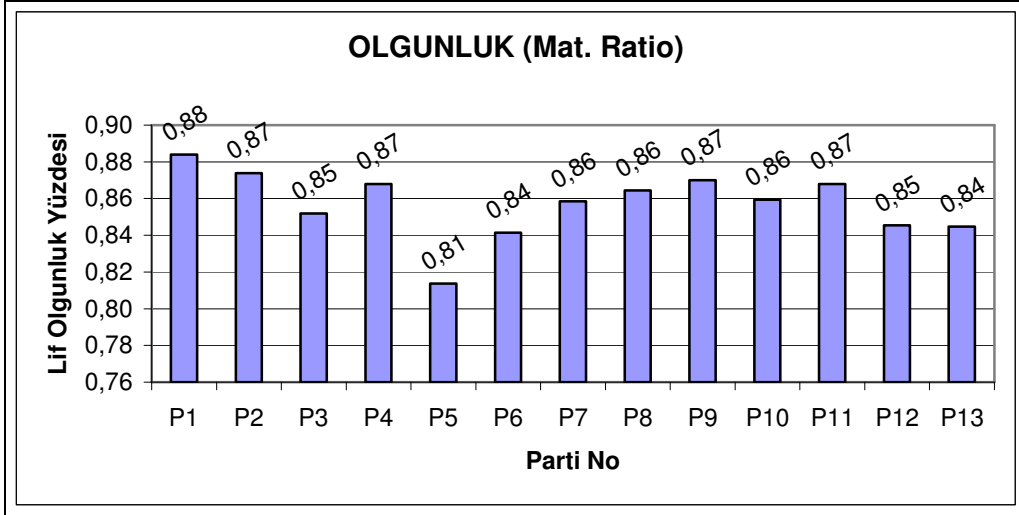
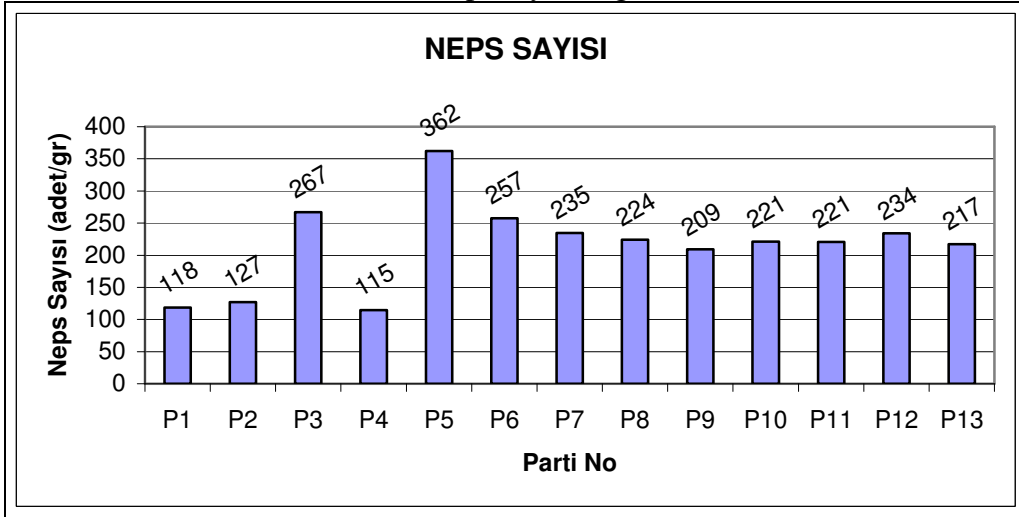
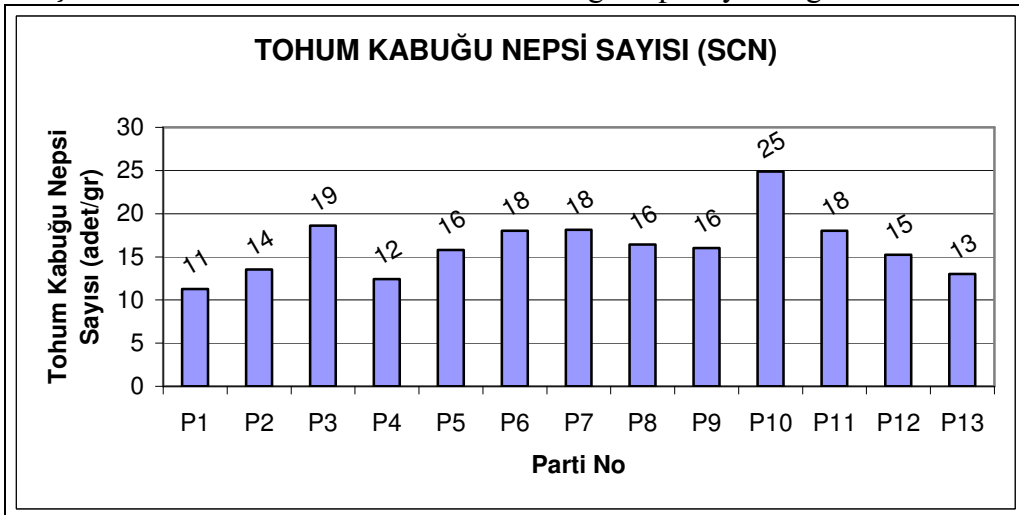


Ek Şekil 12 Karde harmanına ait ağırlık esaslı kısa lif içeriği değerleri

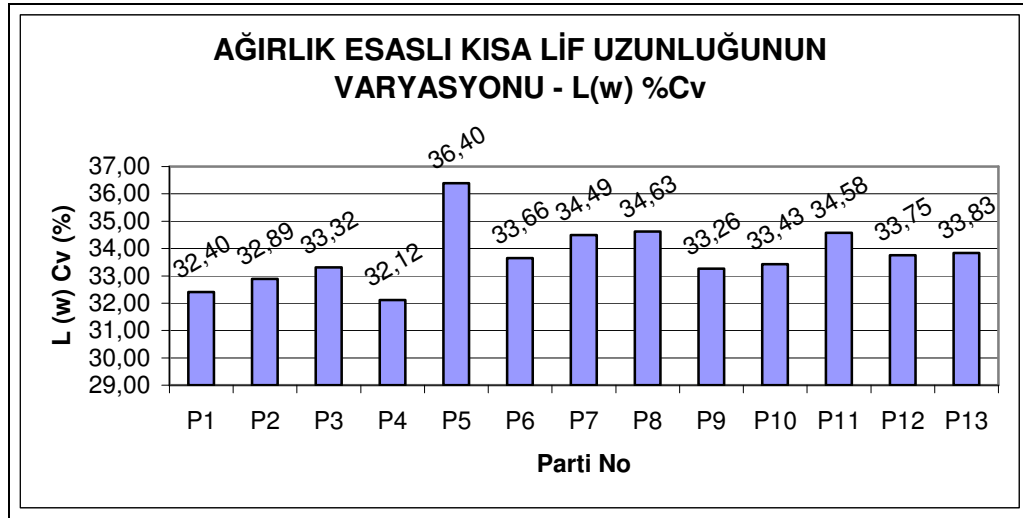


Ek Şekil 13 Karde harmanına ait sayı esaslı ortalama lif uzunluğu değerleri**Ek Şekil 14** Karde harmanına ait sayı esaslı kısa lif içeriği değerleri**Ek Şekil 15** Karde harmanına ait %5 span uzunluğu değerleri

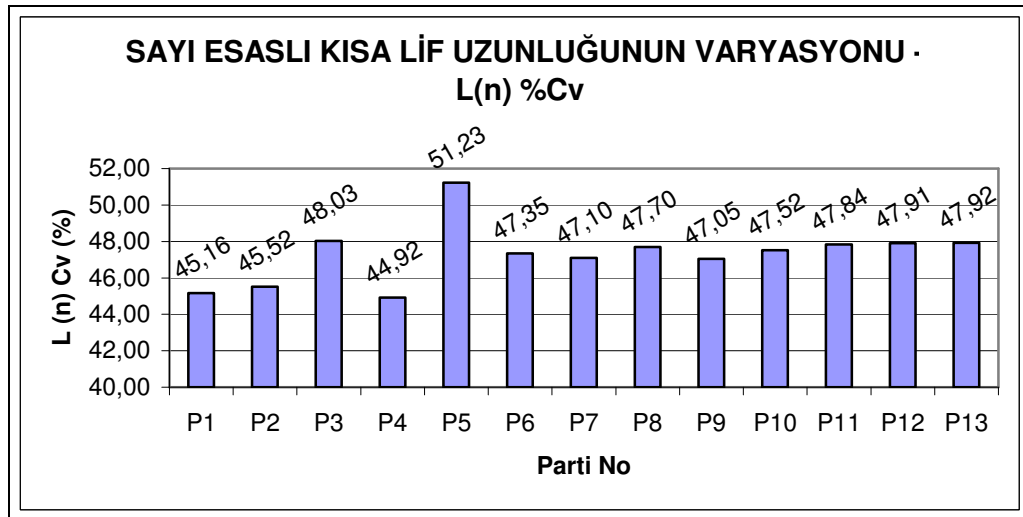
Ek Şekil 16 Karde harmanına ait %2,5 span uzunluğu değerleri**Ek Şekil 17** Karde harmanına ait lif inceliği değerleri**Ek Şekil 18** Karde harmanına ait olgun olmayan lif içeriği değerleri

Ek Şekil 19 Karde harmanına ait lif olgunluğu değerleri**Ek Şekil 20** Karde harmanına ait neps sayısı değerleri**Ek Şekil 21** Karde harmanına ait tohum kabuğu neps sayısı değerleri

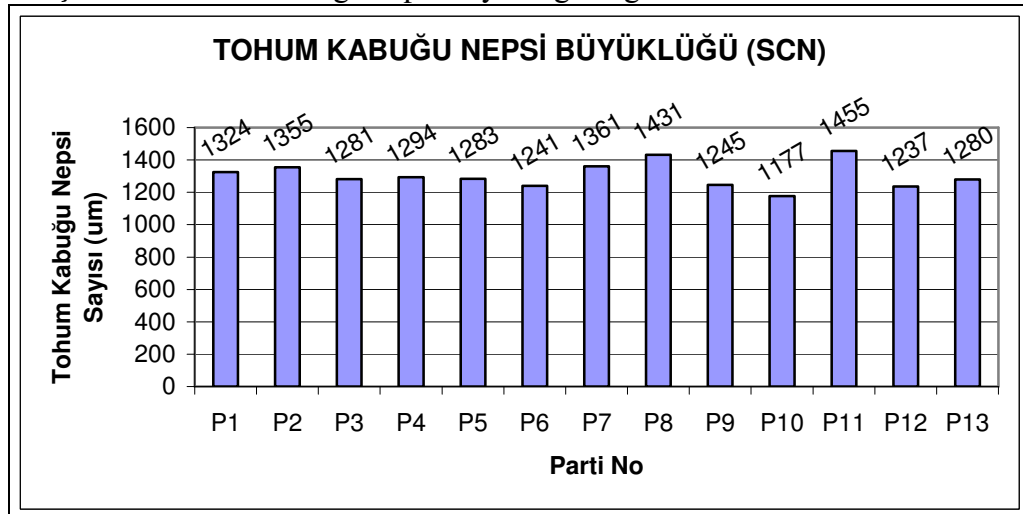
Ek Şekil 22 Ağırlık esaslı lif uzunluğu varyasyonu değerleri

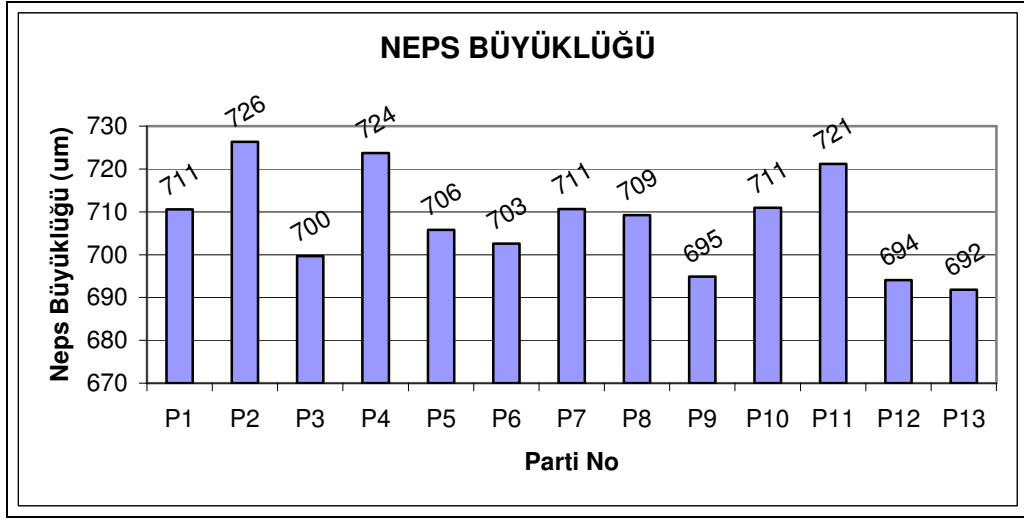


Ek Şekil 23 Sayı esaslı lif uzunluğu varyasyonu değerleri



Ek Şekil 24 Tohum kabuğu nepsî büyüklüğü değerleri



Ek Şekil 25 Neps büyüklüğü değerleri

EK-3 3CV METODU İÇİN OLUŞTURULAN TABLOLAR

Ek Tablo 1 HVI lif verileri için 3CV metodu

	Parti No	İplik No	MIC	Rd	b	Len 2	Mukavemet	Elong.	S.F.
F1	P3	19,85	4,44	74,39	9,33	28,86	27,84	7,09	9,07
	P8	19,98	4,18	79,09	8,83	29,73	30,76	7,01	8,37
	P11	19,87	4,27	78,46	9,56	29,19	30,75	7,03	8,85
	P3	23,93	4,44	74,39	9,33	28,86	27,84	7,09	9,07
	P6	24,09	4,12	72,87	8,78	29,31	31,39	7,35	8,73
	P9	23,85	4,18	75,46	9,01	28,67	30,11	7,64	8,67
	P12	23,77	4,14	73,56	8,22	29,59	31,86	7,79	7,79
	P3	29,89	4,44	74,39	9,33	28,86	27,84	7,09	9,07
	P6	29,85	4,12	72,87	8,78	29,31	31,39	7,35	8,73
	P9	29,86	4,18	75,46	9,01	28,67	30,11	7,64	8,67
	P12	29,82	4,14	73,56	8,22	29,59	31,86	7,79	7,79
	P4	39,17	4,16	77,75	8,29	30,18	32,23	7,73	7,07
	P7	40,35	3,94	77,43	8,39	29,64	30,77	7,03	8,77
	P11	40,10	4,27	78,46	9,56	29,19	30,75	7,03	8,85
F2	P4	19,77	4,16	77,75	8,29	30,18	32,23	7,73	7,07
	P9	20,01	4,18	75,46	9,01	28,67	30,11	7,64	8,67
	P12	19,93	4,14	73,56	8,22	29,59	31,86	7,79	7,79
	P5	23,79	3,83	70,71	8,44	29,12	31,10	7,47	9,54
	P8	23,65	4,18	79,09	8,83	29,73	30,76	7,01	8,37
	P11	24,00	4,27	78,46	9,56	29,19	30,75	7,03	8,85
	P4	29,58	4,16	77,75	8,29	30,18	32,23	7,73	7,07
	P7	29,84	3,94	77,43	8,39	29,64	30,77	7,03	8,77
	P10	29,83	4,20	74,82	9,22	28,69	30,41	7,28	8,73
	P13	29,70	4,19	74,12	8,19	29,59	32,11	7,79	7,76
	P5	39,73	3,83	70,71	8,44	29,12	31,10	7,47	9,54
	P9	39,75	4,18	75,46	9,01	28,67	30,11	7,64	8,67
	P12	40,25	4,14	73,56	8,22	29,59	31,86	7,79	7,79
	P7	19,84	3,94	77,43	8,39	29,64	30,77	7,03	8,77
F3	P10	19,93	4,20	74,82	9,22	28,69	30,41	7,28	8,73
	P13	19,91	4,19	74,12	8,19	29,59	32,11	7,79	7,76
	P4	23,80	4,16	77,75	8,29	30,18	32,23	7,73	7,07
	P7	24,30	3,94	77,43	8,39	29,64	30,77	7,03	8,77
	P10	24,20	4,20	74,82	9,22	28,69	30,41	7,28	8,73
	P13	23,71	4,19	74,12	8,19	29,59	32,11	7,79	7,76
	P5	29,59	3,83	70,71	8,44	29,12	31,10	7,47	9,54
	P8	29,88	4,18	79,09	8,83	29,73	30,76	7,01	8,37
	P11	30,00	4,27	78,46	9,56	29,19	30,75	7,03	8,85
	P6	39,96	4,12	72,87	8,78	29,31	31,39	7,35	8,73
	P10	40,40	4,20	74,82	9,22	28,69	30,41	7,28	8,73
	P13	39,10	4,19	74,12	8,19	29,59	32,11	7,79	7,76

Ek Tablo 2 HVI iplik verileri için 3CV metodu

		İplik No	CVm%	İ.YER	K. YER	NEPS	TÜYL.	ELAST.	RKM
F1	P3	19,85	13,65	2	64	48	7,29	6,22	16,69
	P8	19,98	13,36	1	66	110	7,15	5,99	17,64
	P11	19,87	12,76	1	40	82	6,79	5,98	18,40
	P3	23,93	14,00	2	81	85	6,71	5,97	16,83
	P6	24,09	14,35	4	110	93	6,93	5,81	16,30
	P9	23,85	13,81	3	80	74	6,48	5,99	17,31
	P12	23,77	13,98	2	87	72	6,74	6,03	16,17
	P3	29,89	16,06	22	243	339	6,22	5,42	15,82
	P6	29,85	16,02	20	251	364	6,20	5,40	16,55
	P9	29,86	15,92	18	231	356	5,92	5,22	16,26
	P12	29,82	16,02	22	243	342	5,91	5,42	15,72
	P4	39,17	16,16	34	239	453	5,98	4,86	15,32
	P7	40,35	16,28	20	314	585	5,15	4,56	17,07
	P11	40,10	16,31	19	309	628	5,16	4,78	17,25
F2	P4	19,77	12,91	1	37	33	7,36	6,39	17,36
	P9	20,01	13,45	1	58	61	7,13	6,01	16,75
	P12	19,93	13,40	1	54	41	7,14	6,04	16,42
	P5	23,79	14,53	5	119	112	7,16	5,81	16,57
	P8	23,65	14,04	3	97	123	6,52	5,89	17,64
	P11	24,00	13,39	1	68	124	6,23	5,74	18,15
	P4	29,58	15,44	13	173	252	6,29	5,55	16,45
	P7	29,84	14,80	4	158	323	5,68	5,27	18,21
	P10	29,83	15,95	18	234	358	5,88	5,14	16,27
	P13	29,70	16,09	24	250	366	5,92	5,39	15,56
	P5	39,73	17,01	51	360	679	6,23	4,62	14,48
	P9	39,75	16,56	27	315	528	5,41	4,62	16,03
P12	40,25	17,51	78	435	630	5,25	4,73	14,87	
F3	P7	19,84	12,59	0	38	61	6,86	5,82	18,67
	P10	19,93	13,51	1	62	59	7,10	6,00	16,93
	P13	19,91	13,51	1	58	41	7,06	6,07	16,22
	P4	23,80	13,61	2	62	49	6,87	6,08	16,60
	P7	24,30	13,18	1	59	93	6,40	5,53	17,94
	P10	24,20	14,13	0	95	72	6,40	5,64	17,10
	P13	23,71	14,46	5	113	96	6,66	6,03	16,24
	P5	29,59	15,96	21	233	351	6,32	5,42	16,34
	P8	29,88	15,92	16	251	463	5,96	5,25	16,94
	P11	30,00	14,95	6	159	343	5,67	5,16	17,70
	P6	39,96	17,16	61	377	681	6,14	4,76	14,93
	P10	40,40	17,60	70	483	648	5,30	4,55	15,34
P13	39,10	17,25	60	417	647	5,34	5,01	15,44	

Ek Tablo 3 AFIS lif verileri için 3CV metodu

	Parti No	İplik No	L (w) %CV	5.0% [mm]	Fine mTex	IFC [%]	Nep [um]	Nep Cnt/g	SCN [um]	SCN Cnt/g
F1	P1	19,85	32,40	35,14	165	7,43	711	118	1324	11
	P4	19,77	32,12	35,01	163	7,80	724	115	1294	12
	P9	20,01	33,26	33,57	166	7,46	695	209	1245	16
	P12	19,93	33,75	34,22	162	8,48	694	234	1237	15
	P1	23,82	32,40	35,14	165	7,43	711	118	1324	11
	P4	23,80	32,12	35,01	163	7,80	724	115	1294	12
	P7	24,30	34,49	34,52	151	8,31	711	235	1361	18
	P10	24,20	33,43	33,54	164	7,71	711	221	1177	25
	P3	29,89	33,32	33,89	162	8,45	700	267	1281	19
	P6	29,85	33,66	33,99	158	8,67	703	257	1241	18
	P9	29,86	33,26	33,57	166	7,46	695	209	1245	16
	P12	29,82	33,75	34,22	162	8,48	694	234	1237	15
	P1	40,03	32,40	35,14	165	7,43	711	118	1324	11
	P6	39,96	33,66	33,99	158	8,67	703	257	1241	18
	P10	40,4	33,43	33,54	164	7,71	711	221	1177	25
P13	39,1	33,83	34,28	162	8,72	692	217	1280	13	
F2	P2	19,84	32,89	34,93	163	7,77	726	127	1355	14
	P7	19,84	34,49	34,52	151	8,31	711	235	1361	18
	P10	19,93	33,43	33,54	164	7,71	711	221	1177	25
	P13	19,91	33,83	34,28	162	8,72	692	217	1280	13
	P2	23,50	32,89	34,93	163	7,77	726	127	1355	14
	P5	23,79	36,40	33,41	149	10,34	706	362	1283	16
	P8	23,65	34,63	34,72	152	7,99	709	224	1431	16
	P11	24,00	34,58	34,22	155	7,67	721	221	1455	18
	P2	29,82	32,89	34,93	163	7,77	726	127	1355	14
	P5	29,59	36,40	33,41	149	10,34	706	362	1283	16
	P8	29,88	34,63	34,72	152	7,99	709	224	1431	16
	P11	30,00	34,58	34,22	155	7,67	721	221	1455	18
	P4	39,17	32,12	35,01	163	7,80	724	115	1294	12
	P7	40,35	34,49	34,52	151	8,31	711	235	1361	18
P11	40,1	34,58	34,22	155	7,67	721	221	1455	18	
F3	P3	19,85	33,32	33,89	162	8,45	700	267	1281	19
	P8	19,98	34,63	34,72	152	7,99	709	224	1431	16
	P11	19,87	34,58	34,22	155	7,67	721	221	1455	18
	P3	23,93	33,32	33,89	162	8,45	700	267	1281	19
	P6	24,09	33,66	33,99	158	8,67	703	257	1241	18
	P9	23,85	33,26	33,57	166	7,46	695	209	1245	16
	P13	23,71	33,83	34,28	162	8,72	692	217	1280	13
	P1	29,82	32,40	35,14	165	7,43	711	118	1324	11
	P4	29,58	32,12	35,01	163	7,80	724	115	1294	12
	P7	29,84	34,49	34,52	151	8,31	711	235	1361	18
	P10	29,83	33,43	33,54	164	7,71	711	221	1177	25
	P13	29,70	33,83	34,28	162	8,72	692	217	1280	13
	P5	39,73	36,40	33,41	149	10,34	706	362	1283	16
	P9	39,75	33,26	33,57	166	7,46	695	209	1245	16
P12	40,25	33,75	34,22	162	8,48	694	234	1237	15	

Ek Tablo 4 AFIS iplik verileri için 3CV metodu

		İplik No	% CVm	İ.Yer	K. Yer	Neps	Tüylülük	Kopma Uzaması	Rkm
F1	P1	19,85	13,33	1	55	63	7,21	6,20	17,26
	P4	19,77	12,91	1	37	33	7,36	6,39	17,36
	P9	20,01	13,45	1	58	61	7,13	6,01	16,75
	P12	19,93	13,40	1	54	41	7,14	6,04	16,42
	P1	23,82	14,34	3	109	101	6,83	5,76	16,93
	P4	23,80	13,61	2	62	49	6,87	6,08	16,60
	P7	24,30	13,18	1	59	93	6,40	5,53	17,94
	P10	24,20	14,13	0	95	72	6,40	5,64	17,10
	P3	29,89	16,06	22	243	339	6,22	5,42	15,82
	P6	29,85	16,02	20	251	364	6,20	5,40	16,55
	P9	29,86	15,92	18	231	356	5,92	5,22	16,26
	P12	29,82	16,02	22	243	342	5,91	5,42	15,72
	P1	40,03	16,34	32	276	545	5,79	4,69	15,25
	P6	39,96	17,16	61	377	681	6,14	4,76	14,93
P10	40,4	17,60	70	483	648	5,30	4,55	15,34	
P13	39,1	17,25	60	417	647	5,34	5,01	15,44	
F2	P2	19,84	13,15	1	48	53	7,35	5,91	16,86
	P7	19,84	12,59	0	38	61	6,86	5,82	18,67
	P10	19,93	13,51	1	62	59	7,10	6,00	16,93
	P13	19,91	13,51	1	58	41	7,06	6,07	16,22
	P2	23,50	13,59	0	71	95	6,78	5,46	16,32
	P5	23,79	14,53	5	119	112	7,16	5,81	16,57
	P8	23,65	14,04	3	97	123	6,52	5,89	17,64
	P11	24,00	13,39	1	68	124	6,23	5,74	18,15
	P2	29,82	15,76	15	207	338	6,26	5,31	16,48
	P5	29,59	15,96	21	233	351	6,32	5,42	16,34
	P8	29,88	15,92	16	251	463	5,96	5,25	16,94
	P11	30,00	14,95	6	159	343	5,67	5,16	17,70
	P4	39,17	16,16	34	239	453	5,98	4,86	15,32
	P7	40,35	16,28	20	314	585	5,15	4,56	17,07
P11	40,1	16,31	19	309	628	5,16	4,78	17,25	
F3	P3	19,85	13,65	2	64	48	7,29	6,22	16,69
	P8	19,98	13,36	1	66	110	7,15	5,99	17,64
	P11	19,87	12,76	1	40	82	6,79	5,98	18,40
	P3	23,93	14,00	2	81	85	6,71	5,97	16,83
	P6	24,09	14,35	4	110	93	6,93	5,81	16,30
	P9	23,85	13,81	3	80	74	6,48	5,99	17,31
	P13	23,71	14,46	5	113	96	6,66	6,03	16,24
	P1	29,82	15,75	16	224	336	6,26	5,22	16,21
	P4	29,58	15,44	13	173	252	6,29	5,55	16,45
	P7	29,84	14,80	4	158	323	5,68	5,27	18,21
	P10	29,83	15,95	18	234	358	5,88	5,14	16,27
	P13	29,70	16,09	24	250	366	5,92	5,39	15,56
	P5	39,73	17,01	51	360	679	6,23	4,62	14,48
	P9	39,75	16,56	27	315	528	5,41	4,62	16,03
P12	40,25	17,51	78	435	630	5,25	4,73	14,87	

EK-4 HVI VERİLERİ İÇİN STEPWISE METODU İLE ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Ek Tablo 5 İplik düzgünsüzlüğüne etki eden faktörler

Model	1	2	3	4	5	6	7	8
Sabit	9,303	23,595	21,129	25,476	24,637	5,063	-38,464	-147,757
İplik Numarası	0,197	0,187	0,187	0,19	0,189	0,189	0,192	0,199
Rd		-0,186	-0,203	-0,193	-0,189	-0,16	-0,051	0,261
Lif İnceliği			0,901	0,729	0,735	1,182	3,034	11,247
UHML				-0,154	-0,155	0,156	0,696	1,284
Kopma Uzaması					0,0772	0,573	1,702	3,866
SF						0,329	1,276	4,243
+b							-0,541	-3,033
Mukavemet								0,483
S								
R ²	0,849	0,936	0,947	0,948	0,948	0,949	0,95	0,954
Düz. R ²	0,841	0,928	0,937	0,934	0,930	0,925	0,92	0,921
Model - 8	Kareler Toplamı		Serbestlik Derecesi		F		Önemlilik	
Regresyon	40,762		8		28,649		0,000	
Artık	1,956		11					
Toplam	42,718		19					

Rd, lif parlaklığı; UHML, üst yarım ortalama lif uzunluğu; SF, kısa lif içeriği; +b, lif sarılığı

Ek Tablo 6 İplikteki ince yer sayısına etki eden faktörler

Model	1	2	3	4	5	6	7	
Sabit	-57,516	87,504	159,612	398,878	431,911	410,043	2374,396	
İplik Numarası	2,6	2,498	2,306	2,314	2,301	2,239	2,222	
Rd		-1,887	-2,24	-3,409	-3,96	-4,523	-6,738	
SF			-4,641	-9,991	-12,527	-13,22	-38,031	
Kopma Uzaması				-14,284	-15,34	-18,732	-75,546	
+b					4,37	7,975	-6,315	
Mukavemet						2,136	8,177	
UHML							-41,829	
S	11,4227	10,76221	10,78098	10,79523	11,0137	11,2194	10,92378	
R ²	0,730	0,773	0,786	0,799	0,805	0,812	0,835	
Düz. R ²	0,715	0,747	0,746	0,745	0,735	0,725	0,739	
Model-7	Kareler Toplamı		Serbestlik Derecesi		F		Önemlilik	
Regresyon	7257,004		7		8,688		0,001	
Artık	1431,946		12					
Toplam	8688,95		19					

Ek Tablo 7 İplikteki kalın yer sayısına etki eden faktörler

Model	1	2	3	4	5	6	7	8
Sabit	-272,085	625,739	508,245	808,113	787,244	1093,117	5215,283	-7319,119
İplik Numarası	15,62100	14,992	15,02	15,205	14,962	15,136	15,277	15,989
Rd		-11,693	-12,51	-11,793	-12,035	-13,946	-11,564	20,083
Lif İnceliği			42,912	31,099	49,433	70,559	340,429	1057,139
UHML				-10,61	-17,283	-25,515	-164,892	-50,597
Mukavemet					5,4	12,329	47,184	77,628
Kopma Uzaması						-30,589	-179,896	101,672
+b							-149,217	-350,543
SF								299,549
S	43,8586	34,34716	34,42146	35,30765	36,23829	36,92958	33,68391	33,58187
R ²	0,869	0,924	0,928	0,929	0,93	0,933	0,948	0,953
Düz. R ²	0,861	0,915	0,915	0,91	0,905	0,902	0,918	0,919
Model - 8	Kareler Toplamı		Serbestlik Derecesi		F		Önemlilik	
Regresyon	251141,4		8		27,837		0,000	
Artık	12405,16		11					
Toplam	263546,6		19					

Ek Tablo 8 İplikteki neps sayısına etki eden faktörler

Model	1	2	3	4	5	6	7	8
Sabit	-526,904	-898,226	-1200,166	-2589,022	-3962,58	-5586,775	-6614,706	10880,572
İplik Numarası	27,962	29,391	29,163000	29,070000	28,76	29,188000	29,594	28,729
SF		38,289	46,356	72,485	127,926	185,03	292,591	-103,272
Mukavemet			7,823	27,074	44,979	58,382	97,792	66,58
Lif İnceliği				139,312	387,381	586,807	1034,441	148,513
+b					-76,284	-148,623	-332,338	97,036
Rd						6,907	21,719	-20,12
UHML							-84,475	-266,428
Kopma Uzaması								-410,981
S	55,59345	52,74027	53,58572	52,90367	52,64248	53,65917	53,14238	53,55977
R²	0,93	0,94	0,942	0,947	0,951	0,953	0,957	0,96
Düz. R²	0,926	0,933	0,931	0,933	0,933	0,931	0,932	0,931
Model - 8	Kareler Toplamı		Serbestlik Derecesi		F		Önemlilik	
Regresyon	757574,7		8		33,011		0,000	
Artık	31555,134		11					
Toplam	789129,8		19					

Rd, lif parlaklığı; UHML, üst yarım ortalama lif uzunluğu; SF, kısa lif içeriği; +b, lif sarılığı

Ek Tablo 9 İplik tüylülüğüne etki eden faktörler

Model	1	2	3	4	5	6	7	8
Sabit	8,299	13,958	11,578	4,694	6,642	7,071	42,419	305,962
İplik Numarası	-0,0682	-0,0722	-0,074	-0,0738	-0,0764	-0,0753	-0,0811	-0,0942
Rd		-0,0746	-0,079	-0,108	-0,116	-0,114	-0,309	-0,939
UHML			0,0944	0,326	0,298	0,335	1,057	-1,684
+b				0,258	0,298	0,256	2,941	6,486
SF					-0,0917	-0,101	-1,938	-7,901
Mukavemet						-0,0409	-0,65	-1,12
Lif İnceliği							-7,431	-20,776
Kopma Uzaması								-6,191
S	0,34218	0,29846	0,30489	0,30467	0,31213	0,32111	0,26427	0,16744
R²	0,674	0,766	0,77	0,785	0,789	0,793	0,871	0,952
Düz. R²	0,656	0,739	0,727	0,728	0,714	0,697	0,795	0,918
Model - 8	Kareler Toplamı		Serbestlik Derecesi		F		Önemlilik	
Regresyon	6,166		8		27,492		0,000	
Artık	0,308		11					
Toplam	6,474		19					

Ek Tablo 10 İplik kopma uzamasına etki eden faktörler

Model	1	2	3	4	5	6	7	8
Sabit	7,379	9,706	8,608	10,397	8,787	-1,87	-5,078	34,372
İplik Numarası	-0,067	-0,0686	-0,0684	-0,073	-0,073	-0,073	-0,0727	-0,0752
Rd		-0,0303	-0,0379	-0,0461	-0,0477	-0,0318	-0,025	-0,133
Lif İnceliği			0,401	0,382	0,436	0,677	0,689	-1,941
SF				-0,112	-0,0919	0,08538	0,134	-0,881
UHML					0,04572	0,213	0,279	-0,0051
Kopma Uzaması						0,278	0,384	-0,46
Mukavemet							-0,017	-0,146
+b								0,793
S	0,14705	0,13092	0,11055	0,09395	0,09621	0,09838	0,1018	0,09918
R²	0,915	0,937	0,957	0,971	0,972	0,973	0,973	0,976
Düz. R²	0,911	0,929	0,95	0,964	0,962	0,96	0,957	0,959
Model - 8	Kareler Toplamı		Serbestlik Derecesi		F		Önemlilik	
Regresyon	4,49		8		57,057		0,000	
Artık	0,108		11					
Toplam	4,598		19					

Ek Tablo 11 İplik mukavemetine etki eden faktörler

Model	1	2	3	4	5	6	7	8
Sabit	19,961	0,514	-10,409	-4,653	1,507	-1,477	-91,66	-186,575
İplik Numarası	-0,115	-0,101	-0,0722	-0,075	-0,0749	-0,0759	-0,0673	-0,0633
Rd		0,253	0,307	0,34	0,311	0,307	0,636	0,842
SF			0,703	0,665	0,53	0,591	3,528	5,533
Lif İnceliği				-1,886	-1,942	-1,659	7,423	11,56
Kopma Uzaması					-0,358	-0,378	1,217	3,487
Mukavemet						0,05747	0,639	0,745
+b							-3,101	-4,09
UHML								1,148
S	0,84497	0,5949	0,4682	0,30481	0,3077	0,31653	0,28058	0,28061
R²	0,491	0,762	0,861	0,945	0,948	0,948	0,963	0,966
Düz. R²	0,463	0,734	0,835	0,93	0,929	0,925	0,941	0,941
Model - 8	Kareler Toplamı		Serbestlik Derecesi		F		Önemlilik	
Regresyon	24,387		8		38,839		0,000	
Artık	0,863		11					
Toplam	25,25		19					

Rd, lif parlaklığı; *UHML*, üst yarım ortalama lif uzunluğu; *SF*, kısa lif içeriği; *+b*, lif sarılığı

EK-5 AFIS VERİLERİ İÇİN STEPWISE METODU İLE ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Ek Tablo 12 İplik düzgünsüzlüğüne etki eden faktörler

Model	1	2	3	4	5	6	7
Sabit	9,453	16,932	21,471	17,631	24,482	54,676	48,983
İplik Numarası	0,193	0,178	0,176	0,185	0,182	0,181	0,18
SCN (μm)		-0,00537	-0,00491	0,001024	0,0007761	0,0007247	0,000296
Olgunluk			-5,939	-27,734	-33,27	-59,558	-59,278
Lif İnceliği				0,09127	0,08384	0,06739	0,07257
Neps (cnt/gr)					-0,002234	-0,00234	-0,00411
IFC						-0,543	-0,523
Neps (μm)							0,007077
S	0,60756	0,48376	0,47866	0,38630	0,3921	0,39903	0,41006
R²	0,851	0,910	0,916	0,948	0,95	0,951	0,951
Düz. R²	0,844	0,901	0,903	0,937	0,935	0,933	0,929
Model-7	Kareler Toplamı		Serbestlik Derecesi		F		Önemlilik
Regresyon	49,388		7		41,959		0,000
Artık	2,522		15				
Toplam	51,91		22				

SCN(μm),tohum kabuğu nepsi büyüklüğü;Neps(cnt/gr),Igr'daki neps adedi; IFC, olgun olmayan lif içeriği; Neps(μm),ortalama neps büyüklüğü; L_n, sayı esaslı ortalama lif uzunluğu; L_n-CV, sayı esaslı ortalama lif uzunluğu varyasyonu; SCN(cnt/gr), tohum kabuğu nepsi adedi; SFC(w),ağırlık esaslı kısa lif içeriği

Ek Tablo 13 İplikteki ince yer sayısına etki eden faktörler

Model	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sabit	-55,279	78,421	-108,99	-174,94	-438,04	-1389,5	-1145,35	-530,16	-3051,527
İplik No	2,534	2,272	2,199	2,175	2,129	1,98	1,925	1,726	1,614
SCN (μm)		-0,0961	-0,13	-0,13	-0,127	-0,208	-0,272	-0,57	-1,143
Neps (μm)			0,331	0,356	0,265	0,376	0,386	1,587	3,676
L _n -CV				1,027	8,805	35,875	52,933	89,705	172,158
Neps (cnt/gr)					-0,199	-0,304	-0,539	-0,698	-0,569
SFC (w)						-31,784	-61,817	-153,7	-301,395
L _n							-32,67	-126,263	-234,878
SCN (cnt/gr)								-5,002	-14,302
Olgunluk									1742,876
S	12,41266	10,61598	10,73504	10,85726	10,47731	9,51071	8,63425	8,24107	6,0158
R²	0,702	0,792	0,798	0,805	0,828	0,867	0,897	0,912	0,957
Düz. R²	0,688	0,772	0,766	0,761	0,777	0,817	0,849	0,862	0,927
Model - 9	Kareler Toplamı			Serbestlik Derecesi			F	Önemlilik	
Regresyon	10383,009			9			31,878	0,000	
Artık	470,469			13					
Toplam	10853,478			22					

Ek Tablo 14 İplikteki kalın yer sayısına etki eden faktörler

Model	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sabit	-291,657	289,314	-543,563	-812,993	-1734,08	-4804,57	-3919,04	-2592,014	-3985,389
İplik No	16,619	15,48	15,158	15,061	14,898	14,418	14,219	13,79	13,728
SCN(μm)		-0,417	-0,568	-0,566	-0,557	-0,818	-1,05	-1,694	-2,011
Neps(μm)			1,472	1,571	1,255	1,612	1,649	4,24	5,394
L _n -CV				4,195	31,425	118,789	180,666	259,989	305,555
Neps(cnt/gr)					-0,697	-1,037	-1,889	-2,231	-2,16
SFC (w)						-102,576	-211,524	-409,721	-491,343
L _n							-118,514	-320,405	-380,429
SCN(cnt/gr)								-10,79	-15,929
Olgunluk									963,162
S	46,43258	36,56609	36,61295	36,77196	35,31824	32,4446	28,8824	28,9504	29,85486
R²	0,879	0,928	0,932	0,935	0,943	0,955	0,966	0,969	0,969
Düz. R²	0,873	0,921	0,921	0,92	0,926	0,938	0,951	0,951	0,947
Model - 9	Kareler Toplamı			Serbestlik Derecesi			F	Önemlilik	
Regresyon	361435,5			9			45,057	0,000	
Artık	11587,066			13					
Toplam	373022,6			22					

Ek Tablo 15 İplikteki neps sayısına etki eden faktörler

Model	1	2	3	4	5	6	7
Sabit	-547,45	-667,648	-820,136	-1845,328	-2132,428	-2667,209	-2614,431
İplik Numarası	29,11	28,898	28,782	28,749	28,684	28,569	28,246
SFC (n)		5,095	15,002	2,225	1,544	-19,619	19,965
Neps (cnt/gr)			-0,392	-0,64	-0,816	-1,21	-1,31
L _n -CV				29,396	36,047	80,955	35,054
SCN (cnt/gr)					1,81	3,649	6,406
Neps (µm)						-1,437	-1,974
%2,5							41,456
S	44,44001	43,32685	43,43972	44,01642	44,98112	45,66842	46,90154
R²	0,96	0,964	0,966	0,967	0,967	0,968	0,968
Düz. R²	0,959	0,951	0,96	0,959	0,957	0,956	0,954
Model-7	Kareler Toplamı		Serbestlik Derecesi		F		Önemlilik
Regresyon	1014043		7		65,854		0,000
Artık	32996,322		15				
Toplam	1047040		22				

SCN(µm),tohum kabuğu neps büyüklüğü; Neps(cnt/gr),1 gr'daki neps adedi; IFC, olgun olmayan lif içeriği; Neps(µm),ortalama neps büyüklüğü; L_n, sayı esaslı ortalama lif uzunluğu; L_n-CV, sayı esaslı ortalama lif uzunluğu varyasyonu; SCN(cnt/gr), tohum kabuğu neps adedi; SFC(w),ağırlık esaslı kısa lif içeriği; %2,5, %2,5 stapel uzunluğu; %5, %5 stapel uzunluğu; UQL, üst çeyrek uzunluğu; L_w-CV, ağırlık esaslı ortalama lif uzunluğu varyasyonu;

Ek Tablo 16 İplik tüylülüğüne etki eden faktörler

Model	1	2	3	4	5	6	7	8
Sabit	8,432	7,247	13,058	7,803	-13,158	-65,138	-85,633	-67,198
İplik Numarası	-0,0753	-0,0788	-0,0808	-0,0812	-0,0822	-0,0809	-0,0787	-0,0801
IFC		0,156	0,407	0,503	0,549	1,374	2,335	2,514
L _w -CV			-0,231	-0,304	-0,131	0,118	-0,108	-0,244
Neps (µm)				0,009882	0,02072	0,01457	0,02171	0,02371
Lif İnceliği					0,04462	0,08313	0,09671	0,08606
Olgunluk						40,734	76,263	73,048
UQL							-0,582	-0,96
Neps (cnt/gr)								-0,00385
S	0,33298	0,30601	0,26441	0,26063	0,24135	0,22509	0,20635	0,20813
R²	0,743	0,793	0,853	0,865	0,891	0,91	0,929	0,933
Düz. R²	0,731	0,772	0,83	0,835	0,858	0,877	0,897	0,895
Model - 8	Kareler Toplamı		Serbestlik Derecesi		F		Önemlilik	
Regresyon	8,448		8		24,379		0,000	
Artık	0,606		14					
Toplam	9,055		22					

Ek Tablo 17 İplik kopma uzamasına etki eden faktörler

Model	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sabit	7,47	12,468	10,776	3,129	2,981	2,047	-10,599	-26,269	-42,287
İplik Numarası	-0,0713	-0,0717	-0,0714	-0,0728	-0,0718	-0,0715	-0,0712	-0,0708	-0,0716
Neps (µm)		-0,00706	-0,00564	-0,0008168	-0,00105	-0,0015	-0,0035	-0,00508	-0,0084
Lif İnceliği			0,00432	0,01838	0,02198	0,02589	0,03334	0,04749	0,0601
IFC				0,108	0,128	0,147	0,441	0,688	0,798
SCN (µm)					0,0005304	0,0008072	0,00104	0,001177	0,00114
SCN (cnt/gr)						0,00642	0,01719	0,02476	0,03889
Olgunluk							11,621	23,084	30,174
L _w -CV								0,07006	0,202
UQL									0,157
S	0,12866	0,11467	0,11436	0,1024	0,10325	0,10443	0,10393	0,10626	0,10952
R²	0,946	0,959	0,961	0,97	0,972	0,973	0,975	0,975	0,976
Düz. R²	0,943	0,955	0,955	0,964	0,963	0,962	0,963	0,961	0,959
Model - 9	Kareler Toplamı		Serbestlik Derecesi		F		Önemlilik		
Regresyon	6,224		9		57,655		0,000		
Artık	0,156		13						
Toplam	6,379		22						

Ek Tablo 18 İplik mukavemetine etki eden faktörler

Model	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sabit	2,199	7,705	6,117	-11,113	6,132	41,402	68,476	69,917	57,175
SCN (μm)	0,01105	0,00868	0,00887	0,00489	0,000559	0,00157	0,00242	0,00217	0,00189
İplik Numarası		-0,0843	-0,0865	-0,0963	-0,104	-0,0941	-0,0906	-0,0918	-0,092
SCN (cnt/gr)			0,08601	0,14	0,08234	0,03727	0,02125	0,01533	0,00877
%2,5				0,597	1,351	1,01	0,211	-2,23	-2,704
UQL					-1,267	-1,909	-1,43	-4,161	-5,468
SFC (n)						-0,178	-0,34	-0,322	-0,301
Lif İnceliği							-0,0574	-0,0523	-0,0103
%5								4,949	6,76
Neps (cnt/gr)									0,00324
S	0,85618	0,61679	0,55353	0,47624	0,37945	0,30994	0,31282	0,32084	0,33163
R²	0,477	0,742	0,802	0,861	0,917	0,948	0,95	0,951	0,951
Düz. R²	0,453	0,716	0,771	0,831	0,892	0,928	0,927	0,923	0,918
Model - 9	Kareler Toplamı			Serbestlik Derecesi			F	Önemlilik	
Regresyon	28,029			9			28,318	0,000	
Artık	1,43			13					
Toplam	29,458			22					

SCN(μm),tohum kabuğu nepsi büyüklüğü; Neps(cnt/gr), 1 gr'daki neps adedi; IFC, olgun olmayan lif içeriği; Neps(μm),ortalama neps büyüklüğü; L_n, sayı esaslı ortalama lif uzunluğu; L_n-CV, sayı esaslı ortalama lif uzunluğu varyasyonu; SCN(cnt/gr), tohum kabuğu nepsi adedi; SFC(w),ağırlık esaslı kısa lif içeriği; %2,5, %2,5 stapel uzunluğu; %5, %5 stapel uzunluğu; UQL, üst çeyrek uzunluğu; L_w-CV, ağırlık esaslı ortalama lif uzunluğu varyasyonu;

EK-6 HVI VERİLERİ İÇİN EĞİTİM VE TEST VERİLERİNİN GÖSTERİMİ

Ek Tablo 19 Eğitim için kullanılan lif özellikleri

Parti No	İplik No	MIC	Rd	b	Len 2	Strength	Elong.	S.F.
P3	19,85	4,44	74,39	9,33	28,86	27,84	7,09	9,07
P7	19,84	3,94	77,43	8,39	29,64	30,77	7,03	8,77
P9	20,01	4,18	75,46	9,01	28,67	30,11	7,64	8,67
P11	19,87	4,27	78,46	9,56	29,19	30,75	7,03	8,85
P3	23,93	4,44	74,39	9,33	28,86	27,84	7,09	9,07
P5	23,79	3,83	70,71	8,44	29,12	31,10	7,47	9,54
P7	24,30	3,94	77,43	8,39	29,64	30,77	7,03	8,77
P9	23,85	4,18	75,46	9,01	28,67	30,11	7,64	8,67
P11	24,00	4,27	78,46	9,56	29,19	30,75	7,03	8,85
P12	23,77	4,14	73,56	8,22	29,59	31,86	7,79	7,79
P3	29,89	4,44	74,39	9,33	28,86	27,84	7,09	9,07
P5	29,59	3,83	70,71	8,44	29,12	31,10	7,47	9,54
P7	29,84	3,94	77,43	8,39	29,64	30,77	7,03	8,77
P9	29,86	4,18	75,46	9,01	28,67	30,11	7,64	8,67
P11	30,00	4,27	78,46	9,56	29,19	30,75	7,03	8,85
P12	29,82	4,14	73,56	8,22	29,59	31,86	7,79	7,79
P4	39,17	4,16	77,75	8,29	30,18	32,23	7,73	7,07
P6	39,96	4,12	72,87	8,78	29,31	31,39	7,35	8,73
P9	39,75	4,18	75,46	9,01	28,67	30,11	7,64	8,67
P12	40,25	4,14	73,56	8,22	29,59	31,86	7,79	7,79

Ek Tablo 20 Eğitim için kullanılan iplik özellikleri

Parti No	CVm%	İ.YER	K. YER	NEPS	TÜYL.	ELAST.	RKM
P3	13,65	2	64	48	7,29	6,22	16,69
P7	12,59	0	38	61	6,86	5,82	18,67
P9	13,45	1	58	61	7,13	6,01	16,75
P11	12,76	1	40	82	6,79	5,98	18,40
P3	14,00	2	81	85	6,71	5,97	16,83
P5	14,53	5	119	112	7,16	5,81	16,57
P7	13,18	1	59	93	6,40	5,53	17,94
P9	13,81	3	80	74	6,48	5,99	17,31
P11	13,39	1	68	124	6,23	5,74	18,15
P12	13,98	2	87	72	6,74	6,03	16,17
P3	16,06	22	243	339	6,22	5,42	15,82
P5	15,96	21	233	351	6,32	5,42	16,34
P7	14,80	4	158	323	5,68	5,27	18,21
P9	15,92	18	231	356	5,92	5,22	16,26
P11	14,95	6	159	343	5,67	5,16	17,70
P12	16,02	22	243	342	5,91	5,42	15,72
P4	16,16	34	239	453	5,98	4,86	15,32
P6	17,16	61	377	681	6,14	4,76	14,93
P9	16,56	27	315	528	5,41	4,62	16,03
P12	17,51	78	435	630	5,25	4,73	14,87

Ek Tablo 21 Test için kullanılan lif özellikleri

Parti No	İplik No	MIC	Rd	b	Len 2	Strength	Elong.	S.F.
P4	19,77	4,16	77,75	8,29	30,18	32,23	7,73	7,07
P8	19,98	4,18	79,09	8,83	29,73	30,76	7,01	8,37
P10	19,93	4,20	74,82	9,22	28,69	30,41	7,28	8,73
P12	19,93	4,14	73,56	8,22	29,59	31,86	7,79	7,79
P13	19,91	4,19	74,12	8,19	29,59	32,11	7,79	7,76
P4	23,80	4,16	77,75	8,29	30,18	32,23	7,73	7,07
P6	24,09	4,12	72,87	8,78	29,31	31,39	7,35	8,73
P8	23,65	4,18	79,09	8,83	29,73	30,76	7,01	8,37
P10	24,20	4,20	74,82	9,22	28,69	30,41	7,28	8,73
P13	23,71	4,19	74,12	8,19	29,59	32,11	7,79	7,76
P4	29,58	4,16	77,75	8,29	30,18	32,23	7,73	7,07
P6	29,85	4,12	72,87	8,78	29,31	31,39	7,35	8,73
P8	29,88	4,18	79,09	8,83	29,73	30,76	7,01	8,37
P10	29,83	4,20	74,82	9,22	28,69	30,41	7,28	8,73
P13	29,70	4,19	74,12	8,19	29,59	32,11	7,79	7,76
P5	39,73	3,83	70,71	8,44	29,12	31,10	7,47	9,54
P7	40,35	3,94	77,43	8,39	29,64	30,77	7,03	8,77
P10	40,40	4,20	74,82	9,22	28,69	30,41	7,28	8,73
P11	40,10	4,27	78,46	9,56	29,19	30,75	7,03	8,85
P13	39,10	4,19	74,12	8,19	29,59	32,11	7,79	7,76

Ek Tablo 22 Test için kullanılan iplik özellikleri

Parti No	CVm%	İ.YER	K. YER	NEPS	TÜYL.	ELAST.	RKM
P4	12,91	1	37	33	7,36	6,39	17,36
P8	13,36	1	66	110	7,15	5,99	17,64
P10	13,51	1	62	59	7,10	6,00	16,93
P12	13,40	1	54	41	7,14	6,04	16,42
P13	13,51	1	58	41	7,06	6,07	16,22
P4	13,61	2	62	49	6,87	6,08	16,60
P6	14,35	4	110	93	6,93	5,81	16,30
P8	14,04	3	97	123	6,52	5,89	17,64
P10	14,13	0	95	72	6,40	5,64	17,10
P13	14,46	5	113	96	6,66	6,03	16,24
P4	15,44	13	173	252	6,29	5,55	16,45
P6	16,02	20	251	364	6,20	5,40	16,55
P8	15,92	16	251	463	5,96	5,25	16,94
P10	15,95	18	234	358	5,88	5,14	16,27
P13	16,09	24	250	366	5,92	5,39	15,56
P5	17,01	51	360	679	6,23	4,62	14,48
P7	16,28	20	314	585	5,15	4,56	17,07
P10	17,60	70	483	648	5,30	4,55	15,34
P11	16,31	19	309	628	5,16	4,78	17,25
P13	17,25	60	417	647	5,34	5,01	15,44

EK-7 AFIS VERİLERİ İÇİN EĞİTİM VE TEST VERİLERİNİN GÖSTERİMİ

Ek Tablo 23 Eğitim için kullanılan lif özellikleri

Parti No	İplik No (Ne)	L (w) % CV	5.0% (mm)	Fine (mTex)	IFC (%)	Nep (um)	Nep Adet/gr	SCN (um)	SCN Adet/gr
P1	19,85	32,40	35,14	165	7,43	711	118	1324	11
P3	19,85	33,32	33,89	162	8,45	700	267	1281	19
P7	19,84	34,49	34,52	151	8,31	711	235	1361	18
P9	20,01	33,26	33,57	166	7,46	695	209	1245	16
P11	19,87	34,58	34,22	155	7,67	721	221	1455	18
P1	23,82	32,40	35,14	165	7,43	711	118	1324	11
P3	23,93	33,32	33,89	162	8,45	700	267	1281	19
P5	23,79	36,40	33,41	149	10,34	706	362	1283	16
P7	24,30	34,49	34,52	151	8,31	711	235	1361	18
P9	23,85	33,26	33,57	166	7,46	695	209	1245	16
P11	24,00	34,58	34,22	155	7,67	721	221	1455	18
P1	29,82	32,40	35,14	165	7,43	711	118	1324	11
P3	29,89	33,32	33,89	162	8,45	700	267	1281	19
P5	29,59	36,40	33,41	149	10,34	706	362	1283	16
P7	29,84	34,49	34,52	151	8,31	711	235	1361	18
P9	29,86	33,26	33,57	166	7,46	695	209	1245	16
P11	30,00	34,58	34,22	155	7,67	721	221	1455	18
P13	29,70	33,83	34,28	162	8,72	692	217	1280	13
P1	40,03	32,40	35,14	165	7,43	711	118	1324	11
P5	39,7	36,40	33,41	149	10,34	706	362	1283	16
P7	40,4	34,49	34,52	151	8,31	711	235	1361	18
P10	40,4	33,43	33,54	164	7,71	711	221	1177	25
P12	40,3	33,75	34,22	162	8,48	694	234	1237	15

Ek Tablo 24 Eğitim için kullanılan iplik özellikleri

Parti No	CVm%	İnceYer Sayısı	Kalın Yer Sayısı	Neps Sayısı	Tüylülük	Kopma Uzaması	Rkm
P1	13,33	1	55	63	7,21	6,20	17,26
P3	13,65	2	64	48	7,29	6,22	16,69
P7	12,59	0	38	61	6,86	5,82	18,67
P9	13,45	1	58	61	7,13	6,01	16,75
P11	12,76	1	40	82	6,79	5,98	18,40
P1	14,34	3	109	101	6,83	5,76	16,93
P3	14,00	2	81	85	6,71	5,97	16,83
P5	14,53	5	119	112	7,16	5,81	16,57
P7	13,18	1	59	93	6,40	5,53	17,94
P9	13,81	3	80	74	6,48	5,99	17,31
P11	13,39	1	68	124	6,23	5,74	18,15
P1	15,75	16	224	336	6,26	5,22	16,21
P3	16,06	22	243	339	6,22	5,42	15,82
P5	15,96	21	233	351	6,32	5,42	16,34
P7	14,80	4	158	323	5,68	5,27	18,21
P9	15,92	18	231	356	5,92	5,22	16,26
P11	14,95	6	159	343	5,67	5,16	17,70
P13	16,09	24	250	366	5,92	5,39	15,56
P1	16,34	32	276	545	5,79	4,69	15,25
P5	17,01	51	360	679	6,23	4,62	14,48
P7	16,28	20	314	585	5,15	4,56	17,07
P10	17,60	70	483	648	5,30	4,55	15,34
P12	17,51	78	435	630	5,25	4,73	14,87

Ek Tablo 25 Test için kullanılan lif özellikleri

Parti No	İplik No (Ne)	L (w) % CV	5.0% (mm)	Fine (mTex)	IFC (%)	Nep (um)	Nep Adet/gr	SCN (um)	SCN Adet/gr
P2	19,84	32,89	34,93	163	7,77	726	127	1355	14
P4	19,77	32,12	35,01	163	7,80	724	115	1294	12
P8	19,98	34,63	34,72	152	7,99	709	224	1431	16
P10	19,93	33,43	33,54	164	7,71	711	221	1177	25
P12	19,93	33,75	34,22	162	8,48	694	234	1237	15
P13	19,91	33,83	34,28	162	8,72	692	217	1280	13
P2	23,50	32,89	34,93	163	7,77	726	127	1355	14
P4	23,80	32,12	35,01	163	7,80	724	115	1294	12
P6	24,09	33,66	33,99	158	8,67	703	257	1241	18
P8	23,65	34,63	34,72	152	7,99	709	224	1431	16
P10	24,20	33,43	33,54	164	7,71	711	221	1177	25
P13	23,71	33,83	34,28	162	8,72	692	217	1280	13
P2	29,82	32,89	34,93	163	7,77	726	127	1355	14
P4	29,58	32,12	35,01	163	7,80	724	115	1294	12
P6	29,85	33,66	33,99	158	8,67	703	257	1241	18
P8	29,88	34,63	34,72	152	7,99	709	224	1431	16
P10	29,83	33,43	33,54	164	7,71	711	221	1177	25
P12	29,82	33,75	34,22	162	8,48	694	234	1237	15
P4	39,17	32,12	35,01	163	7,80	724	115	1294	12
P6	40	33,66	33,99	158	8,67	703	257	1241	18
P9	39,8	33,26	33,57	166	7,46	695	209	1245	16
P11	40,1	34,58	34,22	155	7,67	721	221	1455	18
P13	39,1	33,83	34,28	162	8,72	692	217	1280	13

Ek Tablo 26 Test için kullanılan iplik özellikleri

PARTİ NO	CVm%	İnceYer Sayısı	Kalın Yer Sayısı	Neps Sayısı	Tüylülük	Kopma Uzaması	Rkm
P2	13,15	1	48	53	7,35	5,91	16,86
P4	12,91	1	37	33	7,36	6,39	17,36
P8	13,36	1	66	110	7,15	5,99	17,64
P10	13,51	1	62	59	7,10	6,00	16,93
P12	13,40	1	54	41	7,14	6,04	16,42
P13	13,51	1	58	41	7,06	6,07	16,22
P2	13,59	0	71	95	6,78	5,46	16,32
P4	13,61	2	62	49	6,87	6,08	16,60
P6	14,35	4	110	93	6,93	5,81	16,30
P8	14,04	3	97	123	6,52	5,89	17,64
P10	14,13	0	95	72	6,40	5,64	17,10
P13	14,46	5	113	96	6,66	6,03	16,24
P2	15,76	15	207	338	6,26	5,31	16,48
P4	15,44	13	173	252	6,29	5,55	16,45
P6	16,02	20	251	364	6,20	5,40	16,55
P8	15,92	16	251	463	5,96	5,25	16,94
P10	15,95	18	234	358	5,88	5,14	16,27
P12	16,02	22	243	342	5,91	5,42	15,72
P4	16,16	34	239	453	5,98	4,86	15,32
P6	17,16	61	377	681	6,14	4,76	14,93
P9	16,56	27	315	528	5,41	4,62	16,03
P11	16,31	19	309	628	5,16	4,78	17,25
P13	17,25	60	417	647	5,34	5,01	15,44

ÖZGEÇMİŞ

Adı, Soyadı : Ozan Toprakçı
Doğum Tarihi : 28.06.1982
Doğum Yeri : Denizli, Türkiye
Bitirdiği Lise, Yılı : Denizli Fen Lisesi, 1999
Bitirdiği Üniversite, Yılı : Ege Üniversitesi Tekstil
Mühendisliği Bölümü, 2004