

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sıdıka Ziba OR

**ŞTAPEL LİF (AKRİLİK/VİSKON) KARIŞIMLI İPLİKLER
KULLANILARAK DOKUNAN WİLTON TİPİ YÜZ-YÜZE
HALILARDA TOZUMA DERECESİNİN ARAŞTIRILMASI**

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

ADANA, 2019

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ŞTAPEL LİF (AKRİLİK/VİSKON) KARIŞIMLI İPLİKLER
KULLANILARAK DOKUNAN WILTON TİPİ YÜZ-YÜZE HALILARDA
TOZUMA DERECESİNİN ARAŞTIRILMASI**

Sıdika Ziba OR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

Bu Tez 17/01/2019 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Osman BABAARSLAN
DANIŞMAN

.....
Doç. Dr. Belkıs ZERVENT ÜNAL
ÜYE

.....
Dr. Öğr. Üyesi Esin SARIOĞLU
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞTAPEL LİF (AKRİLİK/VİSKON) KARIŞIMLI İPLİKLER KULLANILARAK DOKUNAN WILTON TİPİ YÜZ-YÜZE HALILARDA TOZUMA DERECEŚİNİN ARAŞTIRILMASI

Sıdka Ziba OR

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Osman BABAARSLAN
Yıl:2019, Sayfa ;145

Jüri : Doç. Dr. Belkıs ZERVENT ÜNAL
: Dr. Öğr. Üyesi Esin SARIOĞLU

Günümüzde, tekstil zemin kaplama materyali olarak adlandırılan ve geleneksel üretim yöntemleriyle dokunan halılar; nüfus, alım gücü, inşaat ve otomotiv sektörlerindeki büyümeden kaynaklı talep artışına bağlı olarak son kullanıcının beklentilerini daha iyi karşılayabilmek amacıyla daha işlevsel hale gelmiştir. Bu çalışmada kısa ştapel liflerden oluşmuş viskon (CV), akrilik (PAN) ve bunların belirli orandaki karışımlarından elde edilen ipliklerle, aynı şartlarda dokunan yüz-yüze wilton tipi halıların tozuma derecelerinin ve performans özelliklerinin araştırması yapılmıştır. Tozuma derecesine etki eden en önemli iki faktörün karışım oranı ve toz alma işlemi olduğu bilinmektedir. Toz alma işleminin tozumaya etkisini incelemek için numuneler iki grup şeklinde üretilmiştir. Birinci gruba toz alma işlemi uygulanırken, ikinci gruba ise işlem uygulanmamıştır. Böylelikle toz alma işlemin etkisi de değerlendirilmiştir. Çalışmanın amacı; toz alma derecesinin minimum olduğu optimum karışım oranının belirlenmesidir. Karışım oranlarının halı kullanım performansına etkisi de yapılan test sonuçlarına ve istatistiksel analizlere göre değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yüz-Yüze wilton dokuma, ştapel lifler, toz alma, optimum karışım oranı, halı performansı.

ABSTRACT

GRADUATE THESIS

INVESTIGATION OF THE DUSTING DEGREE IN WILTON TYPE FACE TO FACE CARPETS WOVEN BY STAPLE FIBER (ACRYLIC/ VISCOSE) BLENDED YARNS

Sıdıka Ziba OR

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF TEXTILE ENGINEERING

Supervisor : Prof. Dr. Osman BABAARSLAN
Year:2019, Page ; 145

Jury : Assoc.Prof. Dr. Belkıs ZERVENT ÜNAL
: Dr. Assoc. Esin SARIOĞLU

Carpets are products that are called textile-flooring materials and are woven by conventional production methods. It has become more functional in order to better meet the expectations of the end user due to the increase in demand due to growth in population, purchasing power, construction and automotive sectors. In this study, performance tests results and fiber bind analyses of both the carpet and its pile yarns that produced from staple viscose (CV), polyacrylonitrile (PAN) and their blend at certain level were searched. It is well known that two most important factors effecting the degree of dusting in carpet are the blend ratio and dust removal process. Herein, the samples were produced in two groups to examine the effect of the process on dusting. Dusting process was applied to the first group and it was not applied to the second group. In this way, the effect of dust removal process is evaluated. Purpose of the study; determination of the optimum blend ratio in which the degree of dust removal is minimal. The effect of the blend ratios on the carpet usage performance was also evaluated according to the results of the applied tests and statistical analyzes.

Keywords: Face to face wilton weave, staple fibers, dusting, optimum blend ratio, carpet performance.

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Çalışmanın amacı kısa ştapel liflerden oluşmuş viskon (CV), akrilik (PAN) ve bunların belirli orandaki karışımlarından elde edilen ipliklerle, aynı şartlarda dokunan yüz-yüze wilton tipi halıların tozuma derecelerinin ve performans özelliklerinin araştırılmasıdır. Çalışmanın sistematik olarak gerçekleştirilmesi amacıyla hav ipliği üretimi ve dokuma halı üretimi aynı koşullarda gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda çalışmayı iki aşamada değerlendirilmiştir.

Birinci aşamada aynı lif inceliğine ve uzunluğuna sahip viskon ve akrilik lifleri hammadde olarak kullanılarak %100, %80/20, %50/50 ve %20/80 karışım oranlarına sahip hav iplikleri üretilmiştir. İplik üretimleri Zafer Tekstil Tic. ve San. A.Ş. firmasında gerçekleştirilmiştir.

İkinci aşamada ise üretilen toplam 5 farklı iplik numunesi kullanılarak aynı desen yapısına, hav yüksekliğine ve halı sıklığına sahip yüz-yüze wilton dokuma halı numuneleri elde edilmiştir. Dokuma işlemi sonrasında halı numuneleri iki gruba ayrılarak birinci gruba toz alma işlemi ve sırt kaplama işlemi uygulanmıştır. İkinci grup ise toz alma işlemi uygulanmadan sırt kaplama işlemine tabii tutulmuşlardır. Sonuç olarak farklı karışım oranlarına sahip ipliklerden elde edilen 5 adet toz alma işlemi uygulanmış ve 5 adet ise toz alma işlemi uygulanmamış toplam 10 adet halı numunesi elde edilmiştir.

Halı numunelerinin kullanım ve performans özellikleri ve tozuma derecelerinin tespitinin yanı sıra ipliklerinde (hav iplikleri olarak üretilen) bazı özellikleri tespit edilmiştir. İpliğin kalitesini ve halıların hav yoğunluğunu (hav ağırlığı) doğrudan etkileyen parametreler göz önünde bulundurularak; iplik numarası, iplik büküm sayısı, iplik kopma mukavemeti, iplik kopma uzaması, iplik düzgünsüzlüğü, iplik hataları, iplik tüylülüğü, iplik kıvrım büzülmesi ve sıcakta çekme testleri ve iplik karışım oranı doğrulaması için kantitatif analiz testleri yapılmıştır.

Toz alma işlemi sonrası halı numunelerine dinamik yük altında, uzun süreli ve kısa süreli statik yük altında kalınlık kaybı, sıkıştırma sonucu geri kazanım ve rezilyans testleri uygulanarak performansı en iyi karışım oranının tespit edilmesi hedeflenmiştir. Toz alma işleminin etkisini belirlemek amacıyla CV/PAN liflerinden farklı karışım oranlarında üretilen iplikler halıda hav materyali olarak kullanılarak toz alma işlemi öncesi ve sonrası tozuma özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçların değerlendirilmesi amacı ile istatistiksel analiz metodu olan genel lineer analiz yöntemlerinden “ANOVA” analiz metodu kullanılmıştır. Genel lineer model analizi ile bağımlı değişkendeki toplam değişimi açıklamada faktörlerin katkısının istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı tespit edilmiştir.

Çalışmada aynı üretim parametrelerinde üretilen katlı ipliklerden elde edilen halıların performans özellikleri incelendiğinde tüm halılarda iç hav ilme çıkarma kuvvetinin dış hav ilme çıkarma kuvvetinden düşük olduğu görülmüştür. PAN ipliklerden elde edilen halıların daha iyi ilmek çıkarma kuvvetine sahip olduğu görülmüştür. Geri dönen iş verilerine göre %50/50 CV/PAN halı numunelerinin değerlerinin en yüksek olduğu görülmüştür. En düşük değer ise %100 CV halı numunesine aittir. Bu durum havların yük sonrası ilk haline dönebilme yeteneğinin ölçüsü olduğu için kullanım sırasında %100 PAN ipliklerden elde edilen halılar tercih edilmelidir. Statik ve dinamik yük altında kalınlık kaybına göre ise PAN ipliklerden elde edilen halıların CV ipliklerden elde edilen halılara göre daha iyi performans gösterildiği görülmüştür. Yüke maruz kalan yüzeyde gözlemlenen deformasyonun %100 CV ipliklerden üretilen halılarda en yüksek değerde olması PAN ipliklerden elde edilen halıların tercih edilmesi gerekliliğini desteklemektedir. Tozuma değerlerinde ise %100 CV ipliklerden üretilen halılarda en yüksek değerdedir.

Toz alma işlemi uygulanan halıların tozuma değerlerinin işlem uygulanmayan halılara göre azaldığı görülmüştür. Bu nedenle toz alma işlemi sonrası tüm numunelerin iplik kesitindeki elyaf kaybının kullanım sırasında azalacağı anlamı taşımaktadır. Uygulanan toz alma işleminin son kullanıcı

açısından halıların tozuma problemine olumlu yönde etkide bulunduğu görülmüştür. İstatistiksel analiz verilerine göre toz alma işleminin ve karışım oranının tozuma üzerine etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür ($p=0,000$). Ayrıca toz alma işlemi*karışım oranının halı tozuma derecesi üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir ($p=0,402$).





TEŞEKKÜR

Yüksek lisansım süresince bana sabır gösteren, sonuca varmam için beni daima motive eden, engin bilgi ve tecrübelerinden faydalanmamı sağlayan mesleğimi sürdürdüğüm sektörel alanda da bana katkı sağlayacağını düşündüğü bu çalışmanın ortaya çıkmasında en büyük paya sahip, öğrencisi olmaktan daima gurur duyacağım danışman hocam Sayın Prof. Dr. Osman BABAARSLAN'A en içten saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Tezime; yoğun temposuna rağmen, gerek akademik yönden, gerekse tecrübe ve birikimleriyle katkı sağlayan, moral motivasyonum konusunda destek ve yardımlarını esirgemeyen, Sayın Dr. Öğrt. Üyesi Esin SARIOĞLU'na, tezimde gerekli görülen test ve standartlar konusunda desteklerini esirgemeyen ve samimiyetlerini hissettiren, Doç. Dr. Halil İbrahim ÇELİK ve Doç. Dr. Hatice Kübra KAYNAK'a, çalışmam süresince Gaziantep Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nün laboratuvar imkânlarından yararlanmama imkân sağlayan Sayın Prof. Dr. Cem GÜNEŞOĞLU'na saygılarımı sunar, onun nezdinde bölüm akademik ve idari personeline teşekkür ederim. Çalışmam sırasında destek ve katkılarından dolayı değerli arkadaşlarım Orhan DAL ve Ahmet DOĞAN'a sevgi ve saygılarımı sunarım. Yüksek lisansımı bitirmem konusunda desteğini esirgemeyen, tez çalışması kapsamında kullanılan ipliklerin üretimini ve bu süreçteki her türlü zorluğu aşmamı sağlayan Kartal Halı Tekstil San ve Tic. A.Ş. Genel Müdürü Sayın Hakan VARDAL'a saygılarımı sunar teşekkürü borç bilirim.

Hayatımın her aşamasında varlıkları ile bana güç veren ve özellikle tez çalışmalarım sırasındaki yoğun günlerimde sonsuz sevgileriyle, maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan başta annem olmak üzere aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	XII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XVI
1.GİRİŞ	1
1.1. Dünya’da Halı Sektörü	2
1.2. Türkiye ‘de Halı Sektörü	4
1.3. Gaziantep’te Halı Sektörü.....	7
1.4. Halı	8
1.4.1. El Halısı	9
1.4.1.1. Türk (Gördes) Düğümü	10
1.4.1.2. Sine (İran) Düğümü	11
1.4.1.3. Tek Çözüğü Düğümü.....	11
1.4.1.4. Çift Düğümler.....	11
1.4.2. Makine Halısı	12
1.4.2.1. Tufting Halılar	12
1.4.2.2. Yapıştırma Halılar	13
1.4.2.3. Flok Halı.....	14
1.4.2.4. Örme Halılar	15
1.4.2.5. Nonwoven (Dokusuz Yüzey) Halılar	16
1.4.2.6. Axminster Halılar	16
1.4.2.7. Yüz Yüze Wilton Tipi Dokuma Halılar.....	17
1.4.3. Dokuma Makine Halısı Örgü Türleri.....	21
1.4.3.1. İki Rapiyerli Dokumada Örgü Türleri	22

1.4.3.2. Üç Rapierli Dokumada Örgü Türleri.....	25
1.4.4. Dokuma Makine Halısı Bileşenleri.....	28
1.4.4.1. Hav İpliği.....	29
1.4.4.2. Atkı İpliği	32
1.4.4.3. Çözümlü İpliği	34
1.5. Çalışmanın Önemi ve Amacı	35
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	39
3. MATERYAL VE METOD	49
3.1. Materyal.....	49
3.1.1. İplik Üretimi	50
3.1.2. Yüz-Yüze Wilton Tipi Halı Üretimi	52
3.1.2.1. Dokuma İşlemi	53
3.1.2.2. Toz Alma İşlemi	54
3.1.2.3. Apre/Terbiye İşlemi.....	56
3.2. Metod.....	58
3.2.1. Hav İpliklerine Uygulanan Testler	58
3.2.1.1. İplik Numara Tayini	59
3.2.1.2. İplik Büküm Tayini	59
3.2.1.3. İplik Kopma Mukavemeti ve Kopma Uzaması Tayini.....	60
3.2.1.4. İplik Düzgünlüğü Tayini	61
3.2.1.5. İplik Hataları Tayini	61
3.2.1.6. İplik Tüylülük Tayini.....	62
3.2.1.7. İplik Kıvrım Büzülmesi (Crimp) ve Sıcakta Çekme (Shrinkage) Tayini	62
3.2.1.8. İplik Karışım Oranı(Kantitatif Analiz)Tayini.....	64
3.2.2. Halıya Uygulanan Testler	65
3.2.2.1. İlme Çıkarma Kuvveti Tayini.....	65
3.2.2.2. Sıkıştırılabilirlik ve Rezilyans Tayini.....	66
3.2.2.3. Dinamik Yük Altında Kalınlık Kaybının Tayini	68

3.2.2.4. Kısa Süreli Statik Yüklemeden Sonra Kalınlık Kaybı	
Tayini.....	70
3.2.2.5. Uzun Süreli Statik Yükleme Sonrası Kalınlık Kaybı	
Tayini	71
3.2.2.6. Halıların Tozuma Derecelerinin Tayini.....	72
3.3. Kullanılan İstatistiksel Analiz Programı.....	73
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	75
4.1.İplik ÖzelliklerininDeğerlendirilmesi	76
4.1.1. İplik Numarası ve İplik Bükümü Ölçüm Sonuçları	77
4.1.2. İplik Kopma Mukavemeti ve Kopma Uzaması Ölçüm Sonuçları	78
4.1.3. İplik düzgünsüzlüğü (%CVm) Ölçüm Sonuçları	85
4.1.4. İplik Hataları Ölçüm Sonuçları.....	88
4.1.5. İplik Tüylülüğü Ölçüm Sonuçları	93
4.1.6. İplik Kıvrım Büzülmesi ve Sıcakta Çekme Ölçüm Sonuçları	97
4.2. Halı Özelliklerinin Değerlendirilmesi.....	100
4.2.1. Toz Alma İşlemi Uygulanan Halıların Kullanım ve Performans	
Özelliklerinin Değerlendirilmesi	101
4.2.1.1. Halı İlme Çıkarma Kuvveti Ölçüm Sonuçları	102
4.2.1.2. Sıkıştırılabilirlik ve Rezilyans Ölçüm Sonuçları	106
4.2.1.3. Dinamik Yük Altında Kalınlık Kaybı Ölçüm Sonuçları	113
4.2.1.4. Kısa Süreli Statik Yük Altında Kalınlık Kaybı ve	
Rezilyans Ölçüm Sonuçları	115
4.2.1.5. Uzun Süreli Statik Yük Altında Kalınlık Kaybı ve	
Rezilyans Ölçüm Sonuçları	118
4.2.2. Toz Alma İşlemi Uygulanan ve Uygulanmayan Halıların	
Tozuma Derecelerinin Değerlendirilmesi.....	122
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	125
5.1. Sonuç ve Değerlendirme.....	125
5.2. Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler	138

KAYNAKLAR	141
ÖZGEÇMİŞ	145



ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 1.1.	Dünya Makine halısı ithalatı ülke sıralaması.....	3
Çizelge 1.2.	Dünya Makine halısı ihracatında ülke sıralaması	4
Çizelge 1.3.	Ürün Grupları İtibariyle Türkiye Halı Sektörü İhracatı	6
Çizelge 1.4.	Örgü türlerine göre halı sırtında görülen ve gerçek atkı sıklıkları	22
Çizelge 1.5.	Halıda kullanılan hav ipliklerinin kalitesi, dezavantajları	31
Çizelge 1.6.	Halı sektöründe LBS numara türünden kullanılan jüt çeşitleri.....	33
Çizelge 1.7.	Tercih edilen pamuk atkı iplikleri.....	34
Çizelge 1.8.	Tercih edilen dolgu ve bağlantı çözgü iplikleri	35
Çizelge 3.1.	Hammadde özellikleri.....	49
Çizelge 3.2.	Konvansiyonel ring iplik üretim parametreleri.....	51
Çizelge 3.3.	Katlı iplik özellikleri.....	52
Çizelge 3.4.	Halı bileşenleri özellikleri.....	54
Çizelge 3.5.	Dokuma makine üretim parametreleri	54
Çizelge 3.6.	Terbiye işlemleri üretim parametreleri	58
Çizelge 4.1.	Tek kat iplik özellikleri.....	76
Çizelge 4.2.	Katlı iplik özellikleri.....	77
Çizelge 4.3.	Tek kat iplik kopma mukavemeti için ANOVA sonuçları	80
Çizelge 4.4.	Katlı iplik kopma mukavemeti için ANOVA sonuçları.....	82
Çizelge 4.5.	Tek kat iplik kopma uzaması için ANOVA sonuçları	83
Çizelge 4.6.	Katlı iplik kopma uzaması için ANOVA sonuçları	85
Çizelge 4.7.	Tek kat iplik düzgünsüzlüğü için ANOVA sonuçları.....	86
Çizelge 4.8.	Katlı iplik düzgünsüzlüğü için ANOVA sonuçları	88
Çizelge 4.9.	Tek kat iplik ince yer hatası için ANOVA sonuçları	90
Çizelge 4.10.	Tek kat iplik kalın yer hatası için ANOVA sonuçları.....	91
Çizelge 4.11.	Tek kat iplik neps hatası için ANOVA sonuçları	93
Çizelge 4.12.	Tek kat iplik tüylülüğü için ANOVA sonuçları.....	94

Çizelge 4.13. Katlı iplik düzgünsüzlüğü için ANOVA sonuçları.....	96
Çizelge 4.14. Katlı iplik kıvrım büzülmesi (%) ve sıcakta çekme (%) değerleri	97
Çizelge 4.15. Katlı iplik kıvrım büzülmesi için ANOVA sonuçları	98
Çizelge 4.16. Katlı ipliklerin sıcakta çekme için ANOVA sonuçları	100
Çizelge 4.17. Toz alma ve terbiye işlemi sonrası halıların kalite parametreleri	102
Çizelge 4.18. İç ve dış hav ilme çıkarma kuvveti (gf)	103
Çizelge 4.19. İç hav ilmek çıkarma kuvveti için ANOVA sonuçları.....	104
Çizelge 4.20. Dış hav ilmek çıkarma kuvveti için ANOVA sonuçları	106
Çizelge 4.21. Sıkıştırılabilirlik ve rezilyans değerleri.....	107
Çizelge 4.22. Sıkıştırma işi ANOVA sonuçları	108
Çizelge 4.23. Geri dönen iş ANOVA sonuçları.....	110
Çizelge 4.24. İş geri dönüş ANOVA sonuçları.....	111
Çizelge 4.25. Sıkıştırma geri dönüş ANOVA sonuçları	112
Çizelge 4.26. Dinamik yük altında kalınlık kaybı ölçüm sonuçları	113
Çizelge 4.27. Dinamik yük altında kalınlık kaybı ANOVA sonuçları.....	114
Çizelge 4.28. Kısa süreli statik yük altında kalınlık azalması/rezilyans sonuçları.....	115
Çizelge 4.29. Kısa süreli statik yük altında kalınlık kaybı ANOVA sonuçları....	116
Çizelge 4.30. Kısa süreli statik altındaki rezilyans ANOVA sonuçları	118
Çizelge 4.31. Uzun süreli statik yük altında kalınlık kaybı/rezilyans sonuçları.....	119
Çizelge 4.32. Uzun süreli statik yük altında kalınlık kaybı ANOVA sonuçları.....	120
Çizelge 4.33. Uzun süreli statik yük altındaki rezilyans ANOVA sonuçları.....	122
Çizelge 4.34. Toz alma işlemi uygulanan ve uygulanmayan numunelerinin tozuma test sonuçları	122
Çizelge 4.35. Toz alma işlemi öncesi ve sonrası tozuma ANOVA sonuçları.....	124

Çizelge 5.1. Karışım oranının iplik özellikleri üzerindeki etkisinin İstatistiksel durumu.....	136
Çizelge 5.2. Karışım oranının halı özellikleri üzerindeki etkisinin istatistiksel durumu.....	137
Çizelge 5.3. Toz alma işleminin ve karışım oranının tozuma derecesi üzerinde etkisinin istatistiksel durumu.....	137





ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1.	Ülkemizdeki makine halısı üreten işletmelerin illere göre dağılımı.....	5
Şekil 1.2.	Halıların yapılarına göre sınıflandırılması.....	9
Şekil 1.3.	Gördes Düğümü	10
Şekil 1.4.	Sine (İran) Düğümü.....	11
Şekil 1.5.	Makine halısı bileşenleri ve yapısı	12
Şekil 1.6.	Tufting halı oluşum prensibi	13
Şekil 1.7.	Yapıştırma halı üretim prensibi	14
Şekil 1.8.	Flok halı üretim şekli.....	15
Şekil 1.9.	İğne ile keçeleştirilmiş halı üretim prensibi	16
Şekil 1.10.	Axminster halı dokuma yapısı.....	17
Şekil 1.11.	İlme telleri; yukarıdaki yuvarlak tel halka ilmeli halılar için, alttaki üzerinde bıçak bulunan kesik havlı halılar için	18
Şekil 1.12.	Jakarlı telli tezgâhın mekanizması	19
Şekil 1.13.	Yüz yüze wilton tipi dokuma makine halısının şematik gösterimi.....	21
Şekil 1.14.	1/1V Örgünün alt ve üst halıdaki şematik gösterimi	23
Şekil 1.15.	1/2 V Örgünün alt ve üst halıdaki şematik gösterimi	23
Şekil 1.16.	1+ 1/2 V Örgünün alt ve üst halıdaki şematik gösterimi.....	25
Şekil 1.17.	2/2 V Örgünün alt ve üst halıdaki şematik gösterimi	26
Şekil 1.18.	2/3 V Örgünün alt ve üst halıdaki şematik gösterim	26
Şekil 1.19.	1+ 2/3 V Örgünün alt ve üst halıdaki şematik gösterimi	27
Şekil 1.20.	Halı bileşenleri üç boyutlu gösterimi	28
Şekil 1.21.	Makine halısında kullanılan iplik türleri	29
Şekil 1.22.	Halıda kullanılan atkı iplikleri (a) jüt, (b) pamuk.....	33
Şekil 3.1.	İplik üretimi için işlem akışı.....	51
Şekil 3. 2.	Numune halı üretimi iş akışı.....	53
Şekil 3. 3.	Toz alma makinesi (a) dış görünümü, (b) PLC kumanda ekranı.....	55
Şekil 3.4.	(a) helezonik masaj ızgaraları (b) işlem sonrası tozlar	55

Şekil 3.5.	(a) Sellers tek tamburlu apre makinesi görünümü (b) halının dikey buharlamaya girişi (c) halının atkı düzeltme sonrası çıkışı	58
Şekil 3.6.	İplik mukavemet test cihazı.....	60
Şekil 3.7.	(a) Kıvrım büzülmesi ve sıcakta çekme test cihazı (b) Magazin.....	64
Şekil 3.8.	WIRA ilmek çıkarma kuvveti cihazı.....	66
Şekil 3.9.	Tekstil zemin kaplamaları için karakteristik Kalınlık-Basınç eğrisi	67
Şekil 3.10.	%100 PAN numunenin yükleme ve yük alma sonundaki görünümü	68
Şekil 3.11.	SDL Dijital kalınlık ölçme cihazı.....	68
Şekil 3.12.	WIRA dinamik yükleme cihazı	69
Şekil 3.13.	%50/50 CV/PAN numunenin test sonrası görünümü.....	70
Şekil 3.14.	WIRA statik yükleme	71
Şekil 3.15.	a) Wira Hekzapod test cihazı, b) Numune yerleşimi.....	73
Şekil 4.1.	Tek kat iplik kopma mukavemeti (cN/tex) sütun grafiği	79
Şekil 4.2.	Katlı iplik kopma mukavemeti (cN/tex) sütun grafiği.....	81
Şekil 4.3.	Tek kat ipliklerin kopma uzaması (%) sütun grafiği	83
Şekil 4.4.	Katlı ipliklerin kopma uzaması (%) sütun grafiği	84
Şekil 4.5.	Tek kat iplik düzgünsüzlüğü (%CVm) sütun grafiği.....	86
Şekil 4.6.	Katlı iplik Düzgünsüzlüğü (%CVm) sütun grafiği.....	87
Şekil 4.7.	Tek kat iplik ince yer (-%50) hatası sütun grafiği.....	89
Şekil 4.8.	Tek kat iplik kalın yer hatası(+%50) sütun grafiği.....	91
Şekil 4.9.	Tek kat iplik neps hatası (+%200) sütun grafiği	92
Şekil 4.10.	Tek kat iplik tüylülüğü (Uster® H) sütun grafiği.....	94
Şekil 4.11.	Katlı iplik tüylülüğü (Uster® H) sütun grafiği	95
Şekil 4.12.	Katlı iplik kıvrım büzülmesi (%) sütun grafiği	98
Şekil 4.13.	Katlı iplik sıcakta çekme (%) sütun grafiği.....	99
Şekil 4.14.	İç hav ilme çıkarma kuvveti (gf) sütun grafiği.....	103
Şekil 4.15.	Dış hav ilme çıkarma kuvveti (gf) sütun grafiği	105

Şekil 4.16. Sıkıştırma işi (J/m^2) sütun grafiği.....	107
Şekil 4.17. Geri dönen iş (J/m^2) sütun grafiği.....	109
Şekil 4.18. İş geri dönüş (%) sütun grafiği.....	111
Şekil 4.19. Sıkıştırma geri dönüş (%) sütun grafiği.....	112
Şekil 4.20. Dinamik yük altında kalınlık kaybı (%) sütun grafiği.....	114
Şekil 4.21. Kısa süreli statik yük altında kalınlık kaybı (%) sütun grafiği.....	116
Şekil 4.22. Kısa süreli statik yük sonrası rezilyans (%) sütun grafiği.....	117
Şekil 4.23. Uzun süreli statik yük altında kalınlık kaybı (%) sütun grafiği.....	119
Şekil 4.24. Uzun süreli statik yük sonrası rezilyans (%) sütun grafiği.....	121
Şekil 4.25. Toz alma işlemi öncesi ve sonrası tozuma (%) sütun grafiği.....	123



1. GİRİŞ

Halı insanların rahat ve sıcak bir zemin arayışı sonucu ortaya çıkan ve ev dekorasyonunda önemli bir yer tutan bir malzemedir. İnsanlar önce konforlu bir zemin oluşturmak amacıyla hayvan postlarını kullanırlardı. İhtiyaçları arttıkça, ihtiyaçlarına uygun post bulamadıkları için, post taklidi yaygılar ürettirler. Zamanla sevdiklerini de desenleştirerek, bugünkü halının kaba örneklerine ulaşılar. Kısaca halı insanoğlunun doğaya karşı ve doğayı kendine uydurma mücadelesinin ilk ürünlerindendir. Günümüze kadar gelen halı, yaşantımıza ekonomik, sosyal ve kültürel olarak önemli bir yer tutmaktadır. Gerek Türklerdeki, gerekse doğu ülkelerindeki ev dekorasyonundaki başlıca unsur halı ve kilimdir. Modern teknolojinin sınırsız avantajlarını kullanan halı sektörü kendini sürekli yenilemektedir.

Geleneksel olarak dokuma yöntemiyle ve günümüzde ise daha çok dokunarak ya da Tufting (düz zemin kumaşına ipliklerin dikilmesi) yoluyla üretilen havlı tekstil yüzeyleri olarak tanımlanan halının sektörel önemi, dünya ticaretinde de kayda değer ürün gruplarından birini oluşturması sonucunu doğurmuştur.

Halıcılığın kökenine milattan önceki zaman dilimine dayanan dokumacılık sanatında rastlanılmıştır. Gelişiminin ise çözgü ipliklere renkli yün ve tiftiklerin düğümlenmesiyle hayvan postlarının taklit edilmesi sonucu olduğu düşünülmektedir. Modern çağda rastlanılan en eski halı parçası olan İskit halısı milattan önce beşinci yüzyılda Altay dağlarında Pazırık yerleşkesinde bulunmuştur. Dolayısı ile bu durum halıcılığın dünyaya yayılmasının Orta Asya'dan olduğunu ve Türk kavimlerinin göçleri, ticaret ilişkileri gibi etmenler vesilesiyle olduğunu göstermektedir. Halıcılık Anadolu'ya Selçuklular tarafından getirilmiş olup, Selçuklu halılarının batıda Avrupa limanlarına, doğuda Hindistan ve Çin'e, güneyde ise Mısır'a ihraç edildikleri belgelerle ispatlanmıştır. Daha sonraları İspanya, İtalya ve güney Fransa Türk dokuma ustaları vasıtasıyla halı ile tanışmışlardır.

Makine halıcılığının gelişimi ise on yedinci yüzyılda ilk yatay yarı otomatik halı tezgâhıyla başlamıştır. İngiltere'nin Wilton şehrinde ilk halı fabrikası kurulmuştur. Bu halılara şehrin ismi verilerek Wilton Halı denilmiştir. 19. yüzyılda Brüksel tipi makineler ve Axminster halı makineleri gelişim göstermiştir. 20. yüzyıl başlarında ise Tufting halı makinesi Amerika'da üretilmiştir. Amerika'nın güney eyaletlerinde Tufting iğneli dokuma üretimi hızla yayılmaya başlamış olup günümüze kadar devam etmektedir.

Dünyada halı ticareti, el halısı ve makine halısı olmak üzere, üretim teknikleri, yatırım eğilimleri, maliyetleri, tüketici profilleri, kullanım amaçları, pazar yapıları ve sermaye yoğunlukları oldukça farklı olan iki ana grupta incelenmektedir. El halısı, emek-yoğun ve tarihsel-kültürel miras yoluyla gelişen motiflere dayalı bir üretim yapısı sergilerken; makine halısı, sermaye-yoğun ve teknik tekstil kategorisinde ele alınabilecek bir üretim yapısına sahiptir.

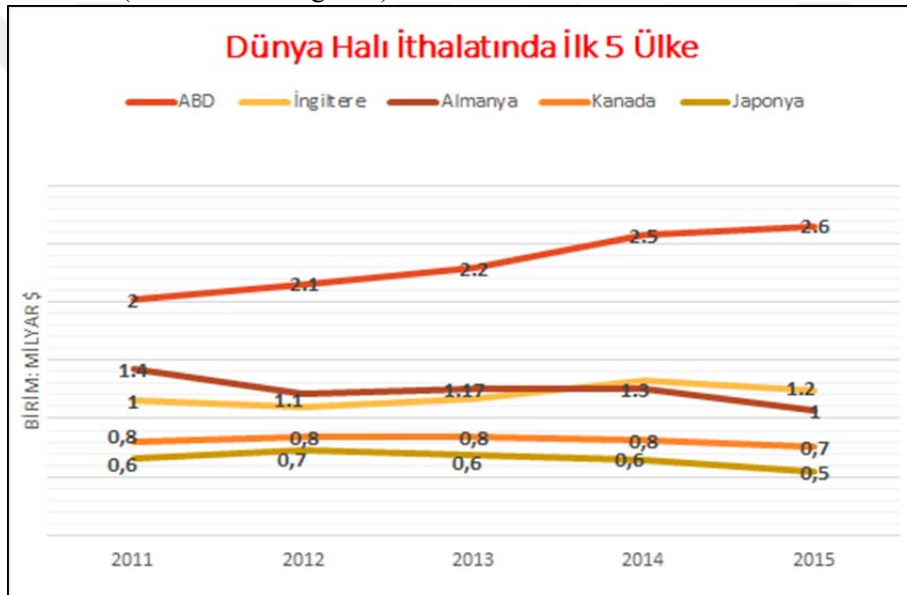
1.1. Dünya'da Halı Sektörü

Dünya halı sektörü üretim, satış ve Pazar bölgelerine göre değerlendirilmektedir. Arz talep dengesi üretim hacmini, satış ve pazar bölgelerini önemli ölçüde belirlemektedir. Üretim açısından makine halı sektörü incelenecek olursa üretim Çin, Hindistan, Belçika, Türkiye, Amerika, Japonya, Mısır ve İran gibi ülkelerde yoğunlaşmıştır. Bu sektördeki firmalar, doğal ve sentetik elyaflar kullanarak dokuma, tufting ve diğer kilim ve halı türlerini üretmektedir. Başlıca şirketler arasında ise Balta (Belçika), Oriental Weavers (Mısır) ve Suminoe Textile (Japonya) ile birlikte Beaulieu, Interface, Mohawk Industries ve Shaw Industries (tümü ABD'de yerleşik) yer almaktadır. Küreselleşen halı talebi, sanayileşme ve Çin, Hindistan ve diğer gelişmekte olan ülkelerdeki orta sınıf tüketici pazarlarının hızla genişlemesi nedeniyle artmaktadır. Halı talebi, döngüsel olabilen konut ve ticari gayrimenkul inşaatı ve ev satışlarına bağlı olarak değişmektedir.

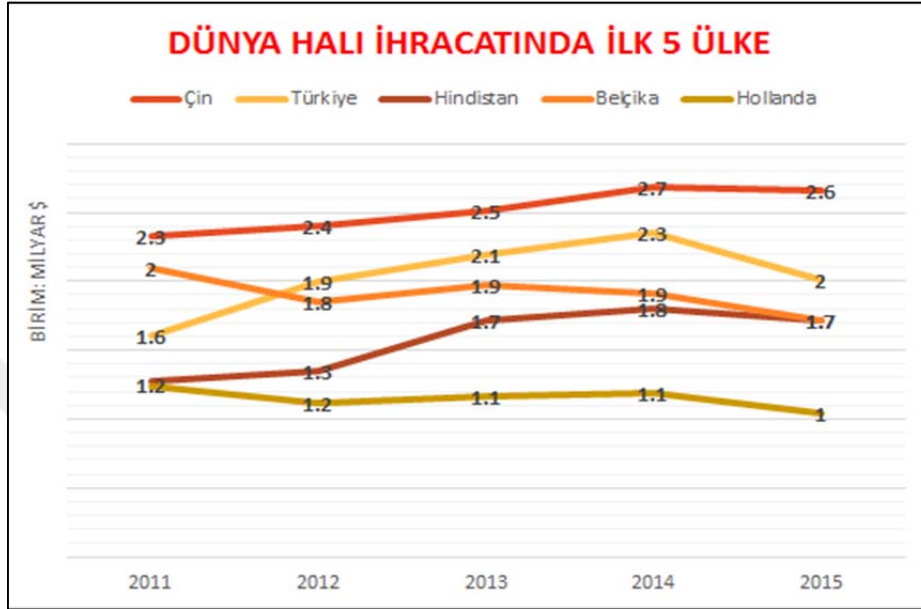
Satış ve pazarlama olarak düşünüldüğünde ise toplam makine halısı ihracatı 2016 yılı verilerine göre 6,4 milyar dolar, ithalatı 5,9 milyar

dolardır. Türkiye 1,7 milyar dolar ihracat ile dünyanın en büyük makine halısı ihracatçısı konumundadır. Dünya toplam el halısı ihracatı; 1,2 milyar dolar, ithalatı 1,3 milyar dolardır (Ekonomi Bakanlığı, 2016). Dünya makine halısı ithalatında Çizelge 1.1.'de görüldüğü üzere ABD, İngiltere, Almanya, Kanada ve Japonya önde gelen ülkeler olarak yer almaktadır. Söz konusu 5 ülkenin dünya makine halısı ithalatının yaklaşık %40'ına hâkim olduğu görülmektedir.

Çizelge 1.1. Dünya Makine halısı ithalatı ülke sıralaması (milyon ABD dolar)
(www.ekonomi.gov.tr)



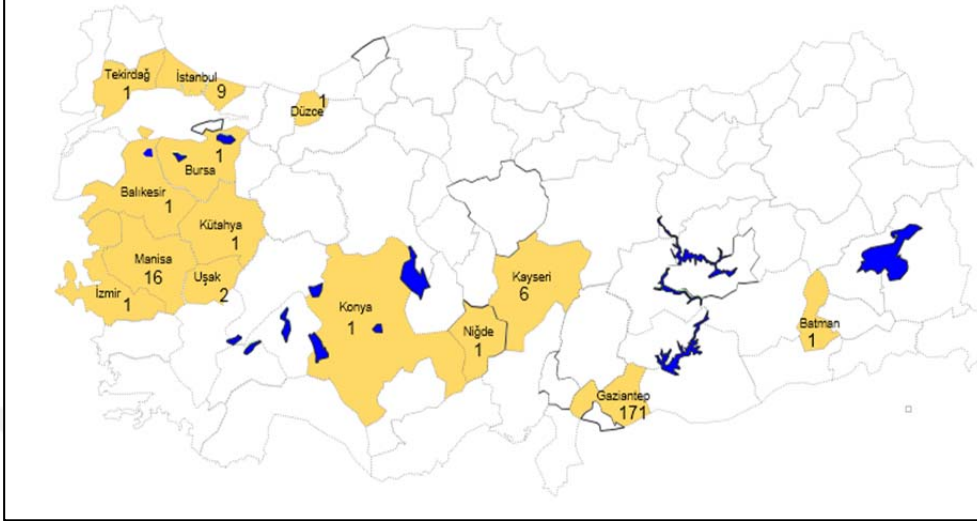
Çizelge 1.2. Dünya Makine halısı ihracatında ülke sıralaması (milyon ABD dolar)
(www.ekonomi.gov.tr)



Dünya makine halısı ihracatında önde gelen ülkeler ise Çizelge 1.2’de görüldüğü üzere Çin, Türkiye, Belçika, Hindistan ve Hollanda’dır. Çin tek başına pazarın %17,7’sini elinde bulundurmaktadır. Türkiye ise Çin’in ardından %15,2’lik pazar payı ile ikinci sırada yer almaktadır.

1.2. Türkiye ‘de Halı Sektörü

TOBB sanayi veri tabanına kayıtlı Şekil 1.1’de gösterilen 213 makine halı üreticisi bulunurken, yıllık ortalama 400 milyon m² üretim gerçekleştirilmektedir. Türkiye’deki halı üretiminin yaklaşık % 85’i makine halısıdır. Makine halısı ihracatımız ise uzun yıllardan beri artış gösteren sektörlerimiz arasında yer almaktadır. Türkiye’de halı üretimi yapan ve sektörde öncü olan Merinos Halı, Kartal Halı, Kaplan Kardeşler, Royal Halı, Kaşmir halı, İstikbal, Bahariye, Sofiteks, Balta Halı v.b gibi firmalar bulunmaktadır.



Şekil 1.1. Ülkemizdeki makine halısı üreten işletmelerin illere göre dağılımı (<http://sanayi.tobb.org.tr>)

Sektörel bazda yapılan ihracat rakamlarına bakacak olursak makine halısı ihracatı, 2009 yılındaki küresel krizin etkisiyle bir miktar düşüş gösterse de 2010 yılından 2015 yılına kadar artış göstermiş olup 2015 yılında % 4,8 oranında gerileme göstermiştir.

2016 yılının ilk çeyreğinde artış, ikinci çeyreğinde ise düşüş gösteren halı sanayi üretimi, 2016 yılının üçüncü ve dördüncü çeyreğini de artış eğilimi ile kapatmıştır. Böylelikle 2016 yılı için halı sanayi üretimi ortalama % 3,3 artış göstermiştir. Çizelge 1.3.'de 2017 yılına gelindiğinde halı sanayi üretim endeksinde artış eğilimi sürmektedir. Halı üretiminde son on iki aylık üretim ortalaması ise % 5,2'dir.

El halısı ihracatımız 2017 yılı Ocak-Ağustos döneminde bir önceki yılın aynı dönemine göre % 12,4 oranında gerileyerek 34,7 milyon dolar değerinde gerçekleşmiştir. Makine halısı ihracatımız 2017 yılı Ocak-Ağustos döneminde önceki yılın aynı döneminde göre % 10,9 oranında artarak yaklaşık 1,2 milyar dolar değerinde gerçekleşmiştir. Tufting halı ihracatımız 2017 yılı Ocak-Ağustos

döneminde önceki yılın aynı döneminde göre % 14,9 oranında artarak 164,4 milyon dolar değerinde gerçekleşmiştir.

Çizelge 1.3. Ürün Grupları İtibariyle Türkiye Halı Sektörü İhracatı (İhracatçılar Birliği, 2017)

Birim: 1.000 ABD \$	2016 Ağustos	2017 Ağustos	Değişim %	2016 Ocak-Ağustos	2017 Ocak-Ağustos	Değişim %	Pay %
El Halısı	2.952	5.216	76,7%	39.629	34.702	-12,4%	2,5%
Makine Halısı	143.750	172.488	20,0%	1.058.091	1.173.559	10,9%	85,5%
Tuften Halı	19.433	24.361	25,4%	143.077	164.411	14,9%	12,0%
HALI SEKTÖRÜ İHRACATI	166.135	202.065	21,6%	1.240.803	1.372.710	10,6%	100,0%

Türkiye'nin halı ihracatında en önemli ülkeler: ABD, Suudi Arabistan, Irak, Almanya ve İngiltere'dir. Birinci pazarımız ABD olmakla birlikte ikinci büyük pazarımız Suudi Arabistan'dır. 2017 yılı Ocak-Ağustos döneminde en büyük üçüncü ihracat pazarımız konumundaki Irak'a yönelik halı ihracatımızdır. Dördüncü sırada yer alan Almanya'yı sırasıyla İngiltere, Birleşik Arap Emirlikleri ve diğer ülkeler izlemektedir. İlk sırada yer alan ABD'ye 2017 yılı Ağustos ayında 2016 yılı Ağustos ayına kıyasla % 33,4 oranında artış ile 1,4 milyon dolar değerinde el halısı ihracatı yapılmıştır. El halısında İkinci sırada yer alan Almanya'ya ise 2017 yılı Ocak-Ağustos döneminde 3,6 milyon dolar değerinde ihracat gerçekleştirilmiştir. Aynı dönemde İtalya'ya ihracatımız % 13,9 oranında artarak 1,5 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir.

2017 yılı Ocak-Ağustos döneminde yapılan tufting halı ihracatımız 2016 yılı ile kıyaslandığında % 14,9 oranında artış göstermiş ve 164,4 milyon dolar değerinde ihracat gerçekleştirilmiştir. 2017 yılı Ocak-Ağustos döneminde, tufting

halı ihracatımızda en büyük paya sahip olan ülke yaklaşık 31,5 milyon dolarlık ihracat ve % 19,2'lik pay ile İngiltere olmuştur. İngiltere'ye yapılan ihracat 2016 yılı aynı dönemine kıyasla % 13,6 oranında artmıştır. Tufting halı ihracatımızda ikinci en büyük paya sahip ülke, yaklaşık % 14,8'lik pay ile Suudi Arabistan'dır.

1.3. Gaziantep'te Halı Sektörü

Ülkemizin makine halısı üretiminin büyük çoğunluğu Gaziantep'te yerleşik olan firmalarca yerine getirilmektedir. Gaziantep son yıllarda yaptığı büyük yatırımlarla ülkemizde makine halısı üretiminde öne çıkan, hatta dünyanın önemli halı merkezlerinden biri haline gelmiştir.

Gaziantep'te dokumacılık, küçük el tezgâhlarında kutnu, aba, antep bezi, kişmir, sadırlık, kurşunlu, kotil, havlu ve pike dokuma çeşitleriyle üretime başlamış, 1960-1965 yılları arasında kotil (yatak yüzü), 1965-1975 yılları arasında havlu ve pike, 1975-1980 yılları arasında kilim ve halı dokuması ile devam etmiştir. 1965 yılında kilim el tezgâhı, motorlu kilim tezgâhına çevrilerek ilk seri üretim sağlanmış, 1970'li yıllarda ise halıcılarımız yine ellerindeki Teksima makinesinde tadilat yaparak halı dokumayı gerçekleştirmiştir. İlk dokunan halı orlon iplikten olmuştur. 1970'li yıllarda dünyada ilk defa üretilen halıya desen verme özelliği olan kartonlu jakar makinesi, bir süre ülkemize ithal edilmiş, 1980'lerin ortasında ise Gaziantep'te ustalar bu tezgâhları bizzat kendileri üretmiştir. Bu gelişme hem ithalatı durdurmuş hem de ülkemizde makine halıcılığında Gaziantep'in lider konumuna gelişinin başlangıcı olmuştur. Bugün ise, bilgisayar destekli modern teknolojinin son örneği tezgâhlarda üretim yapılmaktadır.

İstanbul Sanayi Odası (İSO) tarafından yapılan "Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu – 2016 Araştırması" raporuna göre Gaziantep'ten toplam 26 sanayi kuruluşu, Türkiye'nin 500 büyük sanayi devi arasındadır. Bu değerlendirmeyi sadece makine halısı olarak göz önünde bulundurmazsak halı hav ipliği üreten firmalarda bu listede bulunmaktadır. 2011 GAİB verilerine göre dünya genelinde 2500 adet makine halısı dokuma makinesi bulunurken bunun yaklaşık

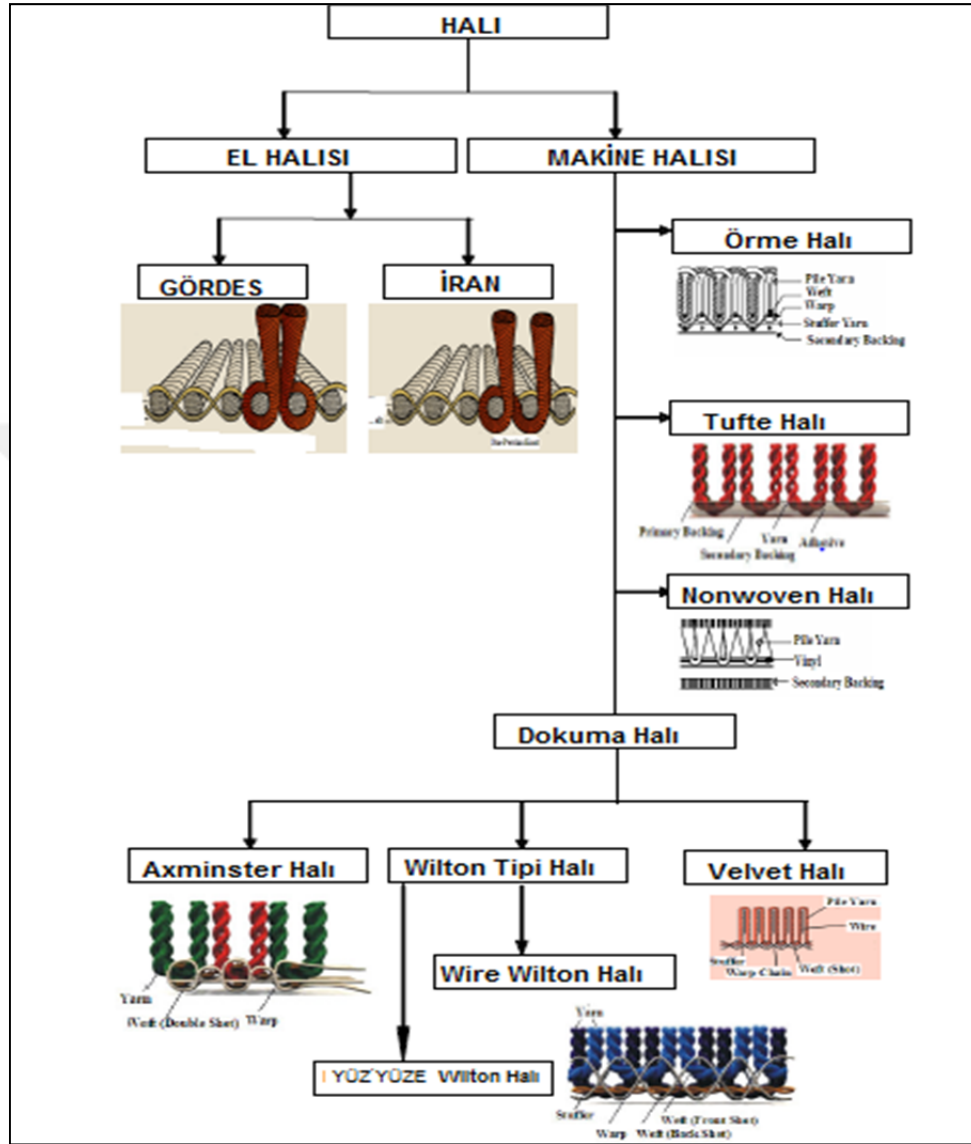
1000 adeti Gaziantep ilindedir. Makine halısı üretimi gerçekleştiren firmalar kendi markaları ile yurtiçi ve yurt dışı satışlarını gerçekleştirmektedir.

Modern teknolojinin etkisi ve müşteri beklentilerinin artması sonucu işletmeler yeni ürün geliştirme ve kalite iyileştirme yönünde olumlu adımlar atmaktadır. Markalaşma ve kalite konusunda pozitif ilerleme yakalayan Gaziantep halı üreticileri, Wallmart, IKEA gibi sektörün devi marketlerde firmalarımızın ürünlerinin yer alması bu durumun en somut ispatıdır. Yurt içinde ve yurt dışında her yıl Hannover/Almanya’da düzenlenen ve birçok firmanın katılım sağladığı Domotex fuarının Gaziantep’te yapılması ise sektörün öncülerinden olduğunu göstermektedir.

Son yıllarda Ar-ge faaliyetlerinin artış göstermesi ile Gaziantep’te 2017 yılında halı sektöründe ilk Ar-Ge merkezi kurulmuştur. Tasarım ve markalaşma ile katma değeri yüksek, tüketici taleplerine uygun ürünler geliştirmek, ihracattaki artışa ilave olarak değer artışının sürdürülebilirliğini sağlamak amacı ile firmaların tasarım merkezlerine olan önemi artmıştır. Tüm bu değerlendirmeler göz önünde bulundurulacak olursa, Halı sektörünün Gaziantep sanayisinin lokomotif sektörü olarak düşünülmesi kaçınılmazdır.

1.4. Halı

Zemin yapısı atkı ve çözümlü ipliklerinden oluşan, kullanım yüzeyini ise hav ipliğinin oluşturduğu ve genelde yün, polyester, poliamid, akrilik veya polipropilen elyaflardan elde edilmiş ipliklerin, farklı sıklıklarda dokunması ile elde edilen ve zemin kaplamada kullanılan tekstil ürünüdür. Halılar, el halısı ve makine halısı olmak üzere başlıca iki şekilde sınıflandırılırlar. Şekil 1.2’de Halı yapılarına göre sınıflandırma yapılmıştır.



Şekil 1.2. Halıların yapılarına göre sınıflandırılması (Sarıoğlu, 2008)

1.4.1. El Halısı

El halısı, dike yakın konumda çözgü ipliklerinden oluşan gergin tezgâhta desen oluşturmak üzere çözgü ipliklerine sırasıyla hav ipliklerinin çeşitli şekillerde düğümlenmesi ve çözgünün arasından geçirilen atkı ipliklerinin kirkit yardımıyla dokunun sıkıştırılmasıyla oluşmaktadır. El halısı hav iplikleri, atkı iplikleri, çözgü

iplikleri, çiti, halı kilimi ve saçaktan oluşmaktadır. Saçak, en uç kısımda çözgü ipliklerinin serbest bırakıldığı kısımdır. Halı kilimi, el halısının ilmeklerinin başlangıç ve bitiş kısımlarında ilmeksiz dokunan bölümdür. Çiti, halı kilimiyle saçak arasında halı kiliminin açılmasını önleyen zincir gibi çözgü ipliklerine sarılan kısımdır (Yakartepe, 1995 ve Özenç, 1989).

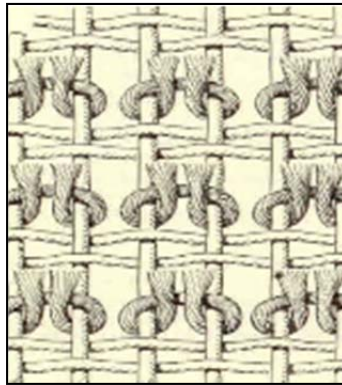
El halıları bulundukları yörenin adıyla anılmaktadır. Türkiye'deki el halıları; Uşak halısı, Bergama halısı, Kula halısı, Gördes halısı, Konya halısı, Milas halısı, Niğde halısı, Kırşehir halısı, Hereke halısı, Sivas halısı, Kayseri halısı, Isparta halısı, Yörük halıları, Yahyalı halısı, yağcı, Bedir halısı, Ladik halısı, Kars halısı, Döşemealtı halısı ve Karakeçili halısıdır (Özenç, 1989: Erkesim, 1995).

El halıları düğüm şekillerine göre sınıflandırılması;

1. Türk (Gördes) Düğümü
2. Sine (İran) Düğümü
3. Tek Çözgü Düğümü
4. Çift Düğümler (TS 2892, 1992).

1.4.1.1. Türk (Gördes) Düğümü

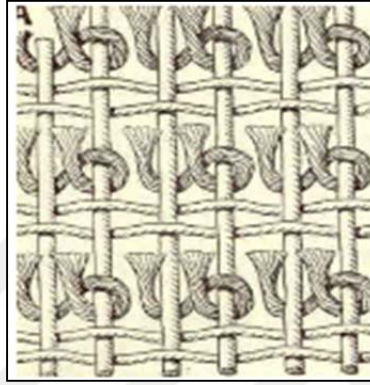
İlmek ipliğinin birbirini takip eden iki çözgü ipliğinin dışından arkaya doğru çevrilmesi ve Şekil 1.3'de belirtildiği üzere iki çözgü ipliğinin arasından ön yüze çıkartılmasıyla oluşmaktadır.



Şekil 1.3. Gördes Düğümü(TS 2892, 1992)

1.4.1.2. Sine (İran) Düğümü

İlmek ipliğinin yan yana olan iki çözgü ipliğinden birincisinden altından geçirilerek yüze çıkartılması ve ikinci çözgü ipliğine tam bir tur attırılarak çözgü ipliklerinin arasından tekrar yüze çıkartılarak olmaktadır (TS 2892, 1992: Erkesim, 1995).



Şekil 1.4. Sine (İran) Düğümü(TS 2892, 1992: Erkesim, 1995)

1.4.1.3. Tek Çözgü Düğümü

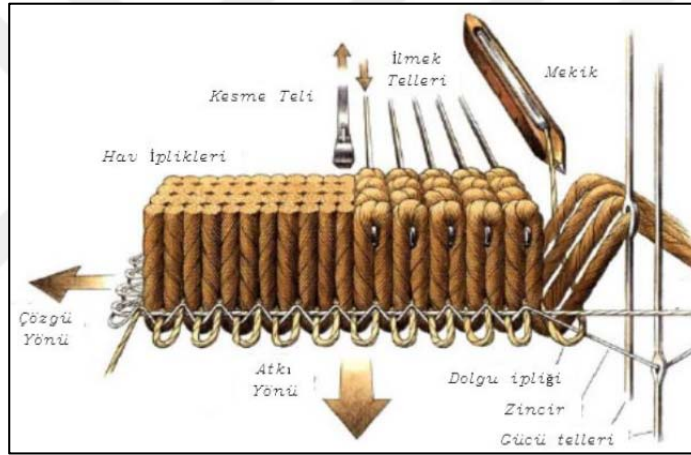
İlme ipliğinin bir çözgü ipliğinin çevresinden tam bir tur yaptıktan sonra halı sırtı içinde kesişen iki ucunun çözgü ipliğinin her iki tarafından yüze çekilmesiyle oluşmaktadır. Birbirini takip eden her çözgüye ve bir atlayarak düğümlenmektedir (TS 2892, 1992).

1.4.1.4. Çift Düğümler

İlmek ipliğinin üç veya dört çözgü ipliği üzerinden şekildeki gibi geçirilmeleriyle elde edilmektedir. Hekim düğümü de denmektedir. Kaba dokumalar için yapılan mukavemeti az olan düğüm şeklidir (TS 2892, 1992: Erkesim, 1995).

1.4.2. Makine Halısı

Makine halısı, Şekil 1.5’de görüldüğü üzere; el halılarındaki yapıya benzer dokunun, makine ile oluşturulmuş şeklidir. Makine halılarında el halılarından farklı olarak ilmekler çözgü yönünde hav çözgülerinden oluşur. El halılarında ise ayrı bir iplikle çözgü üzerine düğüm atılır. Makine halılarında ilmekler çözgüye düğümlenmezler ancak sıkıştırılırlar. Havların uçları kesilmezse bukle halı, kesilirse velur halı olarak isimlendirilirler. Günümüzde tufting, yapıştırma, flok, örme, nonwoven, axminster ve yüz-yüze wilton tipi dokuma yöntemleriyle de tekstil yer döşemesi elde edilmektedir.

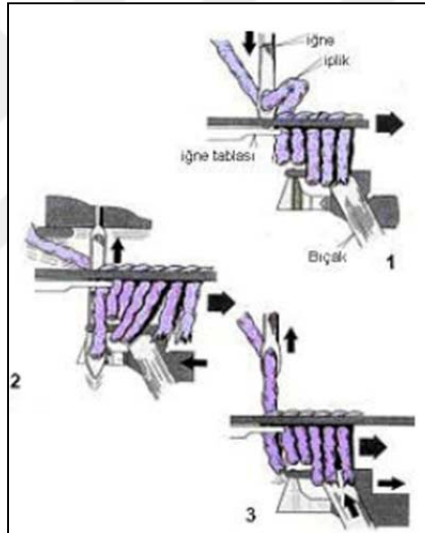


Şekil 1.5. Makine halısı bileşenleri ve yapısı (Sarıoğlu, 2008)

1.4.2.1. Tufting Halılar

Tufting halılar ilmek ipliklerinin önceden temin edilen zemin dokuya daldırılması ve bir yapıştırıcı veya kaplama yöntemiyle sabitlenmesiyle oluşturulmaktadır. Tufting oldukça basit, hızlı ve pahalı olmayan bir yöntemdir. Hav ipliklerinin olduğu bir çağlık sistemi bulunmaktadır. Şekil 1.6’da şematize edilen sistem görülmektedir. Delikli destek tablası üzerinde zemin dokusu taşınmaktadır. Kumaş genişliğinde aşağı yukarı hareket edebilen bir tabla üzerine yerleştirilmiş hav ipliğini taşıyan iğneler zemin kumaşın içine dalarak delikli

tablayı geçer ve sonra geri çıkarak dokuyu oluşturur. Zemin kumaşın altına dalan iğnenin taşıdığı hav ipliğini ilmek tutucular belli hav yüksekliğinde tutarak ilmek oluşumunu sağlamaktadır. Kesik havlı halı üretimi için ilmek oluştuktan sonra bıçak yardımıyla kesilmektedir. Dokuma veya nonwoven olan zemin kumaşı polipropilen, polyester veya jütten yapılabilir. Havı sabitleyerek kalıcı hale getirmek için halının sırtı doğal veya sentetik lateks ile kaplanmaktadır. Halının boyutsal stabilitesini ve sertliğini arttırmak için jüt veya sentetik liften dokunmuş bir ikinci taban halının sırtına yapıştırılabilir. İkinci sırt kaplaması için lateks köpük kullanımı halının esnekliğini arttırmaktadır.

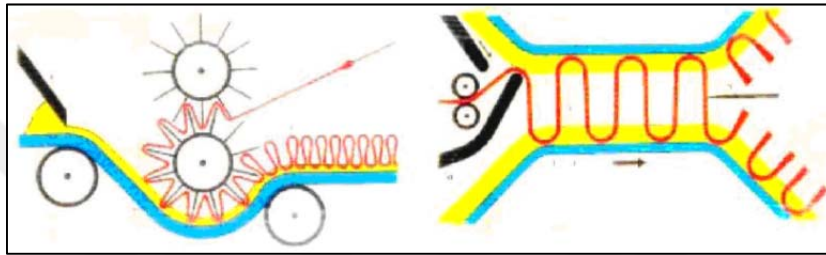


Şekil 1. 6. Tufting halı oluşum prensibi (<https://www.carpetschool.com>)
1. iğne zemin dokusuna dalış, 2. ilmek oluşumu, 3. oluşan ilmeklerin kesilmesi

1.4.2.2. Yapıştırma Halılar

Hav ipliğinin veya lif tabakasının doğrudan zemin yüzeyine yapıştırılmasıyla üretilmektedir. Hav, kesik hav, ilmek hav veya çok katlı ilmek hav şeklinde olabilmektedir. Yapıştırma halılar lif veya iplik tabakalarını kıvrırmak ve oluşan ilmelerin tabanını kalın bir yapıştırıcı katmanın içerisine gömülerek

yapıştırıcının sertleştirilmesiyle elde edilebildiği gibi, iplik veya lif tabakalarına genellikle sıcakta eriyen yapıştırıcıyla muamele edilerek birbirine paralel kumaşların yüzeyine iki taraflı kol yardımıyla bastırılarak yapışkanın ısı ile yapışması sağlanması yoluyla da üretilmektedir (Şekil 1.7). Bu sistemde de yüz yüze halı dokuma tekniğinde olduğu gibi hav iplikleri ortadan ikiye kesilerek iki ayrı halı oluşturulur.

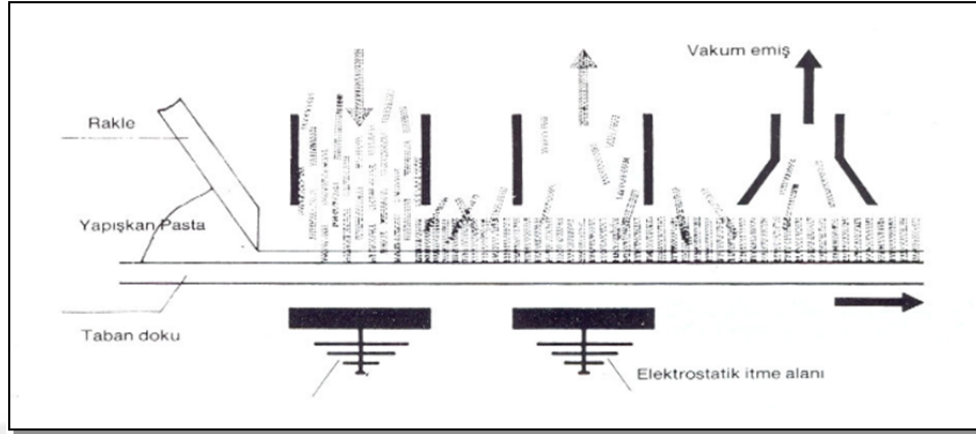


Şekil 1.7. Yapıştırma halı üretim prensibi (Dalcı, 2006)

Bu halılar, kesilmiş kenarlardan halının çıkmaması ve hav güvenliğinin dokuma halılardan daha fazla olması avantajına sahiptir. Karo halı olarak, kolayca kesilebilen döşemelik halılarda ve otomotiv döşemelerinde istenilen şekilde kesilerek yapıştırılmasından dolayı kullanılmaktadır.

1.4.2.3. Flok Halı

Belli uzunluklarda kesilmiş olan liflerin elektriksel olarak yüklenerek yapışkanlı zemin dokusuna yapışmasıyla elde edilmektedir. 2 mm ile 4 mm uzunluğunda kesilen liflerin bulunduğu hazneyi artı, yapıştırıcı sürülmüş zemin tabakanın olduğu metal levhanın eksi kutup gibi yüksek gerilimle yüklenerek zemin tabakasına yönlenmiş olarak yapışmasıyla üretilmektedir. Yapışmayan lifler vakumla alınmakta ve yapışkanın sertleşmesi için kurutma fırınından geçirilmektedir (Şekil 1.8). Halının kalınlığını ve esnekliğini arttırmak için sırt kısmı gözeneksiz uygun köpük tabakasıyla kaplanmaktadır. Bu halılar genelde ıslak ve ağır trafiğin olduğu zemin alanlarında kullanılmaktadır.



Şekil 1.8. Flok halı üretim şekli (Göktepe, 1992a)

1.4.2.4. Örme Halılar

Bu yöntem çözgülü örme makinelerine benzer şekilde örgü ilmek yapılmasından dolayı örme halı denilmektedir. İki şekilde üretim yapılmaktadır.

1) Raschel Örme Halısı

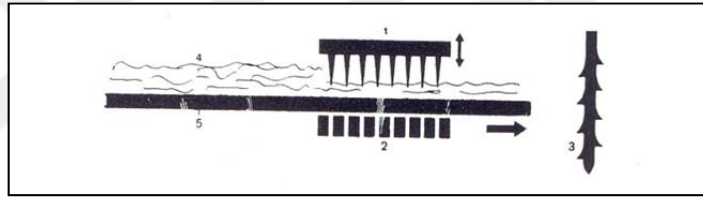
Bu sistemde herhangi bir alt zemin kullanılmadan yardımcı bir iplik sistemi kullanılarak hav iplikleriyle dokunun oluşturulması şekline dayanmaktadır. Taban dokusundaki atkı ve havı oluşturan ipliklerin birbiri ardına örgü ilmekleri oluşturularak dokunmaktadır. Dokuma halılarına göre desen imkânı çok sınırlıdır. Genelde düz, melanj veya küçük motifler şeklinde dokunmaktadır. Yer döşemeciliğinde ve halıcılıkta ticari bir öneme ulaşamamıştır.

2) Tülbent Raschel Halılar

Bu yöntemde hav ipliklerinin yerine hav materyali olarak bir tülbent tabakası kullanılmaktadır. İki zemin ipliğiyle bağlantı oluşturularak bukle halı elde edilir. Bunun fırçalanıp makaslanması ile kesik havlı halı meydana gelmektedir. Dokunun yüzeyi uzun tüylü ve kürk görünümlüdür. Bu yöntem Türkiye’de pek tercih edilmemektedir.

1.4.2.5. Nonwoven (Dokusuz Yüzey) Halılar

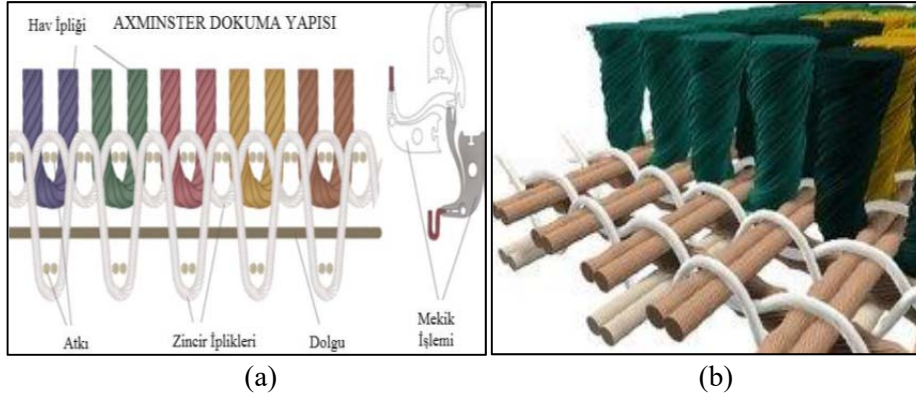
Tarak makinesinde tülbent haline getirilen lifler üst üste konularak bir lif tabakası elde edilir. Bu tabaka daha önceden üretilmiş bir taban dokusunun üzerine serilip, iğne yardımıyla mekanik olarak liflerin taban dokuya sıkıştırılmasıyla nonwoven halılar oluşmaktadır. Her iğne dalışında lifler birbiri içine girerek sabitlenmektedir (Şekil 1.9). Bu dokunun kuvvetlendirilmesi, lif içeriğine göre ısı muamelesi ve reçine emdirilerek yapılmaktadır. Uygun kalınlıkta ve kalitede halı ve halı altı döşemesi maksadıyla rulo formunda veya boyutsal kararlılığı sağlamak için ağır sırt kaplaması şeklinde karo halı olarak kullanılmaktadır. Genelde polipropilen ve poliamid lifler tercih edilmektedir. Türkiye’de bu yöntem “halıfleks” olarak bilinmektedir.



Şekil 1.9. İğne ile keçeleştirilmiş halı üretim prensibi (Göktepe, 1992a)
1.İğneli plaka, 2.İğnelerin girip çıkmasını sağlayan delikli masa, 3. İğnenin görünümü, 4. Tülbent 5.Zemin doku

1.4.2.6. Axminster Halılar

Axminster halı dokuma tekniğinde; jakar makinesi tarafından belirlenen iplikleri mekikler tek tek alarak dokunmuş zeminin içine yerleştirirler. Bu yöntemde önceden belirlenen sıraya göre birbirini takip eden renkli ilmek iplikleri kesikli havlı halıyı oluşturur (Şekil 1.10) ve halıların desenlendirme kapasitesi çok geniştir. Desenlendirme kapasitesinin yüksek olması nedeniyle daha çok hotel ve konaklama mekânlarında tercih edilir. Ölü hav yoktur ve bütün hav iplikleri ilmek konumundadır. Tıgılı (gripper), makaralı (spool), tıgılı makaralı ve şenil (chenille) axminster olmak üzere dört şekildedir.



Şekil 1. 10. Axminster halı dokuma yapısı (a) doku yapısı, (b) üç boyutlu görünümü (Günaydın, 2016)

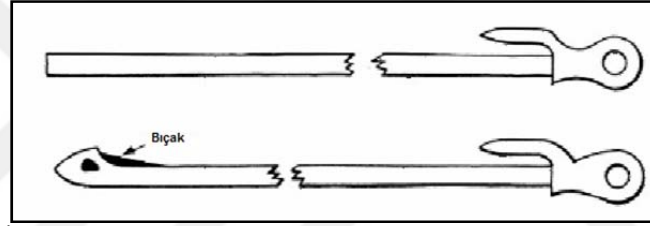
1.4.2.7. Yüz Yüze Wilton Tipi Dokuma Halılar

Wilton halı dokuması, hav ipliklerinin halı içinde dokumanın bir parçası olarak giren ve istendiği zaman yüzeye havı oluşturacak hav ipliğinin çıkmasıyla oluşmaktadır. Kesik havlı (velur), ilmek halkası (bukle) veya ikisinin karışımından oluşan halılar üretilebilmektedir. Bu yöntemle çok ağır hav ağırlıklarında ve hav yoğunluğu yüksek halılar üretilebilmektedir. (Kırtay, 1981: TS 11988: Demir ve Günay, 1999). Wilton tipi halılar, üretim yöntemlerine göre tel çubuklu ve yüz yüze olarak ikiye ayrılırlar.

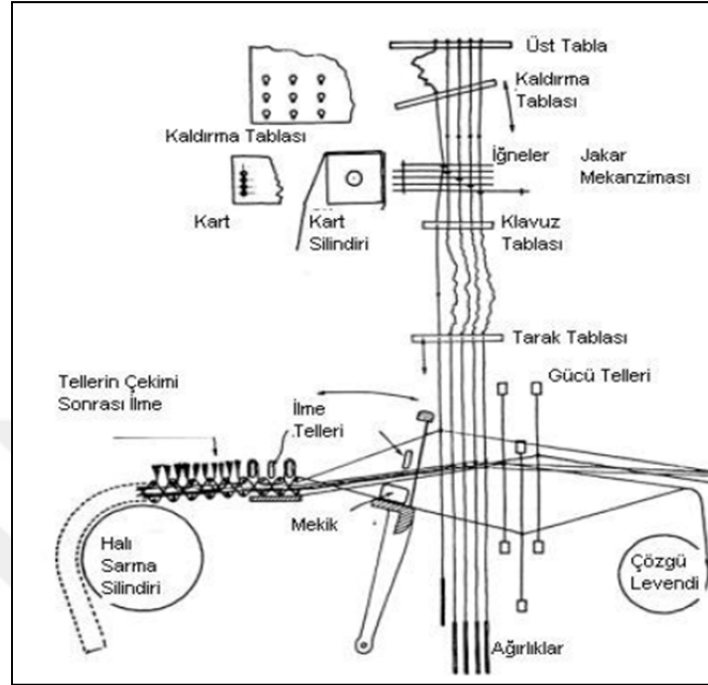
a. Tel Çubuklu Wilton Tipi Dokuma Halılar (Şişli Brüksel Halısı)

Bu sistemde zemin örgü ve hav kısmı aynı zamanda dokunmaktadır. Çözümler ikisi bağlantı çözgüsü biri dolgu çözgüsü olmak üzere üç çözgüyle taşınmaktadır. Dolgu çözgüsü atkı iplikleriyle bağlantı oluşturmadan bağlantı çözgülerinin arasından halının stabil durmasını sağlamak için halının içerisine düz konumda yerleştirilmektedir. Kam mekanizması yardımıyla atkıyı taşıyan mekiğin geçebileceği ağızlık açılmaktadır. Atkı sıklığını sağlayacak tefe mekanizmasıyla dokuya sabitlenmektedir. Hav çözgüleri desenli halılarda jakar, düz halılarda armür mekanizmasıyla kaldırılmaktadır. Ağızlığa yerleştirilen teller bağlantı çözgüleri ve

ölü havın üzerine seçilen hav ipliğinin altına yerleşmiş konumdadır. İlmekler meydana geldikten sonra teller hızla tezgâhın yanına çekilmektedir. Tellerin kesiti ilme sıklığını ve hav yüksekliğini belirlemektedir. Tellerin ucuna bıçak takılarak hav iplikleri kesilmekte ve kesik havlı (velur) halı oluşmaktadır. Halının sırt yüzeyinde hav oluşturmayan ölü havlar maliyeti artırırken tutum ve boyutsal stabilite sağlamaktadır. Şekil 1.11’de gösterilen Bürüksel dokumalar için yuvarlak kesitli (eliptik) tel kullanılmaktadır. İki atkı esaslı dokumada bir hav için iki atkı kullanılmaktadır. Bir birine zıt yönde çalışan zincir çözgüler iki atkı için inip kalkmaktadır. Havlar bir birine çok yakın bir şekilde tutturularak yüzeyi yoğun bir doku oluşturulmaktadır. (Erkesim, 1995).



Şekil 1. 11. İlme telleri; yukarıdaki yuvarlak tel halka ilmeli halılar için, alttaki üzerinde bıçak bulunan kesik havlı halılar için (Berkalp, 1997: Erdogan, 2001).



Şekil 1. 12. Jakarlı telli tezgâhın mekanizması (Erdoğan, 2001).

Şekil 1.12’de gösterilen jakar mekanizmasında hav teli seçilerek kaldırılır, ölü hav dokunun orta tabakasına yerleştirilir. Dikey telli ve bıçaklı konvansiyonel tiplerde iki atkıda bir veya üç atkıda bir kere kalması gerekmektedir (Erdoğan, 2001).

b. Çift Kat Yüz Yüze Wilton Tipi Dokuma Halılar

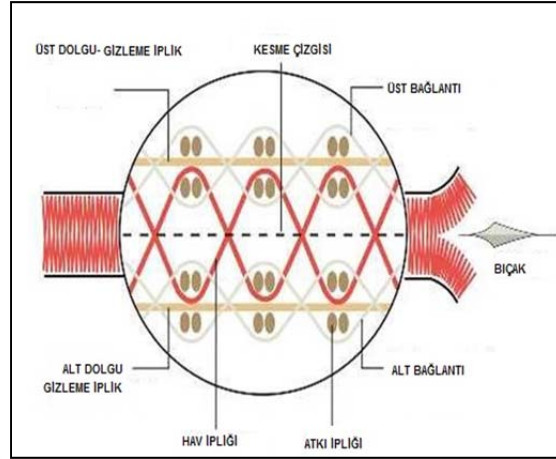
Bu sistemde iki halı sırtının ilmek ipliğiyle birlikte aynı anda doku oluşturmasıdır. Bu sistem çift katlı kadife sistemiyle aynıdır. İki halı yüz yüze dokunduktan sonra Şekil 1.13’de gösterildiği üzere bıçakla kesilerek hav yüzeyi elde edilmektedir. Burada halılar için zincir çözgüsü, dolgu çözgüsü ve atkı ipliği aynı veya farklı iplik kullanılarak doku oluşturulabilmektedir (Yakartepe, 1995).

Yüz yüze wilton dokuma en çok kullanılan yöntemdir. İki halı arasındaki mesafe (hav yüksekliği) lansetler ve/veya makinede ilmenin yapıldığı boşluk ile

istenilen yüksekliğe ayarlanabilmektedir. Yüz yüze wilton dokuma halı üretiminin dezavantajı ise havların bıçakla kesilerek oluşturulmasından dolayı halka havlı (bukle) halı üretimi yapmak ve farklı hav yüksekliklerinde efekt vermek imkansızdır. Dokunduktan sonra tıraş makineleriyle oyuklu desen elde edilmektedir. Ayrıca halı yüzünün dokumadan bir müddet sonra görülebilmesi yüzeyde oluşabilecek hataların geç görünmesine sebep olmakta ve iki halıda birden hata oluşmaktadır (Göktepe, 1992a:Başer, 1998: Erdoğan, 2001: Tekin, 2002).

Tel çubuklu yöntemle göre daha hızlı ve malzeme sarfıyatı daha az olacak şekilde dokunmaktadır. Tek katlı sistemde ölü hav ipliği % 28,5 iken yüz yüze dokumada %16,5'dir. Jakar desenlerinin kullanıldığı kesik havlı halılar dokunmaktadır. Bu sistemde iki rapier veya üç rapier dokuma yapılabilir. Günümüzde sert kancalı çift atkı atma sistemleri kullanılmaktadır. Ayrıca üç ağızlık açıp üç atkı atılan sistemlerde kullanılmaktadır. Çift mekikli sistem tek mekikli sisteme göre daha verimli bir üretim oluşturulmaktadır. Üçlü ağızlıkta ortadaki atkı sırasıyla alt ve üst haliya katılmakta ve üretim hızı yaklaşık % 50 oranında artmaktadır. Yüz yüze dokuma halılarda el dokuması halılar gibi ters yüzden desen belli olmaktadır(Göktepe, 1992a: Başer, 1998: Erdogan, 2001: Tekin, 2002).

Desenler ayrı bir birim tarafından desen oluşturma programları kullanılarak (designcom, Texcel v.b) müşteri taleplerine göre oluşturulur ve arşivlenir. Arşivlenen bu desenler planlama birimi tarafından programlanarak hangi makinede dokuması yapılacak ise o makinenin elektronik jakarlarına transfer edilir. Desenler tek ebat şeklinde çizilir (200x290 piksel ve /veya 160x230 piksel). Müşterinin talep ettiği ebat ve şekle göre metrekaresindeki pixel sayısı değiştirilerek tüm ebat ve şekillere göre çizimler gerçekleştirilir.



Şekil 1. 13. Çift kat yüz yüze wilton tipi dokuma makine halısının şematik gösterimi (Sarıoğlu, 2008)

1.4.3. Dokuma Makine Halısı Örgü Türleri

Halıda örgü yapısı hav ipliklerinin, atkılarının alt ve üst halıdaki hareketlerini ve pozisyonunu belirlemektedir. Makine halısı üretimi jakarlı ve çerçeveli dokuma makinesinde gerçekleştirilmektedir. Halı örgüsü jakar hareketi ve çerçevelerin hareketiyle senkronize bir şekilde belirlenir. Havların hareketi jakara bağlı elektronik kartlarla, çerçevelerin hareketi ise eksantrik mekanizması ile sağlanırken atkı hareketi ise rapierler ile gerçekleştirilir. Örgü ismi rapier sayısı, zemin örgüsüne bağlı olarak isimlendirilir. Başlıca kullanılan örgü türleri:

İki rapierli tezgâhlar için;

- $1/2 V - 1/1 V - 1+1/2 V$

Üç rapierli tezgâhlar için;

- $2/2 V - 1+2/3 V - 2/3 V$

Her bir örgünün bize kattığı avantaj ve dezavantajları göz önünde bulundurularak, dokuması yapılacak kaliteye, işletmenin makine yapısına, dokuma yapılacak hav ipliğinin türüne, halının kullanım amacı ve yerine göre tercih edilir.

Örgü yapısı halının kalitesine, sıklığına, üretim hızına, gramajına, tüketilen iplik miktarına ve atkı sıklığına etki eder. Çizelge 1.4’deki tabloda örgü türüne göre halı sırtında sayılan ve gerçekte olan atkı sayısı belirtilmiştir.

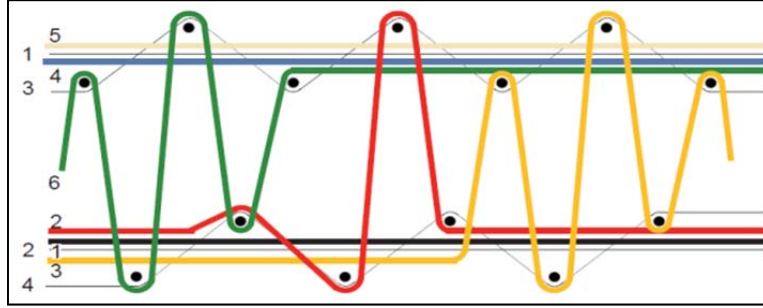
Çizelge 1.4. Örgü türlerine göre halı sırtında görülen ve gerçek atkı sıklıkları (Uyanık, 2012)

HALIDA ATKI SIKLIKLARI			
Örgü Türleri	İfade Edilen Değer	Halı Sırtında Sayılan Değer	Gerçek Atkı Sayısı
1/1	50	25	50
1/2	50	50	100
1+1/2	50	25	75
2/2	50	50	100
2/3	50	50	150
1+2/3	50	25	75

1.4.3.1. İki Rapiyerli Dokumada Örgü Türleri

a. 1/1V örgü türü

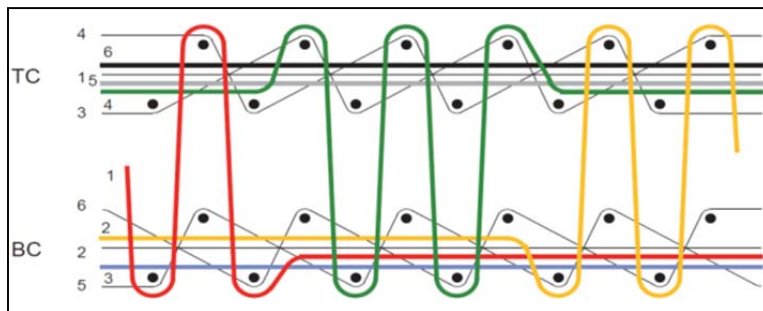
Bu örgü tipi genellikle iki rapiyerli tezgâhlarda dokunmaktadır. Alt rapiyer alt halıya üst rapiyer ise üst halıya atkı atma işlemini gerçekleştirmektedir. Bu işlem sırasıyla gerçekleşmektedir. Örneğin; birinci zamanda alt rapiyer atkı atıyorsa ikinci zamanda üst rapiyer atkı atar. Şekil 1.14’de hem halı sırtındaki hem de gizlemedeki atkının hav yaptığı görülmektedir. Halı analizi yapılırken gizlemedeki atkı üstünde bulunan havlar ile halı sırtındaki atkıda bulunan havların hav boylarının farklı olduğuna dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu örgüde havlar yatma eğilimindedir. Bu örgü türü yüksek kalite halılar için kullanılmaktadır ve metrekaresindeki hav uç sayısı: 750.000 – 2.000.000 adet olarak değişmektedir. Bu örgü türü üç rapiyerli tezgâhlarda orta rapiyer çıkarılarak dokunabilmektedir. Bununla birlikte bu örgü türü yüksek tarak sıklığına sahip tezgâhlarda tercih edilmektedir.



Şekil 1.14. 1/1V Örgünün alt ve üst halındaki şematik gösterimi (Michel Van de Wiele, 2008)

b. 1/2V örgü türü

Bu örgü türünde her devirde aynı anda iki adet atkı atılır. Aynı zamanda atılan atkılarından biri hav yaparken diğeri diğerk halıda gizlemede olmaktadır (Şekil 1.15). Halının sırtında sadece hav yapan atkılar görünen bu örgü türünün avantajlarından birisi genellikle iki rapierli tezgâhlarda yüksek devirlerde (160 devir/dk ve üzeri) çalışabilmesidir. Üretim hızı oldukça yüksek olan bu örgü türü ile üretilen halıların dayanıklı olup düşük ve orta kalite halılar için kullanılmaktadır. Metrekaredeki hav uç sayısı: 165.000-400.000adet arasında değişen 1/2V örgü türü üç rapierli tezgâhlarda eksantrik (kam) değişimiyle dokunabilmektedir.



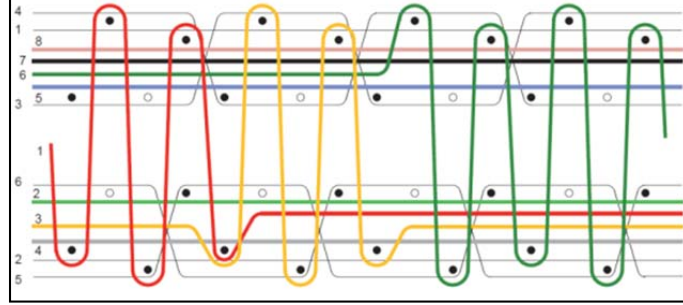
Şekil 1. 15. 1/2 V Örgünün alt ve üst halındaki şematik gösterimi (Michel Van de Wiele, 2008)

c. 1+1/2V örgü türü

1/1V ve 1/2V örgü sistemlerinin kombinasyonu olarak düşünülebilir. Bu örgü türü iki rapierli tezgâhlar kullanılarak dokunabileceği gibi üç rapierli tezgâhlarda orta rapier çıkartılarak dokunabilir. Genel olarak örgü sistemini dört zaman için tarif edersek;

1. Zamanda üst rapier üst halıya halı sırtına hav için atkı atıyorsa;
2. Zamanda alt rapier alt halıya halı sırtına hav için atkı atar,
3. Zamanda üst rapier üst halı gizlemeye hav için atkı atarken, alt rapier alt halının gizlemesine atkı atar,
4. Zamanda alt rapier alt halı gizlemeye hav için atkı atarken, üst rapier üst halının gizlemesine atkı atar.

Halı analizi yapılırken gizlemedeki atkı üstünde bulunan havlar ile halı sırtındaki atkıda bulunan havların hav boylarının farklı olduğuna dikkat edilmesi gerekmektedir (Şekil 1.16). 1+1/2V örgü türünde halının metrekaresi içindeki atkı sayısı atkı sıklığının 1,5 katıdır. Atkı sıklığı ifadesi sadece hav yapan atkıları içermektedir. Gizleme yapanlar ise belirtilmemektedir. İki adet gizleme atkisından bir tanesinin hav atkısı olmasından dolayı bu sistemde atkı sıklığı yüz ise halının metresinde yüz elli atkı vardır. Gizlemedeki atkılar hav yaptığı için doğal olarak halı sırtında desen net olarak görünmemektedir. Bu örgü türü orta kalitedeki halılar için kullanılır. Metrekaredeki hav uç sayısı: 640.000 – 1.000.000 adet arasında değişmektedir.

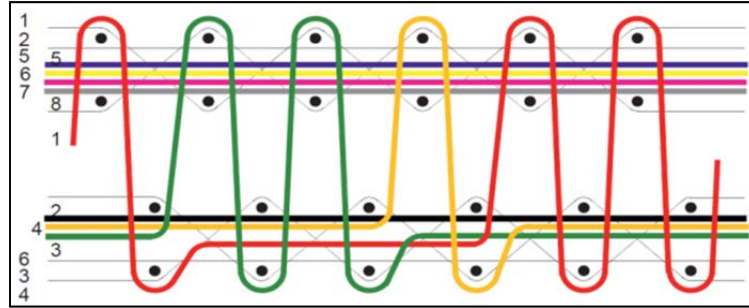


Şekil 1. 16. 1+ 1/2 V Örgünün alt ve üst halıdaki şematik gösterimi (Michel Van de Wiele, 2008)

1.4.3.2. Üç Rapierli Dokumada Örgü Türleri

a. 2/2V Örgü Türü

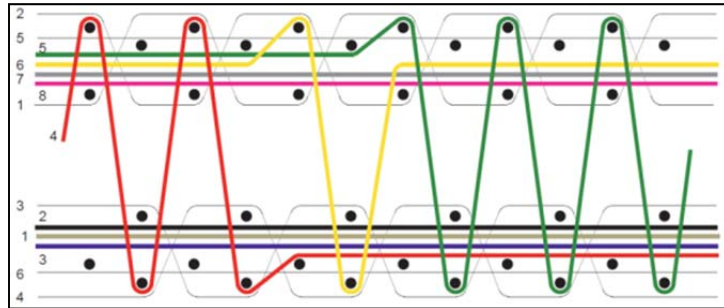
Bu örgü türü üç rapierli tezgâhlarda aynı anda iki rapierin atkısı atmasıyla elde edilmektedir. Bu atkılar birinci zamanda üst halıya atkısı atılıyorsa ikinci zamanda alt halıya atkısı atmaktadır. Üst halıya atkısı atarken üst rapier ve orta rapier atkısı atar. Alt halıya atkısı atılırken ise alt rapier ve orta rapier atkısı atmaktadır. Orta rapierin attığı atkılar her zaman gizlemede bulunmaktadır (Şekil 1.17). Aynı makine zamanında atılan bu iki atkısı bir hav oluşturur. Her hav halısı sırtında görüldüğünden dolayı halısı sırtında desen net olarak görünmektedir. Yüksek tarak sıklığında dokunan bu örgü türünde hav üst üste bulunan iki atkısı etrafında olduğu için gizlemedeki hav ipliğine destek olarak havın dik olmasını ve halının dolgun durmasını sağlamaktadır. Bu örgü türünden oluşan halılarda bölgesel parlama riski çoktur ve orta kalite halılar için kullanılır. Metrekaredeki hav uç sayısı: 400.000 – 750.000 adet olarak değişmektedir.



Şekil 1.17. 2/2 V Örgünün alt ve üst halıdaki şematik gösterimi (Michel Van de Wiele, 2008)

b. 2/3V Örgü Türü

Bu örgü türünde her zamanda üç rapierde atkı atılmaktadır. Bu atkılardan biri alt halıya atkı atıyorsa diğer ikisi üst halıya atkı atılmaktadır. Birinci zamanda üst halıya iki atkı atılıyorsa (üst ve orta rapier) alt halıya gizlemeye bir atkı atılmaktadır (Şekil 1.18). İkinci zamanda alt halıya iki atkı atılıyorsa (alt ve üst rapier) üst halıya gizlemeye bir atkı atılır (üst rapier). Orta kalite halılar için kullanılan bu örgü türünde metrekaresindeki hav uç sayısı: 400.000 – 650.000 adet arasında değişmektedir. Düşük tarak sıklığında üretilen bu örgü türü maliyet bakımından en uygun olduğu için tercih edilmektedir. Şönil halılarda bu örgü türü kullanılır ise halı kasılması (halının içe doğru hareket etme eğilimi) azalmaktadır.



Şekil 1.18. 2/3 V Örgünün alt ve üst halıdaki şematik gösterim (Michel Van de Wiele, 2008)

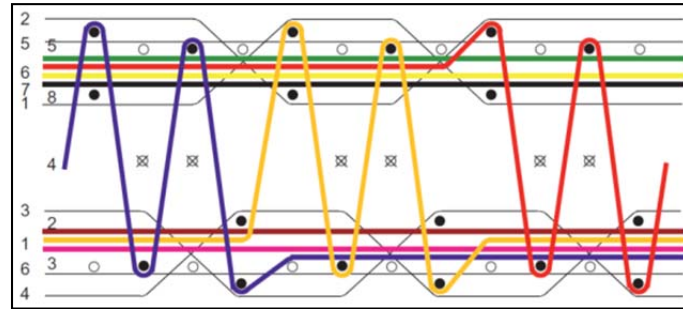
c. 1+2/3V Örgü Türü

Üç rapierli tezgâhlarda dokunmaktadır (Şekil 1.19).

Çalışma prensibi;

1. Zamanda üst halıya iki rapier gider üst rapierdeki atkı üst halıda hav yapar, orta rapierdeki atkı üst halıda gizleme olarak gider. Alt rapier çalışmaz.
2. Zamanda alt halıya iki rapier gider alt rapierdeki atkı alt halıda hav yapar, orta rapierdeki atkı alt halıda gizleme olarak gider. Üst rapier çalışmaz.
3. Zamanda üst halıya üst rapier hav için atkı atar.
4. Zamanda alt halıya alt rapier hav için atkı atar.

Halı analizi yapılırken gizlemedeki atkı üstünde bulunan havlar ile halı sırtındaki atkıda bulunan havların hav boylarının farklı olduğuna dikkat edilmesi gerekmektedir. Gizlemedeki atkılar üzerindeki havlar halı sırtında görünmediğinden dolayı halı sırtında desen net elde edilememektedir. Düşük ve orta kalitede halılarda kullanılan bu örgü türünde metrekaresindeki hav uç sayısı: 300.000 – 500.000 adet arasında değişmektedir.

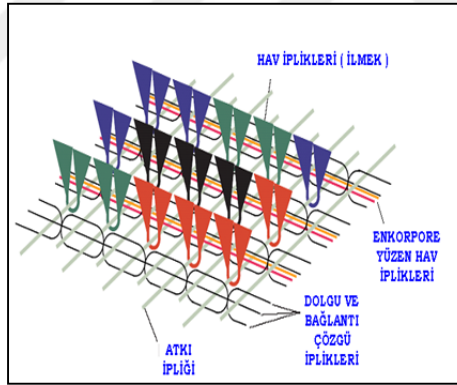


Şekil 1. 19. 1+ 2/3 V Örgünün alt ve üst halıdaki şematik gösterimi (Michel Van de Wiele, 2008)

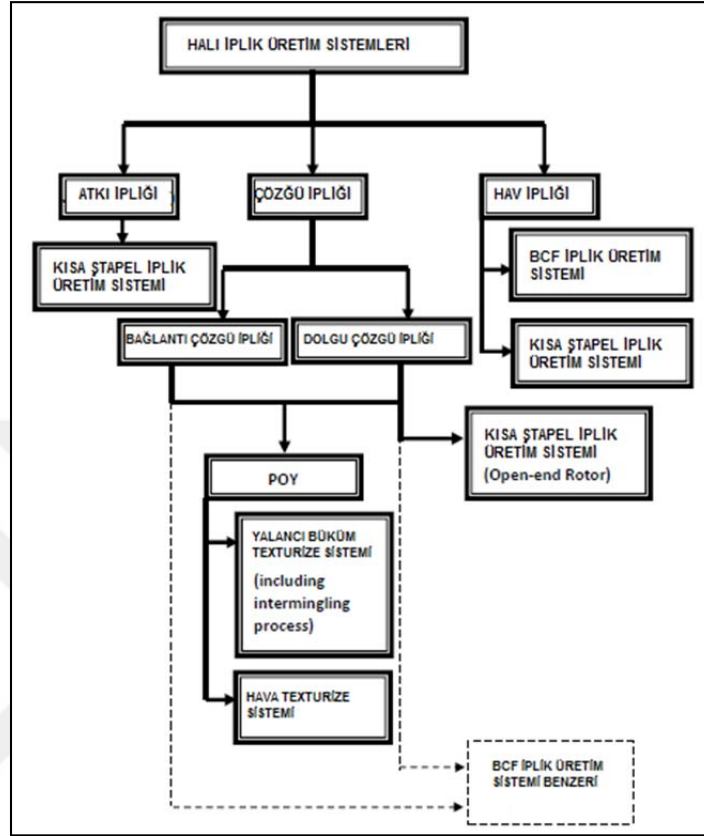
1.4.4. Dokuma Makine Halısı Bileşenleri

Dokuma makine halıları, üç ana bileşenden oluşmaktadır. Bunlar zemine paralel olan çözgü iplikleri (ağızlık hareketleri çerçeveler ile sağlanır), çözgü ipliği ile kesişen atkı ipliği (ağızlığa hareketi rapierler ile olur), zemine bağlantısının atkı ve çözgü iplikleri ile sağlandığı (zemine hareketi desene ve renk sayısına bağlı olarak harnişlerin aşağı ve yukarı hareketini sağlayan elektronik Jakar komutları ile sağlanır) tabana dik olarak bulunan hav iplikleridir.

Makine halısında kullanılacak iplikler maliyet açısından uygun, dokunabilecek kadar mukavemet değerlerine sahip, kullanılacak makinenin iplik doğrusal yoğunluk aralığında olması önemli tercih sebepleri arasında yer almaktadır. Ayrıca kullanım açısından uzun süreli kullanıma elverişli olması tercih edilmektedir. Şekil 1.20’de makine halısının üç boyutlu gösterimi, Şekil 1.21’de ise kullanılan iplikler ve üretim şekilleri gösterilmektedir.



Şekil 1. 20. Halı bileşenleri üç boyutlu gösterimi (Dalcı, 2006)



Şekil 1. 21. Makine halısında kullanılan iplik türleri (Sarıoğlu, 2008)

1.4.4.1. Hav İpliği

Zemin dokuya dik olarak, atkı iplikleri tarafından sabitlenip, zemin doku üzerinde desenin oluşmasını sağlayan ipliklerdir. Halıların ömrünü ve görünüşünü etkileyen faktörler arasında halının nasıl dokunulduğunun yanında hangi tür liflerden yapılmış olduğu da önemlidir. Sentetik liflerin hav materyali olarak kullanılması bu liflerin değişik şartlarda nasıl davrandığını bilmek halıların performansı hakkında fikir vermesi açısından önem kazanmıştır. Son yıllarda halılarda kullanımı artan polipropilen lifleri su emmez ve bu nedenle renk vermek için solüsyonla boyanması gerekir. Yoğun güneş ışığına, ağartıcı maddelere, atmosfer kirleticilere veya diğer sert kimyasallara veya elementlere maruz

kaldığında bile renginin solmaması bu liflerin avantajıdır. Olefin halılar; neme ve küfe karşı dirençlidir, temizlemesi ve bakımı kolaydır. Diğer avantajı ise bu elyafın elyaf suni elyafların en ucuzudur (Korkmaz ve Koçer, 2010). Halı üretiminde hav ipliği olarak polipropilen dışında kullanılan akrilik, polyester, polyamid, viskon, yün ve karışımli ipliklerin kullanımı da gerçekleşmektedir. Halı iplikleri tek renk olabileceği gibi, farklı renklerin bir arada kullanılması yolu ile melanj olarakta üretilebilir. Kesik havlı, bukle havlı ve ikisinin kombinasyonu ile yapılan kesik-bukle (rölyef) olarak üç temel halı havı bulunur. Çizelge 1.5’de ise tercih edilen hav iplik türleri, kalitesi ve dezavantajları belirtilmiştir.

Çizelge 1.5. Halıda kullanılan hav ipliklerinin kalitesi, dezavantajları (İtkib,2011)

İplik Türü	İplik Kalite Özellikleri	Dezavantajı
Yün İplikler	- Doğaldır. - Dayanıklı, uzun ömürlüdür, özellikle trafik (kullanım yoğun) bölgeler için en idealidir - Keçeleşme, aşınma, iz yapmaya ve kirlenmeye karşı dayanıklıdır. - Yumuşak ve dolgundur. Lüks görünümündedir. - Doğal yalıtım sağlar. - Aleve karşı dirençlidir.	- Diğer iplik cinslerinden daha pahalıdır - Temizliği daha fazla özen gerektir. - Alerji riski taşır. - Üretici 'güve yemez kimyasalı' kullanmak zorundadır. - Tüyenme riski vardır. Bu sorunun giderilmesi için bir süre vakumlanması gerekir.
Akrilik İplikler	- Sentetikler içerisinde fiziksel olarak yüne en yakın olan iplik cinsidir. - Yün yumuşaklığı ve dolgunluğundadır. - Dayanıklı ve uzun ömürlüdür. - Yüne göre daha uygun fiyatlıdır. - Keçelenme, aşınma, iz yapmaya, kirlenme, küflenme rutubete ve güvelenmeye karşı dayanıklıdır. - Az leke tutar ve temizlenmesi kolaydır. - Nemi az çeker. Islak zeminlere uygundur. - Güneş ışınlarına karşı dayanıklılığı yüksektir.	- Sentetiktir. - Alerji riski taşır. - Tüyenme riski vardır. Bu sorunun giderilmesi için bir süre vakumlanması gerekir.
Polipropilen İplikler	- İplik cinsleri arasında en ucuz olanıdır. - Tüyenme, aşınma, kirlenme, küflenme, rutubet ve güvelenmeye karşı dayanıklıdır. - Az leke tutar ve temizlenmesi kolaydır. - Güneş ışınlarına karşı dayanıklılığı yüksektir.	- Sentetiktir. - Az dayanıklı ve kısa ömürlüdür. - Çabuk keçelenir. - Isıya karşı dayanıksızdır. - Aşınan bölümler yanık görüntüsü verir.
Polyester İplikler	- Orta ağırlıklı, uzun ömürlü ve esnektir. - Olağanüstü yumuşaklık ve renk netliği vardır. - Temizlemesi kolaydır, ayrıca lekeye ve solmaya karşı doğal olarak dirençlidir	- Sentetiktir. - Pilling problemi sıkça görülür. - Statik elektriklenme yüksektir. - Nem alma değeri düşük olup leke ve kirlerin temizlenmesi için, su ve deterjanın elyafa nüfuz etmesi zordur.
Poliamid İplikler	- Dayanıklı ve uzun ömürlüdür. - Keçeleşme, tüyenme, aşınma, iz yapmaya, kirlenme, küflenme, rutubet ve güvelenmeye karşı dayanıklıdır. - Az leke tutar ve temizlenmesi kolaydır.	- Sentetiktir. - Yüksek fiyatlıdır. - Yüksek fiyatı ve parlak yapısından dolayı dokuma halılarda pek kullanılmaz Tufting (duvardan duvara) halılarda yaygındır.

Kesik havlı halılarda iplikler halı yüzeyinin üst kısmında toplanmaktadır. Hav derinliği kısa ve uzun, düz ve kıvrımlı olmak üzere değişkenlik gösterir. Sert, bükümlü iplikler kullanılmış ise halıda sıkı ve sert bir doku meydana gelir. Kesik hav; Axminster, Wilton ya da Tufting halılarda kullanılmaktadır. Bukle havlı halılarda, iplik kesilmemiş bir vaziyette bırakılır ve ipliğin uzunluğu ile tipine bağlı olarak gevşek ve bukleli ya da sıkı ve sert bir yüzey elde edilebilir. Genellikle Wilton tipi ve Tufting halılarda kullanılır. Bu tür halılar ayak izi oluşmasını engellemektedir. İplik ilmeklerinin farklı uzunlukta olması oymalı bir görünüme sahip kesik ve bukle havlı halılarda sadece belli ilmekler kesilerek halıda aynı uzunlukta bulunması sağlanmaktadır.

Halının kalitesi, hav ipliğinin ve ilmeğin yoğunluğuna göre belirlenir. Hav yoğunluğu; point (uç sayısı) ve/veya ilme sayısı olarak ifade edilir. Point ve/veya ilme sayısını atkı sıklığı (adet/m) ile tarak sıklığı (diş adedi/m) beraber belirlemektedir. 140 ve 160 diş/m tarak sıklığına sahip makinelerde dokunan halılar sektörde shaggy halı olarak ifade edilirken, 315, 320, 400, 420, 480 diş/m tarak sıklığına sahip makinelerde polipropilen (heat-set ve frize) hav iplikleri kullanılarak üretilen halılar ise heatset ve frize halılar şeklinde ifade edilmektedir. 420 ve 480 diş/m tarak sıklığına sahip makineler akrilik, yün v.b. kalitelerde de tercih edilmektedir. 500, 700, 1000 diş/m tarak sıklıklarına sahip makineler ise daha ince iplik grubunda değerlendirilen viskon, bambu, akrilik gibi hav türlerinde, yüksek pointe (uç sayısı) sahip katma değeri daha fazla ürün gruplarında tercih edilmektedir.

1.4.4.2. Atkı İpliği

Zemin dokuyu oluşturan ve havları bir arada tutan dokuma yönüne dik olarak rapierler tarafından atılan ipliklerdir. Yüz yüze dokuna halılarda alt halı için açılan ağızlığa atılan atkıya alt zemin atkısı, üst halı için atılan atkıya üst zemin atkısı denir. Ayrıca alt ve üst halıda ilmelerin daha sağlam bir yapıya

kavuşabilmeleri için çözgüde olduğu gibi atkıda da dolgu atkısı kullanılmaktadır. Atkı çeşitleri Şekil 1.22’de gösterilmiştir.



(a)

(b)

Şekil 1. 22. Halıda kullanılan atkı iplikleri (a) jüt, (b) pamuk

Alt halıda kullanılan haliya alt dolgu, üst halıda atılan dolguya üst dolgu adı verilir. Genelde atkı ipliği olarak jüt ipliği tercih edilmektedir. Pamuk atkı kullanım yerine ve üretim türüne göre kullanılabilir. Çizelge 1.6.’da koyu renkle belirtilen numaralar sektörde en çok tercih edilen jüt numaralarıdır. Çizelge 1.7.’de ise pamuk atkı tüketimi yüksek olan 10 firma ile yapılan yüz yüze görüşmeler sonrasında, hav ipliği türü, örgü ve konstrüksiyona bağlı olarak tercih edilen pamuk atkı ipliklerin numaraları ve özellikleri belirtilmiştir.

Çizelge 1.6. Halı sektöründe LBS numara türünden kullanılan jüt çeşitleri (www.forzajute.com)

6/2	13/1	22/1
6.5/2	13/2	22/2
7/2	14/1	24/1
8/1	14/2	24/2
8/2	16/1	26/1
10/1	16/2	28/1
10/2	18/1	32/1
11/1	18/2	34/1
12/1	20/1	36/1
12/2	20/2	40/1

Çizelge 1.7. Tercih edilen pamuk atkı iplikleri

İplik Üretim Yöntemi	Hammadde	Numara (Ne)
OE Rotor	Pamuk	6/2
OE Rotor	Pamuk	6/3
OE Rotor	Pamuk	4/1
OE Rotor	Pamuk	6/1
OE Rotor	Pamuk	6/4
OE Rotor	Pamuk	4/5
OE Rotor	Pamuk	5/4
OE Rotor	Pamuk	3/1
OE Rotor	Pamuk	8/1

1.4.4.3. Çözümlü İpliği

Atkı ipliğiyle hav ipliğini bağlayan beraber zemin dokuyu oluşturan ve dokuma boyunca kesiksiz devam eden ipliklerdir. Şekil 1.13’de görüleceği üzere zemin dokuyu oluşturan çözgü iplikleri dolgu ve bağlantı olmak üzere iki adettir. Her tarak dışında alt ve üst halı için iki adet dolgu çözgü ipliği bulunur. Halıda atkı iki bağlantı zemin arasına yerleştirilerek atkının sabit tutulmasını sağlayan çözgü ipliğine dolgu çözgüsü denilmektedir. Halının dokuma esnasında atkılarını bağlayan ve sonrasında gergin tutulmasını sağlayan çözgü ipliğine ise bağlantı çözgüsü denir. Çizelge 1.8’de tüketimi yüksek olan 10 firma ile yapılan görüşmeler sonrasında; kalite ve tarak sıklığına bağlı olarak en çok tercih dolgu ve bağlantı çözgü iplik türleri belirtilmiştir.

Çizelge 1. 8. Tercih edilen dolgu ve bağlantı çözgü iplikleri (Michel Van de Wiele, 2008)

Hammadde	İplik Numarası		Kullanım Yeri
%80/20 Pes/pamuk		Ne 12/4	Dolgu
%80/20 Pes/pamuk		Ne 14/5	Dolgu
%80/20 Pes/pamuk		Ne 14/3	Bağlantı
%100 Pes		Ne 16/2	Bağlantı
%100 Pes		Ne 16/3	Dolgu
%100 Pes	300x2 denye		Bağlantı
%100 Pes	300x3 denye		Bağlantı
%100 Pes	800 denye		Bağlantı
%100 Pes	900 denye		Bağlantı
%100 Pes	1100 denye		Bağlantı

1.5. Çalışmanın Önemi ve Amacı

Halı sektöründe hav ipliklerinin filament halde sentetik liflerle üretim yapıldığı gibi kesikli liflerden elde edilmiş ipliklerden de halı üretimi gerçekleştirilmektedir. Halının performans ve kalite özelliklerini belirleyen en önemli bileşenin hav ipliği olduğu bilinmektedir. Hav iplik özellikleri incelendiğinde; sentetik liflerin yüksek mukavemet ve aşınma direnci, kolay temizlenebilmesi, kimyasallara karşı yüksek direnç göstermesi gibi sahip oldukları avantajlar sayesinde tekstil alanında yaygın olarak kesikli lif veya sürekli filament şeklinde kullanılmaktadır. Kesikli lifler %100 veya başka lifler ile harmanlanarak iplik formuna dönüştürülmektedir. Farklı liflerin farklı oranlarda harmanlanmasıyla üretilen iplikler, liflerin üstün performans özelliklerinin bir araya getirilmesi sağlanmaktadır. Bilindiği üzere yapay lifler nem alma özellikleri doğal elyaflara nazaran kötüdür. Dolayısı ile bu liflerden elde edilen ürünler statik elektriklenmeye neden olabilmektedir. Doğal ve rejenere liflerde ise nem alma ile ilgili bir yetersizlik görülmemektedir. Halılar için bu iki özellik önem arz etmektedir. Yapay, doğal ve rejenere liflerin karışımları kullanılarak üretilen iplikler sahip oldukları avantajları sayesinde günümüzde tercih edilmektedir. Kullanım amacına uygun olarak üründen beklenen diğer önemli özellikler ise yüksek rezilyansa sahip

olması; statik ve dinamik yüklere maruz kaldığında deformasyon ve kalınlık kaybının düşük olması beklenen özelliklerdir. Bununla birlikte halı sektöründe kısa şapnel olarak kullanıldıklarından halının kullanım neticesinde tozuma problemi meydana gelmektedir. Tozuma probleminin azaltılması için halılara çeşitli toz alma işlemleri uygulanmaktadır. Yapılan literatür araştırmasında toz alma işleminin halı tozuma özelliği üzerindeki etkisinin belirlendiği detaylı ve sistematik bir çalışmaya rastlanamamıştır.

Bu kapsamda çalışmada rejenere liflerin ve yapay liflerin avantajları göz önünde bulundurularak ve sektörel araştırma neticesinde akrilik (PAN), viskon (CV) lifleri kullanılarak farklı karışım oranlarında (%80/20, %50/50, %20/80 CV/PAN) halı hav ipliği ve bu ipliklerden dokuma halıların sistematik bir şekilde üretilmesi ve performans özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca %100 CV ve %100 PAN iplikleri de aynı üretim koşullarında üretilerek çalışmanın sistematik bir şekilde gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir.

Bununla birlikte toz alma işleminin etkisini belirlemek amacıyla CV/PAN liflerinden farklı karışım oranlarında üretilen iplikler halıda hav materyali olarak kullanılarak toz alma işlemi öncesi ve sonrası tozuma özellikleri belirlenerek en az tozuma derecesine sahip halı numunesi belirlenmiştir. Buna ilaveten toz alma işlemi sonrası halı numunelerine dinamik yük altında, uzun süreli ve kısa süreli statik yük altında kalınlık kaybı, sıkıştırma sonucu geri kazanım ve rezilyans testleri uygulanarak performansı en iyi karışım oranının tespit edilmesi hedeflenmiştir. Optimum karışım oranından elde edilen ipliklerden dokunan halılarda satış oranının artacağı ve üründen beklenen performansı göstereceği düşünüldüğünden bu çalışmaya ihtiyaç duyulmuştur. Çalışma beş temel bölüm ile anlatılmıştır;

“Giriş” bölümünde, çalışma geneli hakkında kısa bilgiye yer verilmiştir. Örgü türlerine ve üretime değinilmiştir. Ayrıca, halı dokuma yöntemleri ve terbiye işlemi hakkında bilgi verilmiştir.

“Önceki Çalışmalar” bölümünde, akrilik, polipropilen ve polyester gibi kesikli ve filament hav ipliğine sahip halıların performansını kıyaslayan çalışmalar incelenmiş, dinamik ve statik yük altında farklı hav türlerine sahip halıların performanslarını inceleyen çalışmalara yer verilmiştir.

“Materyal ve Metot” bölümünde, çalışmanın kapsamı ve organizasyonu, akrilik ve viskon ring iplik üretimi, dokuma halı üretimi ve apre-terbiye işlemi detaylıca anlatılmıştır. Ring iplik üretimi için kullanılan hammaddeler ve üretim yöntemine değinilmiştir. Dokuma halı üretiminde ise yine aynı şekilde kullanılan hammaddeler, halı bileşenleri ve üretim yöntemi ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Üretilen hav ipliklerine ve halı numunelerine uygulanan testler hakkında bilgiler verilmiştir.

“Bulgular ve Tartışma” bölümünde, yapılan testlerin sonuçları verilmiş, bu sonuçlar grafiksel ve istatistiksel olarak yorumlanmıştır.

“Sonuç ve Öneriler” bölümünde, çalışmayla ilgili genel bir değerlendirme yapılmış ve sonraki çalışmalar için bazı önerilerde bulunulmuştur.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yapılan literatür araştırmasında toz alma probleminin çözümünde hav iplik özelliklerinin ve toz alma işlemlerinin birlikte değerlendirildiği sistematik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla birlikte, farklı oranlarda liflerden oluşan karışımlı ipliklerden, farklı numaralarda, hav yükseklikleri değişkenlik gösteren vb. halı numunelerinden elde edilen hav ipliklerinin kullanım sırasında ve sonrasında bazı performans özellikleri üzerindeki etkilerinin araştırılması ile ilgili çalışmalar mevcuttur.

Sheikhi ve ark. (2012), “Effect of the acrylic fibre blend ratio on carpet pile yarn compression behaviour” adlı çalışmalarında Akrilik elyaf karışım oranının halı hav ipliklerinin sıkıştırma davranışına etkisini incelemiştir. Çalışmada kalınlıkları 7.69, 10.99 ve 16.48 dtex olan elyaflardan 10 farklı karışım oranında, Yarı Kamgarn iplik eğirme sistemi karışım sağlanarak finalde iki katlı iplik numuneleri elde edilmiş, bu ipliklerden 13 mm hav yüksekliğinde 15 ilme/dm² hav sıklığında yüz yüze dokuma tekniği ile halı numuneleri üretilmiştir. Numunelerin sıkıştırma enerjisi, sıkıştırma sonrası enerjisi, sıkışma direnci ve relatif sıkıştırılabilirliği incelenmiştir. Farklı lif inceliklerine sahip (%15 16.48 dtex, %67 10.99 dtex, %18 7.69 dtex) elyaf karışımından oluşan halı numunesinde en yüksek sıkıştırma enerjisi, sıkıştırma sonrası enerjisi, sıkışma maksimum direnci gözlemlenirken, maksimum kuvvette halı kalınlığının ise en düşük olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar istatistiksel olarak da incelenmiş olup bu numunede hem sıkıştırılabilirlik hem de sıkıştırılabilirlik geri kazanımı için regresyon katsayısının neredeyse yüksek olduğu gösterilmiştir. Bu sonuç, havlı halı yapısında yüksek sıkıştırma yüklemesine direnç gösteren sıkıştırılamaz bir tabakanın da olduğunu göstermiştir. Bu sonuca bağlı olarak farklı elyaf karışım oranlarında üretilen akrilik halıların dinamik sıkıştırma davranışlarını araştırmak için daha ileri deneysel araştırmalara ihtiyaç duyulduğunu belirtmişlerdir.

Koç ve ark. (2005), “An experimental study on thickness loss of wilton-type carpets produced with different pile materials after prolonged heavy static loading. Part-I: Characteristic parameters and Carpet behaviour” adlı çalışmada statik ve dinamik yük altında halıların incelenmesinin bir parçasını oluşturmuşlardır ve sadece statik yükleme sonuçlarını incelemişlerdir. Wilton tipi yüz yüze dokuma sisteminde 1/3 V örgüde, farklı hav ipliği materyalleri kullanılarak (akrilik, yün ve polipropilen (PP)) üretilen halı numuneleri, uzun süreli ağır statik yüklemeye sonra sıkıştırmada kalınlık kaybını değerlendirmek için kullanılmıştır. Akrilik halı Nm16/3 iplik kalınlığında, 13 mm hav yüksekliğinde, 4500 hav/dm² hav yoğunluğunda, 450 atkı/m sıklıktan oluşurken, yün halı Nm 13/3 iplik kalınlığında 12 mm hav yüksekliğinde, 3500 hav/dm² hav yoğunluğunda, 700 atkı/m sıklıkta, polipropilen halı ise 2000 dtex hav iplik kalınlığında, 10 mm hav yüksekliğinde 400 atkı/m sıklıkta üretilmiştir. İncelenen tüm halı örnekleri için artan süreye bağlı olarak ortalama kalınlık kaybı değerleri azalmıştır. 2 dakika ve 24 saat sonunda akrilik havlı halının, uygulanan statik basınca en az dirençli olduğu, PP havlı halının orta derecede olduğu ve yün havlı halının ise en yüksek dirence sahip olduğu tespit edilmiştir. Karakteristik parametrelerin hav materyali ve hav yoğunluğuna göre karşılaştırılmasında ise akrilik halı diğer halılara göre daha yüksek bir değere sahip olduğu görülmüştür. PP halı, en az hav yoğunluğuna sahip olmasına rağmen statik direncin nispeten iyi olduğu görülmüştür. Sürekli deformasyonlar ve E esnekliği durumunda, yün halı değerlerinin en iyi ve akrilik halı en kötü olduğu görülmüştür. Bu nedenle hav materyalinin statik yüklere karşı halı davranışlarını belirlemede büyük önemi olduğu tespit edilmiştir. Kalıcı deformasyon/sıkıştırma hassasiyeti (Dp/S) oranını ilişkilendiren, S (%), Dp (%) ve E (%) olarak tanımlanan karakteristik parametreler arasında genel bir ilişki elde edilmiştir. Esnekliğin (%) genel olarak Dp/S oranı ile ters orantılı olduğu görülmüştür. Dahası, Dp/S oranındaki artış elastikiyet değerinde E(%) azalma ile sonuçlanmaktadır. Bu açıdan, elastikiyet E(%) herhangi bir halı için Dp/S oranı bakımından tahmin edilebilmektedir. Deneysel verilerin istatistiksel

değerlendirmeleri, hav kalınlığı değişimi ve sıkıştırma varyasyonundaki kalınlık kaybı (deformasyon) üzerinde hav materyali ve iyileşme süresinin belirgin bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Son kullanım açısından, statik yüklemeye karşı daha iyi direnç kabiliyeti nedeniyle, yün havlı ve PP havlı halı, ağır, devasa ve sabit mobilyaların kullanıldığı yerlerde tercih edilebilir. Aksine, akrilik havlı halı, statik yüklemeye karşı dayanıksız olması nedeniyle uygun değildir sonucu çıkarılmıştır.

Koç ve ark. (2010), “ Study on the thickness loss of wilton-type carpets under dynamic loading” adlı çalışmalarında ise hav materyallerinin geri kazanımı sırasındaki halı davranışını kapsayan geniş bir analiz gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, bir önceki çalışma ile aynı özellikteki halılar kullanılmıştır. Halı numunelerinde dinamik yük altında kalınlık kaybı ve halı davranışını değerlendirmek ve gözlemlemek için butest uygulanmıştır. Sonuçlar 1000 darbeden sonra kalınlık kayıplarının akrilik, yün ve polipropilen için sırasıyla %15.02,% 27.26 ve% 23.10 olduğunu göstermiştir. Maksimum deformasyon, sırasıyla akrilik, yün ve PP halılar için 2.18 mm, 4.06 mm ve 2.17 mm'de tespit edilen her bir numune için 1000 darbe sonrasında ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla akrilik halıda incelenen diğer halılara kıyasla dinamik yüklerden sonra daha fazla iyileşme kabiliyetine sahip olduğu öngörülmüştür. Öte yandan, yün halı dinamik yükler altında en kötü değerde olduğu, diğer numunelere kıyasla çok dirençli olmadığı tespit edilmiştir. Deneysel verilerin istatistiksel değerlendirmeleri, hav materyalinin ve çarpma sayısının, ortalama kalınlık ve kalınlık kaybı varyasyonları üzerinde belirgin bir etkisi olduğunu göstermiştir.

Javidpanah ve ark. (2015), “Study on thickness loss of cut-pile carpet produced with heat Process modified polyester pile yarn. Part II: dynamic loading” adlı çalışmasında 4 farklı türde hava jetli textüre edilmiş polyester hav ipliğinden dokunmuş halı numunelerinin dinamik yük altında ağırlık kayıpları incelenmesidir. Normal hava jetli textüre polyester hav ipliği, frizelenmiş polyester hav ipliği, heat-set yapılmış polyester hav ipliği, bükümlü heat-set yapılmış polyester hav

ipliği olmak üzere dört farklı numune incelenmiştir. Amaç; frize ve heat-set işlemlerinin dinamik yük altında kalınlık kaybına etkisi olup olmadığını incelemektir. Halı numuneleri Alpha-360 dokuma makinesinde 10 mm hav yüksekliğinde, 2000 atk/m atkı sıklığında, 1800 denye hav ipliği özelliklerinde üretilmiştir. Dinamik yük altında işleme tutulan numuneler normal ATY (hava jetli tekstüre iplik) iplik ile kıyaslama metodu ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar, polyester hav ipliğinin ısıyla işlenmesinin halı havının geri kazanımında belirgin bir etkisi olmadığını göstermiştir. Bu nedenle, ATY (air-jet textured yarn) polyester hav ipliklerine frizeleme, heat-set ve bükümlü heat-set (konvansiyonel değerden daha düşük sıcaklıkta) işlemlerinin yapılmasıyla dinamik yükleme sonrası halı havının geri kazanımını değiştirmedığı veya halı havının kalınlık kaybını azaltmadığını belirlemiştir. ATY polyester hav ipliklerinin ısı işleme tabi tutulması halıların fiziksel ve mekanik özelliklerinde önemli bir değişiklik olmadığı tespit etmiştir.

Çelik (2017), “Effects of fiber linear density on acrylic carpet performance” adlı çalışmasında farklı lif kalınlıklarının halı performansı üzerinde etkisini incelemiştir. 2.75, 6 ve 8 denye lif kalınlığına sahip, aynı lineer yoğunlukta (1500 denye), akrilik iplikler ve bu ipliklerden 800,000 hav/m² hav yoğunluğunda, 13 mm hav yüksekliğinde, 40 d/dm ve 100 atk/dm atkı sıklığında elde edilen halı numunelerini incelemiştir. Lif lineer yoğunluğunun kesitteki lif kaybına ve halı yüzeyindeki tüylenmeye etkisini, uzun süreli statik ve dinamik yük altında kalınlık kaybı, yük altında ve yük kalktıktan sonraki sıkıştırma geri dönüşünü incelemiştir.

Kesitteki lif kaybı ve halı yüzeyindeki tüylenme Hexapod test cihazında her 2000 devirde gözlem yaparak 12000 devirde incelemiştir. Her üç numune içinde ilk 2000 devirde kesitten ayrılan lif miktarı en yüksek değerde olup 2000 devirden sonrasında azalarak devam etmiştir. 12000 devir sonunda en düşük (2.75 denye) doğrusal yoğunluğa sahip elyaftan yapılmış numunenin hav ipliklerinden uzaklaşan lif miktarı en düşük sonucunu elde etmiştir. Dinamik yük sonrası en yüksek ve en düşük kalınlık kaybı 2.75 denye ve 8 denye lif kalınlığına

sahip numunelerde görülmüştür. Yapılan istatistiksel analizde Anova verilerine göre kalınlık kaybının ilk 50 darbede anlamlı olmadığı, 100,200,1000,2000 darbeleri sonrası üç numunede de %95 güven aralığında olduğu ve sonuçların anlamlı olduğu görülmüştür. Yük altında ve yük kaldırıldığında halı numunelerinde görülen sıkıştırma sonrası geri dönüş değerlerine göre 8 denye elyaf kalınlığındaki numunenin en yüksek, 2.75 denyede ise en düşük olduğu tespit edilmiştir. Yürüme trafiğine yoğun bölgelerde lif kalınlığı arttıkça kalın liflerden üretilmiş hav ipliklerinin daha iyi sıkıştırma sonrası geri dönüş değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca lif kalınlığının artmasıyla geri dönüş işinin arttığı görülmüştür. 8 denye liften oluşan numunenin sıkıştırma sonrası geri dönme direncinin en yüksek olduğu görülmüştür. Lif kalınlığı arttıkça dinamik sıkıştırmaya karşı artan bir direncin olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, Hexapod testinde kesitten ayrılan lif kaybı oranı en düşük 2.75 denye elyaf ile üretilen numunede elde edilmiştir. Daha ince elyaf hav ipliklerinin, yüksek elyaf kohezyonuna bağlı olarak iyileştirilmiş elyaf bağlama performansı vardır. Akrilik halılar için, yürüme trafiğine bağlı olacak şekilde daha ince lifler kullanılarak halı yüzeyindeki kesitten ayrılan liflerin ve tüylenmenin azaltılabileceği sonucuna varılabilir. Statik yükleme testinde 2.75 denye lif ile üretilmiş halı numunesi için en yüksek kalınlık kaybı değerleri elde edilir. En yüksek direnç değerleri, 2.75 denye elyaftan yapılan halı numuneleri için elde edilmiştir. Daha ince liflerin hav ipliğinin esnekliğini ve sıkıştırmadan sonra geri kazanım kapasitesini arttırdığı sonucuna varılabilir. En düşük kalınlık kaybı değeri ve en yüksek sıkıştırma geri kazanım değeri 8 denye lif kalınlığındaki numune için elde edilmiştir. Kalın lifli halı numunelerinin sıkıştırma performansının daha iyi olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla kalın lifli akrilik halı numuneleri yürüme trafiğinde daha az deforme olacağı tespit edilmiştir.

Vuruşkan ve ark. (2017), “Compression properties of woven carpet performance under dynamic loading” adlı çalışmasında yapı parametrelerinden hav yüksekliği ve hav yoğunluğunun sıkışma performansının dinamik yükleme sonucunu incelemiştir. 2400 hav/m², 2880 hav/m² hav yoğunluğuna sahip, 7mm, 11

mm ve 16 mm hav yüksekliğinde yüz yüze Wilton tipi 2/3V örgü tipine sahip, kesik havlı akrilik ipliklerden elde edilen halıların dinamik yük sonrası kalınlık kayıpları hav yüksekliğinin ve yoğunluğunun sıkıştırma performansına etkisini incelemiş ve istatistiksel olarak analiz etmiştir. Akrilik havlı halıların kalınlık kaybının, darbe sayısının artmasıyla birlikte (50'den 1000'e kadar) arttığı görülmüştür. Darbeye karşı her hav yoğunluğu için 7 mm hav yüksekliğindeki numunenin halı performansı 11 mm ve 16 mm hav yüksekliğindeki numuneden daha iyi olduğunu tespit etmiştir. Hav yoğunluğundaki artışın 11 mm ve 16 mm hav yükseklikleri olan halıların sıkıştırma performansına katkıda bulunduğu açıkça görülmüştür. 7 mm hav yüksekliğine sahip halılar için aynı durum doğrudan gözlenmemiştir. 2400 hav/ dm² arasındaki kalınlık kaybı farkı, 100 darbe için 2880 hav/dm²'den % 3 daha düşük olduğu görülmüştür. Sabit hav yüksekliği alındığında, 2400 hav/dm² halı için kalınlık kaybının 2880 hav/dm²'den % 4.7 değerinde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sırasıyla % 32 ve % 9.7 kalınlık kaybı değeri ile 11 mm ve 16 mm hav yüksekliğindeki halılar içinde sonucun benzer olduğunu tespit etmiştir. Dinamik yüklemenden sonra kalınlık kaybı için yapılan istatistiksel analizde MANOVA sonuçları hav yüksekliği, hav yoğunluğu ve darbe sayısının kalınlık kaybı üzerine etkisi incelenmiştir.

Kalınlık kaybı değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Darbe sayısı ve hav yüksekliği alt grupların etkilerini değerlendirmek için Duncan'ın çok değişkenli aralık testlerini uygulamış ve sonuçların sırasıyla darbe sayısındaki artışa bağlı olarak, kalınlık kaybını olumsuz etkilediğini gözlemlemiştir. Yüksek hav yüksekliğine sahip halılar daha yüksek kalınlık kaybıyla birlikte dinamik yüke karşı daha düşük dirence sahip olduğu sonucuna varmıştır.

Erdogan (2012), "Effect of pile fiber cross section shape on compression properties of polypropylene carpets" adlı çalışmasında uzun ve kısa süreli statik yükleme sonrası hav ipliğindeki lif kesit şeklinin sıkıştırma özelliklerine etkisini incelemiştir. İki farklı lif kesitine (hollow ve trilobal) sahip, 2225 dtex iplik

numarasında, 145 filamentte, BCF polipropilen iplikten, 6 mm hav yüksekliğinde, 89.600 hav/m² hav yoğunluğunda halı numunelerinin kalınlık varyasyonunu, sıkıştırma (%), kalınlık kaybı (%), ve geri dönüş (%) değerlerini incelemiştir. İlk kalınlık alındığında tüm yapısal şartlar eşit olmasına rağmen hollow kesitin trilobalden daha yüksek olduğu görülmüştür. Kısa süreli statik yüklemde sıkıştırılabilirlik yüzdesinin trilobal kesitte yüksek olduğu, uzun süreli statik yüklemde ise hollow kesitli numunenin daha yüksek olduğu görülmüştür. Uzun ve kısa süreli statik yükleme sonrası hollow kesite sahip numunede kalınlık kaybı daha yüksek olduğu sonucu çıkmıştır. Sıkıştırma sonrası geri dönüş ise kısa süreli yüklemde trilobal kesitin, hollow kesite göre daha iyi olduğunu tespit etmiştir. Uzun süreli yüklemde ise değerler arasında çok bir fark olmadığını görmüştür. Halıların geri dönüş süreleri boyunca kalınlık varyasyonu, trilobal kesitli numunelerin, hollow kesitli numunelere nazaran basınca daha hassas olduğunu göstermiştir. Deneysel sonuçlar, yüzde kalınlık kaybının kısa ve uzun süreli statik yüklemelerde hollow kesitli havlara sahip olan halıların trilobal kesitli havlara göre biraz daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, iyileşme yüzdesinin de, bu çalışmanın numuneleri için benzer değerlerde olduğunu tespit etmiştir.

Güneşoğlu (2017), ‘‘Yüz Yüze Dokuma Halılarda Hav Yüksekliğinin Halıların Bazı Mekanik Özelliklerine Etkisi’’ adlı çalışmada yüz yüze tekniği ile dokunmuş makine halılarında lanset değeri ile belirlenen hav yüksekliğinin halının mekanik özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. Bu amaçla zemin ve hav iplikleri ile sıklık ve örgü tipi aynı ancak hav uzunlukları değiştirilmiş halı numunelerine kalınlık, gramaj, ilme çekme, görünüm muhafaza etme derecesi, dinamik yük altında kalınlık değişimi ve sıkıştırılabilirlik/geri toparlanma tayini testleri uygulanarak ölçüm sonuçlarını istatistiksel analiz yaparak değerlendirmiştir. 32*45 sıklık (144000 ilme /m²) değerinde, yüz yüze dokuma yöntemiyle ve 1/2V dokuma örgü tipinde, zemin çözgü bağlantı ipliği Nm 12/4 (%80/20 Pes/Co), dolgu çözgü ipliği 300/3denye (%80/20 Pes/Co), atkı ipliği 12/2 LBS (2200 dtex) jüt ipliği ve 1750/2 dtex /144 filament trilobal polipropilen hav

ipliği kullanılarak numuneler üretilmiştir. Lanset değerleri 22, 24 ve 26mm 'de üç farklı hav yüksekliğinde ve dokuma sonrası 90 gr/m²yoğunlukta Stiren-Butadien Kauçuk (SBR) lateks ile sırt kaplama işlemi uygulanarak üretilmiştir. Numunelere görünüm muhafaza etme Derecesi-hekzapod (ISO 10361:2000), dinamik yük altında kalınlık azalması (ISO 2094:1999), sıkıştırılabilirlik-geri toparlanma özelliği (BS 4098:1975) ve ilme çekme kuvveti (BS ISO 4919:2012) testleri uygulanmıştır. Halı numunelerinin görünüm muhafaza etme derecesi değerlendirilmeleri en yüksek lanset değerine sahip numunenin en yüksek görünümü muhafaza etme derecesine sahip olduğunu gözlemlemiştir; bu sonuç söz konusu numunenin kullanıma bağlı görünüm değişikliğine en yüksek direnci sergileyeceği şeklinde yorumlamıştır. Numunelerinin tekrarlı darbeler sonundaki % kalınlık değişimleri halı numunelerinde lanset değeri arttıkça dinamik yük altında (yürümeyi temsil eden trafik) daha az kalınlık değişimi olduğunu gözlemlemiştir. Numunelerin ilme çekme mukavemeti değerleri halı yapısından ilme çıkarma için uygulanacak kuvvet ile lanset yüksekliği arasında bir ilişki gözlemlememiştir. Sıkıştırılabilirlik özelliği için ise lanset değeri arttıkça halıların sıkıştırma ve toparlanma işinde harcanan enerji miktarlarının arttığını ve hav yapısının daha fazla deforme olduğunu gözlemlemiştir. Numunelerin sıkıştırılma sonrasında % kalınlık geri kazanım sonuçları ise lanset değeri arttıkça halılarda rezilyans performansının azalma eğiliminde olduğu şeklinde yorumlamış; bu durumu sıkıştırma işi esnasında hav yapısında en yüksek deformasyonun görülmesiyle ilişkilendirmiştir. Halı numunelerinin mekanik özelliklerine ait istatistiksel analiz sonuçları F_s istatistik değerlerine göre lanset değeri, halıların yapısal karakteristikleri arasında en büyük etkiyi kalınlık üzerinde gösterdiği görülmüştür. Numunelerin ölçülen mekanik performans özellikleri arasında ise lanset değerinin sadece görünüm muhafaza etme derecesi üzerinde istatistiksel anlamlı etkiye sahip olduğu görülmüş; lanset değerlerindeki değişimin halıların ilme çekme, 1000 darbe sonrası % kalınlık değişimi, sıkıştırılabilirlik enerjisi ve % kalınlık geri kazanımı özellikleri üzerinde anlamlı etkisi olmamıştır. F_s istatistik değerlerine göre sıralama

yapıldığında ise yüz yüze dokuma halılardaki lanset değişiminden dinamik yük altında kalınlık değişimi özelliğinin en az etkilendiği; onu takiben etki şiddeti sıralamasının sıkıştırma enerjisi, kalınlık geri kazanımı, ilme çekme mukavemeti ve görünüm muhafaza etme derecesi şeklinde olduğu görülmüştür. Sonuçlar, hav yüksekliğinin halıların kalınlık ve görünüm muhafaza etme derecesi üzerine istatistiksel olarak anlamlı etkisi olduğunu göstermiştir.

Özdil ve ark (2011), “Compressibility and thickness recovery characteristics of carpets” çalışmasında yün, akrilik ve polipropilen liflerinden üretilen 7 farklı halının yapısal özelliklerini, sıkıştırılabilme ve geri dönebilme özelliklerini incelemiştir. Hammadde, hav ipliğinin doğrusal yoğunluğu, birim alandaki ilmek sayısı parametrelerinin etkilerini araştırmıştır. Hav iplik sıklığı ve doğrusal yoğunluğunun artması ile halı kalınlığı, hav ağırlığı ve geri dönebilme özelliklerinin olumlu yönde etkilendiğini tespit etmiştir. Yün halılar, yüksek lif yoğunluğu nedeniyle PAC halılardan daha yüksek hav ağırlığına sahip olup, dinamik yük uygulaması sonrasında daha iyi bastırılabilme ve geri dönebilme özelliği gösterdiğini tespit etmiştir. Uzun süreli statik yükleme sonrası meydana gelen kalınlık kaybı değeri yün halılarda genellikle daha düşük olduğu görülmüştür. Birim alandaki ilmek sayısı daha yüksek olan halıların dinamik yükleme esnasında sıkıştırma direncinin ve yük kaldırıldıktan sonra kalınlıktaki geri dönebilme özelliğinin daha iyi olduğunu tespit etmiştir.



3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Bu çalışma kapsamında karışım oranının ve toz alma işleminin halı tozuma derecesi üzerindeki etkisini belirleyebilmek amacıyla akrilik ve viskon lifleri hammadde olarak seçilmiştir. Dokuma halılarda akrilik lifinin kullanımı yaygın olmakla birlikte; halı tuşesini ve parlaklığını arttırabilmek amacıyla viskon liflerinin de kullanımı mevcuttur. Ancak akrilik hav ipliklerinden üretilen halılar kullanım performansı açısından viskon hav ipliklerinden üretilen halılara göre daha iyi performans göstermektedir. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda iki lifin halı kullanım performansını olumlu yönde etkileyen özelliklerinin birleştirilmesiyle elde edilen Viskon/Akrilik karışımli iplikler hav ipliği olarak kullanılmaktadır. Çizelge 3.1’de hammadde özellikleri gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. Hammadde özellikleri

Lif Özellikleri	Hammadde	
	Viskon (CV)	Akrilik (PAN)
Lif İnceliği (dtex)	1,3	1,3
Lif Uzunluğu (mm)	38	38
Mukavemet (cN/tex)	~25	~30
Uzama (%)	~20	~25
Yoğunluk (gr/cm ³)	1,52	1,24

Çalışmanın sistematik olarak gerçekleştirilmesi amacıyla hav ipliği üretimi ve dokuma halı üretimi aynı koşullarda gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda çalışmayı iki aşamada değerlendirmek mümkündür;

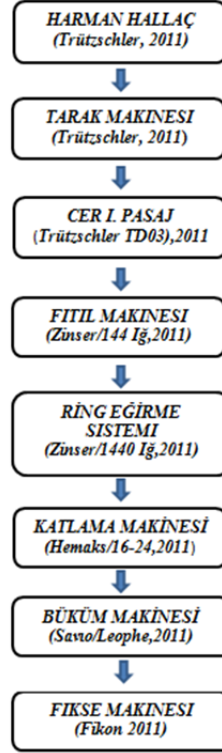
1. Birinci aşamada aynı lif inceliğine ve uzunluğuna sahip viskon ve akrilik lifleri hammadde olarak kullanılarak %100, %80/20, %50/50 ve %20/80 karışım oranlarına sahip hav iplikleri üretilmiştir. İplik

üretimleri Zafer Tekstil Tic. ve San. A.Ş. firmasında gerçekleştirilmiştir.

2. İkinci aşamada ise üretilen toplam 5 farklı iplik numunesi kullanılarak aynı desen yapısına, hav yüksekliğine ve halı sıklığına sahip yüz-yüze wilton dokuma halı numuneleri elde edilmiştir. Dokuma işlemi sonrasında halı numuneleri iki gruba ayrılarak birinci gruba toz alma işlemi ve sırt kaplama işlemi uygulanmıştır. İkinci grup ise toz alma işlemi uygulanmadan sırt kaplama işlemine tabii tutulmuşlardır. Sonuç olarak farklı karışım oranlarına sahip ipliklerden elde edilen 5 adet toz alma işlemi uygulanmış ve 5 adet ise toz alma işlemi uygulanmamış toplam 10 adet halı numunesi elde edilmiştir. Dokuma halı üretimleri Kartal Halı Tekstil San ve Tic. A.Ş. firmasında gerçekleştirilmiştir.

3.1.1. İplik Üretimi

Çalışma kapsamında, lif karışım oranının ve toz alma işleminin halının tozuma derecesi üzerindeki etkisini belirleyebilmek için piyasada yaygın olarak kullanılan %100 CV ve %100 PAN iplikler ve CV/PAN elyafların belli oranlarda karışımından elde edilen ipliklerin üretimleri gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, %100/0, %80/20, %50/50, %20/80 ve %0/100 CV/PAN karışım oranlarına sahip Ne 18/1 ipliklerin üretimleri Zinser marka 1440 iğlik konvansiyonel ring iplik eğirme makinesinde üretilmiştir. İplik üretim şeması Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. İplik üretimi için işlem akışı

Çizelge 3. 2. Konvansiyonel ring iplik üretim parametreleri

Hammadde	%100 CV	%80 /20 CV/PAN	%50/50 CV/PAN	%20/80 CV/PAN	%100 PAN
İplik Numara (Ne)	18/1	18/1	18/1	18/1	18/1
Fitil Numarası (Ne)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Büküm Yönü	Z	Z	Z	Z	Z
Büküm sayısı(Tur/m)	550	550	550	500	550
Büküm Faktörü (α_e)	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35
İğ Devri (rpm)	16500	16500	16500	16500	16500
Bilezik Çapı (mm)	38	38	38	38	38
Kopça Tipi	Lm	Lm	Lm	Lm	Lm
Kopça No	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

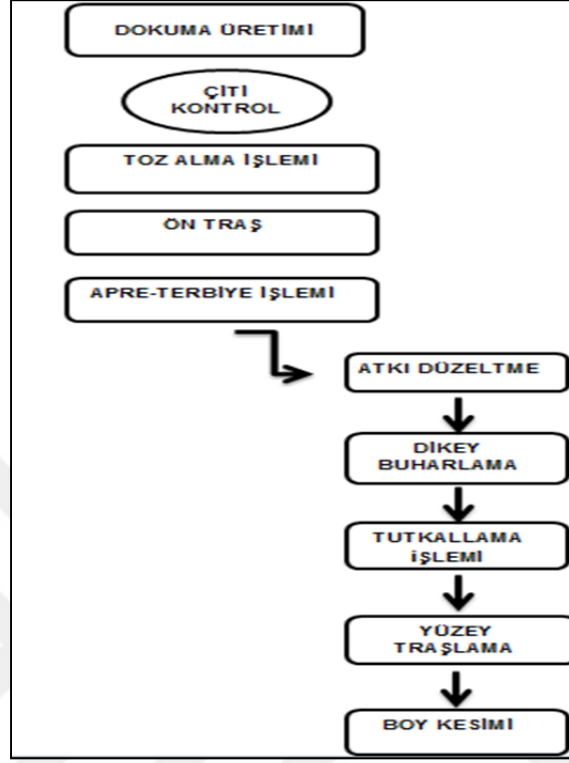
Konvansiyonel ring eğirme sisteminde üretilen 5 farklı iplik numunesinin üretim parametreleri ise Çizelge 3.2’de verilmiştir. Dokuma halı üretimi gerçekleştirilmeden önce gerekli analizler yapılarak optimum halı eninde üretimlerin gerçekleştirilmesi amacıyla en az kaç bobin ipliğin gerekli olduğu belirlenmiştir. Analiz neticesinde her bir halı tipi için 450 kg, 150 gramlık 300’er bobin iplik numunesi üretilmiştir. Tek kat olarak üretilen iplik numuneleri dokuma halı üretimine uygun hale getirebilmek amacıyla 4 kat katlanarak katlı iplik formuna getirilmiştir. Tek kat iplikler 550 tur/m büküm sayısında Z büküm yönünde, katlı iplikler ise 300 tur/m büküm sayısında S büküm yönünde olacak şekilde üretilmiştir. Son olarak iplik numunelerine 1 saat, 85°C’de fikse işlemi gerçekleştirilmiştir. Çizelge 3.3.’de belirtilen özellikler ise numuneyi oluşturan katlı ipliklerin üretim özellikleridir.

Çizelge 3.3. Katlı iplik özellikleri

Hammadde	%100 CV	%80 /20 CV/PAN	%50/50 CV/PAN	%20/80 CV/PAN	%100 PAN
İplik Numarası (Ne)	18/4	18/4	18/4	18/4	18/4
Büküm Yönü	S	S	S	S	S
Büküm Sayısı (tur/m)	300	300	300	300	300

3.1.2. Yüz-Yüze Wilton Tipi Halı Üretimi

Çalışmada farklı karışım oranlarına sahip CV/PAN hav iplikleri kullanılarak iç piyasada yaygın olarak tercih edilen 1/1 örgü tipinde Wilton yüz yüze halı makinesinde halı numunelerinin üretimleri gerçekleştirilmiştir. Halı numuneleri ise Kartal Halı Tekstil San ve Tic. A.Ş dokuma işletmesinde bulunan Van De Wiele yüz yüze dokuma makinesinde gerçekleştirilmiştir. Halı numunelerinin üretim iş akışı Şekil 3.2.’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Numune halı üretimi iş akışı

3.1.2.1. Dokuma İşlemi

Halı bileşenlerini oluşturan, farklı karışım oranlarına sahip hav ipliklerinin, çözgü ve atkı ipliklerinin, Çizelge 3.4.'de özellikleri belirtilmiştir. Çizelge 3.5.'de ise makine üretim parametreleri belirtilen ve aynı özelliklere sahip (aynı dokuma makinesinde, aynı hav yüksekliğinde ve aynı örgüde) olacak şekilde üretilmiştir.

Çizelge 3.4. Halı bileşenleri özellikleri

İplik Türü		Karışım Oranı	İplik Doğrusal Yoğunluk (Tex)
Hav İpliği		%100 CV %80/20 CV/PAN %50/50 CV/PAN %20/80 CV/PAN %100 PAN	131
Çözümlü İpliği	Dolgu İpliği	%80/20 Pes/Pamuk	210
	Bağlantı İpliği	%80/20 Pes/Pamuk	126
Atkı İpliği		%100 Pamuk	295

Çizelge 3.5. Dokuma makine üretim parametreleri

Makine Modeli	CRP92
Makine Devri (devir/dk)	125
Lanset (cm)	24
Tezgâh Eni (m)	4
Çerçeve sayısı	6
Tarak diş sayısı (diş/dm)	48
Örgü Tipi	1/1 V
Atkı Sıklığı (atkı/dm)	76
İlmek Sayısı (ilmek/m ²)	729.600

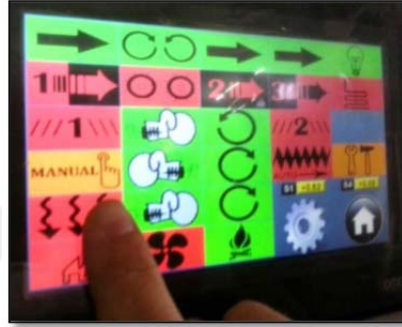
3.1.2.2. Toz Alma İşlemi

Dokuma işlemi biten halının sonraki işlemleri (sırt kaplama işlemi öncesi) Şekil 3.2’de belirtilmiştir. İş akışına göre toz alma işlemi Swell Soft terbiye makinesinde gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.3 (a)’da ve Şekil 3.4.(a) ve (b)’ de terbiye makinesi ve bölümleri gösterilmiştir. Makinenin ana prensibi ısıtılmış, buharlanmış kabin ortamında halıların mekanik olarak özel yüzeylere çarptırılıp yumuşatılması ve hacimlendirilmesi şeklindedir. Makinede hava hazırlama ünitesi, ısıtma sistemi, yüksek verimli ve düşük enerjili radyal sirkülasyon fanları, egzost fanı, filtreler ve otomatik toz tahliye sistemi yer almaktadır. Özel dizayn edilmiş, masaj tamburları efekt kabini içerisinde yer almaktadır. Tamburların dönme yönleri ve hızları işlenen halının cinsine göre elektronik olarak ayarlanabilmektedir. Şekil 3.3 (b)’de

belirtilen PLC kumanda ekranı kullanılarak kabin içerisinde ısıtılmış ve (isteğe bağlı olarak) buharlanmış hava sirküle edilirken eş zamanlı olarak, sürekli ve gerilimsiz akan halıya her iki veya istenilen tek taraftan uygulanan homojen masaj, halının havlarını çok yönlü tarar, kaldırır, hacimlendirir ve yumuşatır.



(a)



(b)

Şekil 3.3. Toz alma makinesi (a) dış görünümü, (b) PLC kumanda ekranı



(a)



(b)

Şekil 3.4. (a) helizonik masaj ızgaraları (b) işlem sonrası tozlar

Toz alma işleminin faydaları aşağıdaki gibidir;

- Dokuma prosesinden kaynaklanan gerginlikler giderilir, 3 boyutlu olarak daha düzgün bir konstrüksiyon elde edilirken, yine 3 boyutlu olarak halının esnekliği, devamında da sürtünme dayanımı artırılmış olur.

- Dokuma sonrası ve tıraşın öncesinde makinenin işlenen halıların tozlarından arındırılmış olması ve havlarının gerçek boylarına yükseltip, dik pozisyona getirilmesi tıraş için ideal şartları sağlayarak tıraş prosesinin kalitesini artırır ve kesim hatalarının giderilmesine yardımcı olur.
- Dokuma sırasında birbirine karışan veya yatık kalıp desenlerde görsel problem oluşturan havlar atkı ve çözüğü istikametlerinde muntazaman ve kalıcı olarak hizaya girerler, bu etki ile desenler kalıcı olarak gerçek ve net görünümüne kavuşurlar. Renklerde de canlanmalar elde edilir.
- Halı sırtında bulunan jüt ve elyaf tozları çift taraflı özel masaj işlemi sırasında bertaraf edildiğinden, halı bükülüp açıldıktan sonra oluşan ön yüz tozlanma problemi de çözülmektedir.
- Makinenin girişinden çıkışına kadar tam anlamıyla sürekli ve açık en formda işlenen ürünlerin hiç bir şekilde birbirine sürtünme riski bulunmamaktadır ve bağlı olarak gramaj kaybı, kırışıklık gibi problemler yaşanmadığı gibi önceki proseslerden kaynaklanan sorunlar giderilebilir.

3.1.2.3. Apre/Terbiye İşlemi

Terbiye işlemi; dokuma işlemi tamamlanmış ürünlere çiti kontrolü yapılarak başlamaktadır. Hata kontrolü yapılan ürünler, toz alma işlemine sevk edilir ve işlemi biten ürünler sırt kaplama makinesinde (apre makinesi) işleme tabi tutulur. Bu işlem sonrası hav yüzeyindeki düzgünsüzlüklerin giderilmesi için tıraşlama yapılır. Daha sonra boy kesme işlemi yapılır. Kesilen halı kenarları ve ebatları konfeksiyon işlemine hazır hale getirilir. Bu işlemlerin tümüne terbiye işlemi denmektedir. Halıda terbiye işlemi dokunan ürünün hav ve atkı türüne göre işletmelere, üründen beklenen performansa özgü bir şekilde yapılmaktadır.

Apre makinesi yaklaşık 125 metre uzunluğunda olup aşağıda belirtilen bölümlerden oluşmaktadır.

- Kayma / Atkı Ucu Doğrultma Üniteleri.
- Gerekli tüm kontrol değişkenlerini içeren kaplamalı bir yalancı rulo sistemi ile elde edilen hassas lateks uygulaması.
- Otomatik Lateks Karıştırma ve Dolaşım sistemleri.
- SILCS Lateks Uygulama Ünitesi.
- Kurutma silindirleri ile birlikte yüksek verimli sıcak hava kurutma odaları
- Yatay veya dikey buharlama ile sağlanan verimli ve kontrollü buhar.
- Emişli sırt ve yüz fırçaları içeren gelişmiş temizleme üniteleri.

Şekil 3.5.'de apre makinesi gösterilmiştir. Halı gerilimi şekilsel düzgünlük için önemlidir. Ürünün gramajına uygun gerilim verilmediği takdirde halılarda çapraz bozukluk dediğimiz düzeltilemeyen bir hata meydana gelir. Bu nedenle halı makine yönünde ilerlerken ilk olarak atkı düzelticiye uğrar ve dokumada oluşan atkı eğrilikleri, şekilsel bozukluklar burada düzeltilir. Dikey buharlamaya yönelen halı 2 bar basınçta 105 °C'de buharlama işlemine tabi tutulur. Sırt kaplama hazırlık odasında hazırlanan Stiren Butadien tutkal %50 su ile karışım haline getirilerek tutkal teknesine sevk edilir. Halı sırtına bu tutkal silindirler vasıtası ile applike edilir. Aplikasyon işlemi sonunda kurutma fırınından geçerek, çapı 2 m olan içi 1 bar basınçta buhar ile dolu bir tambur üzerinden geçer. Lateksin çapraz bağlarını oluşturması yani halı sırtında film oluşturarak havların atkılara sabitlenmesinin sağlanması bu tambur sayesinde olur. Kullanım sırasında halı sırtında oluşan tabaka bu sayede suda çözünmez. Sırt kaplama işlemi biten ürün traş makinesinde hav yüzeyinde kesim işlemine tabi tutulur. Traş makinesi üzerinde helezonik bıçak bulunan üst ve alt bıçaktan oluşur. Dokuma sırasında oluşabilecek yüzeysel bozukluklar bu sayede düzeltilerek ürün boy kesimine gönderilir ve terbiye işlemi tamamlanır. Çizelge 3.6'da terbiye işlem parametreleri görülmektedir.

Çizelge 3.6. Terbiye işlemleri üretim parametreleri

Sellers Tek Tamburlu Apre Makinesi Üretim Parametreleri	
Dikey Buharlama Sıcaklığı (°C)	105
Dikey Buharlama Basıncı (Bar)	2
Fırın Sıcaklığı (°C)	120
Tambur Sıcaklığı (°C)	145
Lateks Türü	SBR (Stiren Butadien Rubber)
Lateks Karışım Oranı (%)	%50 Lateks-%50 su
Apre Geçiş Hızı (m/dk)	7
Lateks Devir Hızı (m/dk)	16



Şekil 3.5. (a)Sellers tek tamburlu apre makinesi görünümü (b) halının dikey buharlamaya girişi (c) halının atkı düzeltme sonrası çıkışı

3.2. Metod

Bu çalışmada testleri yapılacak halı numunelerinin kullanım ve performans özellikleri ve tozuma derecelerinin tespitinin yanı sıra ipliklerinde (hav iplikleri olarak üretilen) bazı özellikleri tespit edilmiştir. Testler gerçekleştirilmeden önce iplikler ve halı numuneleri “TS EN ISO 139: 2008 Tekstil - Şartlandırma ve deney için standart ortamlar” standardına göre kondisyonlanmıştır (%65±2 Bağıl Nem, 20 °C ±2).

3.2.1. Hav İpliklerine Uygulanan Testler

İpliğin kalitesini ve halıların hav yoğunluğunu (hav ağırlığı) doğrudan etkileyen parametreler göz önünde bulundurularak; iplik numarası, iplik büküm sayısı, iplik kopma mukavemeti, iplik kopma uzaması, iplik düzgünsüzlüğü, iplik

hataları, iplik tüylülüğü, iplik kıvrım büzülmesi ve sıcakta çekme testleri ve iplik karışım oranı doğrulaması için kantitatif analiz testleri yapılmıştır.

3.2.1.1. İplik Numara Tayini

İplik numaralarının iplik kopma mukavemeti ve kopma uzaması, iplik kıvrım büzülmesi ve sıcakta çekme, testlerinden önce gerçek değerlerinin bilinmesi gereklidir. Bununla birlikte iplik numarası, halıların hav yoğunluğuna, haliya uygulanan testler sonucunda tespit edilen kalınlık azalması ve rezilyans değerlerine doğrudan etki etmektedir. Bu test ipliklerin standart numarası ile gerçek numaralarının karşılaştırılması için yapılmıştır. İplik numara ölçümü; TS 244 EN ISO 2060 “Tekstil-İplikler-Doğrusal Yoğunluk Tayini-Çile Metodu” standardı esas alınarak, üretilmiş olan 2’şer bobinin her birinden 5’er ölçüm alınarak ölçüm çıkışında 100’er metrelik çileler sarılarak ve hassas terazide tartılarak yapılmıştır.

Kullanılan çıkışın çevresi 100 cm, kullanılan hassas terazi 0,001 g hassasiyetindedir. Test için çıkış üzerinde var olan gerdirme aparatı kullanılmış ve iplik sarımları sabit gerilim altında yapılmıştır.

3.2.1.2. İplik Büküm Tayini

Makine üzerinde ipliğe verilen büküm ile iplik üzerindeki gerçek bükümü karşılaştırmak amacıyla Kartal Halı Tekstil San ve Tic. A.Ş. Laboratuvarında bulunan Prowhite iplik bükümü ölçme cihazında, TS 247 EN ISO 2061 “Tekstil-İpliklerde Büküm Tayini-Doğrudan Sayma Metodu” standardı esas alınarak, açma-kapama prensibine göre büküm testleri yapılmıştır. Her iplik tipi için 2 bobin esas alınarak ve her bir bobinden 5’er ölçüm olacak şekilde toplam 10 test yapılmıştır. Bulgular kısmında her grup için ortalama büküm (Tur/metre) verilmiştir.

3.2.1.3. İplik Kopma Mukavemeti ve Kopma Uzaması Tayini

İplik mukavemeti, değeri ölçülen kopma kuvvetinin iplik numarasına (lineer yoğunluğuna) oranı olarak ifade edilir ve ölçüm birimlerine göre g/tex veya cN/tex şeklinde gösterilir.

İpliklerin kopma mukavemeti testi, Kartal Halı Tekstil San ve Tic. A.Ş laboratuvarında bulunan ve şekil 3.6’da gösterilen Prowhite mukavemet test cihazında, TS EN ISO 2062-“Tekstil-Paketlerden Alınan İplikler-Tek İpliğin Kopma Mukavemetinin ve Kopma Uzamasının Tayini” standardına göre gerçekleştirilmiştir. Test için, her iplik grubundan 1’er bobin alınmış, her bobine 10’ar adet test uygulanmıştır.

İplik kopma uzaması ipliğin koptuğu anda boyunda meydana gelen toplam uzamanın yüzde olarak ölçülmesidir. İpliklerin kopma uzaması testi ise aynı cihazda Kartal Halı Tekstil San ve Tic. A.Ş laboratuvarında bulunan ve şekil 3.6’da gösterilen Prowhite mukavemet test cihazında, TS EN ISO 2062-“Tekstil-Paketlerden Alınan İplikler-Tek İpliğin Kopma Mukavemetinin ve Kopma Uzamasının Tayini” standardına göre gerçekleştirilmiştir. Test için, her iplik grubundan 1’er bobin alınmış, her bobine 10’ar adet test uygulanmıştır.



Şekil 3.6. İplik mukavemet test cihazı (<http://www.prowhite.com.tr/iplik-test-cihazlari>)

3.2.1.4. İplik Düzgünsüzlüğü Tayini

İpliğin uzunluğu boyunca kütleinde meydana gelen değişim, iplik düzgünsüzlüğü olarak tanımlanmaktadır. Düzgünsüzlük, %Um (ortalama kütle sapma yüzdesi) veya %CVm (kütleli değişim katsayısı) olarak iki şekilde ifade edilir. Tez kapsamında düzgünsüzlük ifadesi olarak pratikte yaygın olarak kullanılan %CVm değeri kullanılmıştır. Uster Tensorapid 3 cihazında her iplik türü için 5'er adet bobine bir defa olacak şekilde 1.0 dakika test süresinde ve 400 m/dk test hızında iplikler test uygulanmıştır. Testler hem tek katlı hem de katlı iplilere uygulanmıştır.

3.2.1.5. İplik Hataları Tayini

İplik hataları; ince yer, kalın yer ve neps olarak adlandırılan, iplik kesitinde meydana gelen incelmeye, kalınlaşma ve topaklaşmalardır. Bu hatalar, iplik yüzeyinde düzgünsüzlüğe yol açmaktadır. İnce yer hatasındaki “-%50” ifadesi, ipliğin ortalama kesit kalınlığından %50'ı kadar veya daha fazla bir incelmeyi belirtmektedir. Benzer şekilde, kalın yer hatasındaki “+%50” ifadesi, ipliğin ortalama kesit kalınlığından %50'si kadar veya daha fazla bir kalınlaşmayı belirtmektedir. Neps hatası ise bir çeşit kalın yer hatası olup “+%200” ifadesi, ipliğin ortalama kesit kalınlığından %200 fazla bir kalınlaşmayı ifade eder. Bu hatalar iplik düzgünsüzlüğü ölçüm prensibindeki gibi, kapasitif levhalar arasında ki, elektriksel alanın değişmesi ile ölçülürler ve bir kilometrede iplikteki incelmeye, kalınlaşma ve topaklaşma sayı adetleriyle ifade edilirler (Vuruşkan, 2010).

Tez kapsamında İnce yer (-%50), Kalın yer (+%50) ve Neps (+%200) gibi değerler göz önünde bulundurulmuştur. Testler Uster Tensorapid 3 cihazında her iplik türü için 5'er adet numune alınacak şekilde yapılmıştır.

3.2.1.6. İplik Tüylülük Tayini

İplik tüylülüğü birim uzunlukta iplik yüzeyinden dışarı doğru çıkan liflerin sayısıdır. Üretim sırasında uçuntu ve düğümlenmelere, makine aksamalarında ise hasara neden olabileceği için genel anlamda istenmeyen bir özelliktir. İplik tüylülük değeri, 1cm ölçüm uzunluğunda iplik yüzeyinden dışarıya çıkan liflerin toplam uzunluğunu ifade etmekte olup Uster® Tester 4 cihazında “H” tüylülük değeri olarak verilmektedir (Erez, 2011). İplik hataları ve tüylülük testi, iplik düzgünsüzlüğünü testi ile aynı anda yapılmaktadır.

Uster Tensorapid 3 cihazında her hammadde türü için 5 ‘er adet bobine ölçüm şartları 1.0 dakika test süresi ve test hızı 400 m/dk olacak şekilde test uygulanmıştır. Testler hem tek katlı hem de katlı ipliklere uygulanmıştır.

3.2.1.7. İplik Kıvrım Büzülmesi (Crimp) ve Sıcakta Çekme (Shrinkage) Tayini

Numunelerin kıvrım büzülmesi ve sıcakta çekme değerleri DIN 53866, EN 14621 standartlarına göre “Textrumat ME +” test makinesi kullanılarak tespit edilmiştir. Magazin Şekil 3.7.(b)’ de gösterilen aynı anda 30 iplik test edebilen ve ipliklere kuvvet uygulayarak, ağırlık prensibine göre çalışan makine aparatıdır.

Kıvrım büzülmesi testi için, numune hazırlama işlemi için kullanılan magazin elemanı ve magazin elemanının cihaza yerleştirilmesi işlemleri, sıcakta çekme testi ile aynı olmakla beraber, test numunelerine uygulanan kuvvetler, elde edilen veriler, v.b. hususlar çok daha kapsamlı işlemler bütünüdür. Kıvrım büzülmesi deneyine başlamadan önce numune çilelerinin yerleştirildiği test magazini, etüv cihazına yerleştirilir. 135°C’de 10 dk fırında, 30 dk ise standart atmosfer şartlarında bekletilir.

Test kapsamında ipliklere 4 farklı kuvvet uygulanır dolayısıyla dört farklı uzunluk ölçümü sağlanır. Söz konusu kuvvetler ve elde edilen uzunluk verileri aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır.

- 10 saniye 2 cN/tex kuvvet uygulanmakta ve Lg (hank) uzunluğu elde edilmektedir.
- 10 dakika, 0,01 cN/tex kuvvet uygulanmakta ve Lz (hank) uzunluğu elde edilmektedir.
- 10 saniye 0,1 cN/tex kuvvet uygulanmakta ve Lf (hank) uzunluğu elde edilmektedir.
- 10 saniye 0,01 cN/tex kuvvet uygulanmakta ve Lb (hank) uzunluğu elde edilmektedir.

Numunelere uygulanan kuvvetler sonucu elde edilen uzunluk değerleri arasında çeşitli matematiksel işlemler ile 3 farklı kıvrım büzülmesi değeri elde edilmektedir. Bu kıvrım büzülmesi değerleri sırasıyla, kıvrım büzülmesi (Crimp Contraction/CC), kıvrım kalıcılığı (Crimp stability/CS) ve kıvrım modülü (Crimp Modulus/CM)'dir. Söz konusu bu değerlerin hesaplanması Eşitlik (3.1), Eşitlik (3.2) ve Eşitlik (3.3)'te gösterilmektedir.

$$\text{Kıvrım Büzülmesi (CC)} = (L_g - L_z) / L_g \times 100 \quad (3.1)$$

$$\text{Kıvrım Kalıcılığı (CS)} = (L_g - L_f) / L_g \times 100 \quad (3.2)$$

$$\text{Kıvrım Modülü (CM)} = (L_g - L_b) / (L_g - L_z) \times 100 \quad (3.3)$$

Tez kapsamında kullanılacak olan değerler kıvrım büzülmesi “Crimp Contraction (CC)” olarak hesaplanan değerlerdir. Sıcakta çekme testinde ise iplikler, magazin aparatına 1 metre olacak şekilde yerleştirilir. Magazin ise Şekil 3.7.'de gösterilen makineye yerleştirilir ve makineye bağlı bilgisayar yardımıyla işlem yapılır. İlgili yazılım sayısal değerlere dönüşen sonuçları verir. Bu veriler ise aşağıdaki gibi Eşitlik (3.4) yardımı ile hesaplanır.

$$\text{Sıcakta Çekme (\%)} = (L_0 - L_1) / L_1 \times 100 \quad (3.4)$$

L_0 = İlk boy

L_1 = Son boy

Son boy ölçümünün ardından, sıcakta çekme testi uygulaması son bulmuş olur ve test sonucu cihaz bilgisayarı tarafından hesaplanarak, cihaz monitöründen okunur.



(a)



(b)

Şekil 3.7. (a) Kıvrım büzülmesi ve sıcakta çekme test cihazı (b) Magazin

3.2.1.8. İplik Karışım Oranı(Kantitatif Analiz)Tayini

TS EN ISO 1833-12 ‘‘Kantitatif kimyasal analizler-Bölüm 12; Akrilik bazı modakrilik, bazı klorolifler, bazı elastanlar ve bazı diğer liflerin karışımı (dimetilformamid kullanılan yöntem)’’standardı esas alınarak çalışmada kullanılan numunelerin tek kat iplik formunda karışım oranları doğrulanmıştır. CV/PAN

karışımı 90-100 °C’de (1 gram numune için 250 ml su içerisinde 100 ml Dimetil Formamid çözeltisi içerisinde) 1 saat bekletilmiştir. Akrilik elyafının çözöldüğü görölmüştür. Çözünmeyen kısım için ise hesaplama yapılarak karışım oranı elde edilmiştir. TS EN ISO 1833-11 ‘‘Tekstil- Kantitatif kimyasal analizler-Bölüm 11; Selöloz ve polyester liflerin karışımı (sölfirik asit kullanılan yöntem) standardı esas alınarak viskon elyafının oranı doğrulanmıştır. 50 ±5 °C’de %75’lik Sölfirik asit çözeltisi ile 10 dk’da bir kapalı bir beherde çalkalanarak 30 dk muamele edilmiştir.

3.2.2. Halıya Uygulanan Testler

Çalışmada üretilen halı numunelerine testler uygulanmadan önce TS EN ISO 139: 2008- ‘‘Tekstil-Kondisyonlama ve deneyler için standart atmosfer şartları’’ standardına göre 24 saat süreyle kondisyonlanmıştır.

3.2.2.1. İlme Çıkarma Kuvveti Tayini

TS 5145 ‘‘Halılarda ilme çıkarma kuvveti tayini’’ standardı esas alınarak halıda bulunan ilmeğin dayanımı belirlemek için yapılmaktadır. İlme çıkarma kuvveti; halıda ilmeğin bir ucundan kavrayarak çıkarmak ve çıkarılma sırasında ki en büyük kuvvettir. İlme halkasının bir ucu pense sıkıştırılarak aletin dik doğrultuda olacak şekilde kavraması sağlanır ve baskı ayağı yardımıyla sabitlenen numuneden ölçüm alınır. Her halı numunesinden 10 ölçüm alınmıştır. Okunan en büyük değerler kaydedilmiştir ve ortalama ilme mukavemet değerı gf (cN) cinsinden hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan Wira ilme çıkarma cihazı Şekil 3.8.’de görölmektedir.



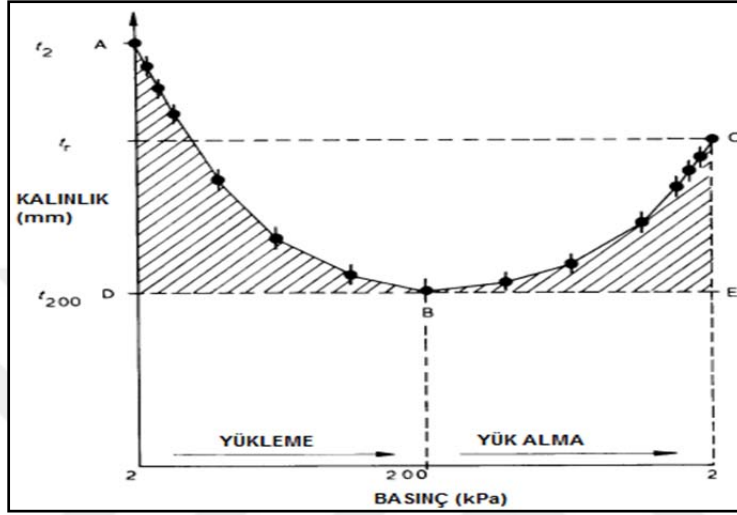
Şekil 3. 8. WIRA ilmek çıkarma kuvveti cihazı (Güneşoğlu, 2017)

3.2.2.2. Sıkıştırılabilirlik ve Rezilyans Tayini

Halı numunelerinin sıkıştırılabilirlik ve rezilyans değerlerinin tespiti “BS 4098: 1975 Method for the determination of thickness, compression of recovery characteristics of textile floor coverings standardı” esasına göre yapılmıştır. Toz alma işlemi uygulanan her bir numune tipinden 100x100 mm ebadında numuneler elde edilmiştir. Bu numunelerden 5'er ölçüm alınmıştır. Halı numunesi Şekil 3.10.'da görüldüğü üzere baskı ayağına yerleştirilmiştir. 2 kPa ağırlık (standart halı kalınlık ölçümü) altındaki kalınlık ölçümünden sonra 30 saniye aralıklarla üzerine sırasıyla 5, 10, 20, 50, 100, 150 ve 200 kPa ağırlıklar konur (yükleme) ve her ağırlık eklendiğinde kalınlık ölçümü tekrarlanmıştır. Ardından işlem tersine çevrilerek; 30 saniye aralıklarla ağırlıklar geri alınmıştır (yük alma) ve her ağırlık kaldırıldığında kalınlık ölçümü yapılmıştır. Eşitlik (3.5)'de belirtilen formül kullanılarak sıkıştırma işi (J/m^2), Eşitlik (3.6)'da belirtilen formülle geri dönen iş (J/m^2), Eşitlik (3.7)'de belirtilen formüle göre iş geri dönüş (%), Eşitlik (3.8) de belirtilen formüle göre sıkıştırma geri dönüş (%) hesaplanmıştır.

Burada t_2 , 2 kPa basınç altındaki ilk kalınlığı, t_5 , 5 kPa, t_{10} , 10 kPa, t_{20} , 20 kPa, t_{50} , 50 kPa, t_{100} , 100 kPa ve t_{200} , 200 kPa, basınç altındaki kalınlık birimini

(mm) ifade eder. Şekil 3.9.' da gösterildiği gibi sıkıştırma işi (J/m^2); ABD grafiğinin altında kalan alan iken, geri dönen iş (J/m^2) BCE alanı ile ifade edilir.



Şekil 3.9. Tekstil zemin kaplamaları için karakteristik Kalınlık-Basınç eğrisi (BS 4048:1975)

$$\text{Sıkıştırma işi } (J/m^2) = (1.5t_2 + 4t_5 + 7.5t_{10} + 20t_{20} + 40t_{50} + 50t_{100} + 150t_{150} - 173t_{200}) \quad (3.5)$$

$$\text{Geri dönen iş } (J/m^2) = (1.5t_2 + 4t_5 + 7.5t_{10} + 20t_{20} + 40t_{50} + 50t_{100} + 150t_{150} - 173t_{200}) \quad (3.6)$$

$$\text{Sıkıştırma geri dönüş } (\%) = (t_r - t_{200} / t_2 - t_{200}) \times 100 \quad (3.7)$$

Burada;

t_2 ; 2 kPa basıncındaki başlangıç kalınlığıdır (A)

t_{200} ; 200 kPa basınçta sıkıştırılmış kalınlıktır (B)

t_r ; 200 kPa (B) yük alındıktan sonra, 2 kPa yük altındaki (C) kalınlıktır.

$$\text{İş geri dönüş } (\%) = (\text{Sıkıştırma işi} / \text{Geri dönen iş}) \times 100 \quad (3.8)$$

Test sonrası Şekil 3.10.'da %100 PAN numunenin yükleme ve yük alma sonrasındaki durumu gösterilmektedir.



Şekil 3.10. %100 PAN numunenin yükleme ve yük alma sonundaki görünümü



Şekil 3.11. SDL Dijital kalınlık ölçme cihazı

3.2.2.3. Dinamik Yük Altında Kalınlık Kaybının Tayini

Çalışmada kullanılan halı numunelerin dinamik yük altındaki davranışı "TS 3375 ISO 2094 Tekstil Yer Döşemeleri-Dinamik Yük Altında Kalınlık Kaybının Tayini Standardı" esasına göre tespit edilmiştir. Bu test halı üzerinde yürümenin simülasyonu olarak uygulanmaktadır. Her halı numunesinden 6 adet test numunesi alınmıştır. İlk kalınlık ölçüldükten sonra halı numuneleri test cihazının sıkıştırma plakasına yerleştirilir ve numune üzerine öne ve arkaya hareket edecek şekilde 50,

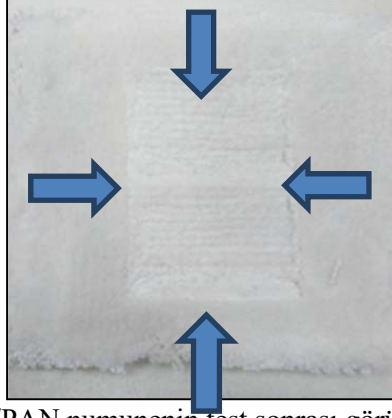
100, 200 ve 1000 darbeler uygulanarak (yürüme hareketi / darbe) sonrasındaki kalınlık değışimleri Eşitlik (3.9)'a göre hesaplanmıştır. Şekil 3.13'de %50/50 CV/PAN numunenin işlem sonrası görünümü belirtilmiş olup kullanılan cihaz ise Şekil 3.12.'de belirtilmiştir.

$$\text{Kalınlık Kaybı (\%)} = \frac{h_{(i)} - h_{(1000)}}{h_i} \times 100 \quad (3.9)$$

Buradaki h_i numuneden alınan ilk kalınlık olup, h_{1000} 1000 darbe sonra elde edilen kalınlığı ifade etmektedir.



Şekil 3.12. WIRA dinamik yükleme cihazı
(<http://www.wira.com/media/other/37656/WiraDynamicLoading.pdf>)



Şekil 3. 13. %50/50 CV/PAN numunenin test sonrası görünümü

3.2.2.4. Kısa Süreli Statik Yüklemeden Sonra Kalınlık Kaybı Tayini

Numunelerin kısa süreli statik yüklemeden sonraki kalınlık kaybı tayini “TS 3378 Tekstil Yer Döşemeleri- Makine Yapısı- Orta Ölçüde, Kısa Süreli Statik Yüklemeden Sonra Kalınlık Azalması Tayini Standardı” esasına göre tespit edilmiştir. Bu standartla makine yapısı tekstil yer döşemelerinde kısa süreli statik bir (iskemle ayağının kısa sürede yaptığı basıncın benzeri) yüklemeden sonra kalınlık azalmasının tayini metodunu kapsar. Her halı numunesinden 3’ er adet test numunesi alınmıştır. Şekil 3.14.’de gösterilen cihaz $2 \text{ kPa} \pm 0,2 \text{ kPa}$ ’lık standart basınçta ilk kalınlığı ve 2 saatte 220 kPa ’lık basınç uygulandıktan sonra ve belirli dinlendirilme sürelerinden sonra kalınlıkları ölçülerek tayin edilmiştir. İlk kalınlık, yük kaldırıldıktan 15 dk, 30 dk ve 60 dk sonraki değerler alınır ve kalınlık kaybı Eşitlik (3.10)’de belirtilen formül kullanılarak hesaplanmıştır. Halı kalınlığındaki geri dönüş (rezilyans) ise yüzde olarak Eşitlik (3.11)’de belirtilen formül kullanılarak hesaplanmıştır. Buradaki h_i numuneden alınan ilk kalınlık olup, h_0 2 saat sonra yük kaldırıldıktan sonra alınan kalınlık, h_{60} ise 2 saat yük kalktıktan 60 dakika dinlenmeden sonra alınan kalınlık ölçümüdür. Kalınlık kaybı ve rezilyans birimi % olarak ifade edilmektedir.

$$\text{Kalınlık Kaybı (\%)} = \frac{h_i - h_o}{h_i} \times 100 \quad (3.10)$$

$$\text{Rezilyans (\%)} = \frac{h_{60} - h_o}{h_i - h_o} \times 100 \quad (3.11)$$



Şekil 3.14. WIRA statik yükleme cihazı
(<http://www.wira.com/media/other/37656/WiraStaticLoading.pdf>)

3.2.2.5. Uzun Süreli Statik Yükleme Sonrası Kalınlık Kaybı Tayini

Numunelerin Uzun süreli statik yüklemekten sonraki kalınlık kaybı "TS 7578 Tekstil yer döşemeleri-Uzun süreli statik yüklemekten sonra kalınlık kaybı tayini Standardı" esasına göre tespit edilmiştir. Her halı numunesinden 3'er adet test numunesi alınmıştır. Cihaz 2kPa± 0,2 kPa'lık standart basınçta ilk kalınlığı ve 24 saatte 700 kPa'lık basınç uygulandıktan sonra ve belirli dinlendirilme sürelerinden sonra kalınlıkları ölçülerek tayin edilmektedir. 24 saat yük kaldırıldıktan hemen sonraki kalınlık, 1 saat dinlendirildikten sonraki ve 24 saat dinlendirildikten sonraki kalınlık değerleri alınmıştır. Kalınlık kaybı

Eşitlik (3.12)'de belirtilen formül kullanılarak hesaplanmıştır, halı kalınlığındaki geri dönüş (rezilyans) ise yüzde olarak Eşitlik (3.13)'de belirtilen formül kullanılarak hesaplanmıştır. Buradaki h_i numuneden alınan ilk kalınlık olup, h_o yük kalktıktan hemen sonraki kalınlık, h_{24} ise yük kalktıktan 24 saat

sonraki kalınlık ölçümüdür. Kalınlık kaybı ve rezilyans birimi % olarak ifade edilmektedir.

$$\text{Kalınlık Kaybı (\%)} = \frac{h_i - h_o}{h_i} \times 100 \quad (3.12)$$

$$\text{Rezilyans (\%)} = \frac{h_{24} - h_o}{h_i - h_o} \times 100 \quad (3.13)$$

3.2.2.6. Halıların Tozuma Derecelerinin Tayini

Çalışmada kullanılan halı numunelerin görünüşteki değişiklikleri Şekil 3.15.'de gösterilen cihaz kullanılarak poliüretan hekzapod aparat “DD ISO/PAS 11856:2003 Textile floor coverings-Test methods for determination of fibre bind” Standardı esasına göre tespit edilmiştir. 940x200 mm ebadında 470x200 mm makine yönünde (MD), 470x200 mm makine zıt yönde (CD) olacak şekilde numuneler alınmıştır. Tozuma derecesinin belirlenmesi ve toz alma işlemin etkinliğinin belirlenebilmesi amacıyla toz alma işlemi uygulanan ve uygulanmayan numunelere aynı şartlarda test yapılmıştır.

Toz alma işlemi uygulanan ve uygulanmayan numuneler makine tamburu içine MD ve CD yönünde olacak şekilde, poliüretan malzeme olan hekzapod aparat ile birlikte yerleştirilir. Ardından tambur 12000 tur (15 dakikada bir ileri ve tersi yönünde) döndürülür, 2000 turda bir hekzapod çıkartılır. Halı numunesine fırça yardımı ile (tüm numunelerde aynı koşullarda olacak şekilde) tarama işlemi yapılır ve çıkan toz (lifler) hassas terazide tartılır. Tozuma (lif kaybı) miktarı olarak kaydedilir. 12000 tur sonrası tüm numunelerin ebatları ölçülerek kaydedilir. Sonrasında ise “TS 7576 ISO 8543 Tekstil yer döşemeleri- Kütle tayin Metotları” standardına göre birim alandaki halı kütlesi (gr/m^2) ve hav kütlesi (gr/m^2) tespit edilir. Daha sonrasında ise Eşitlik (3.14) ve Eşitlik (3.15)'da belirtilen formüller kullanılarak tozuma ağırlığı m_1 (gr/m^2) ve tozuma derecesi I (%) tespit edilir.



Şekil 3. 15. a) Wira Hekzapod test cihazı, b) Numune yerleşimi
(<http://www.wira.com/media/other/37656/WiraHexapod2011.pdf>)

$$\text{Tozuma Ağırlığı}(\text{gr}/\text{m}^2) \mathbf{m_1} = \mathbf{m}/(\mathbf{a*b})*100 \quad (3.14)$$

$$\text{Tozuma } (\%) \mathbf{I} = \mathbf{m_1/m_2}*100 \quad (3.15)$$

Burada;

- $a*b$: Ölçülen numune ebadı (cm*cm)
- m : Tozuma (lif kaybı) miktarı (gr)
- $\mathbf{m_1}$: Tozuma ağırlığı(gr/m²)
- $\mathbf{m_2}$: Hav ağırlığı (gr/m²)
- I : Tozuma (%) ‘dır.

3.3. Kullanılan İstatistiksel Analiz Programı

Tez çalışmasında elde edilen sonuçların değerlendirilmesi amacı ile kullanılan istatistiksel analiz metodu genel lineer analiz yöntemlerinden “ANOVA” analiz metodudur. Genel lineer model analizi ile bağımlı değişkendeki toplam değişimi açıklamada faktörlerin katkısının istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı tespit edilmektedir. ANOVA testiyle hangi faktörün bağımlı değişken üzerinde anlamlı bir etkisi olup olmadığı tespit edilir. Anova analizi; tek kat ve

katlı ipliklerin özelliklerinin, tozuma uygulanan ve uygulanmayan halı numunelerinin sonuçlarının daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesi için yapılmıştır.

Tek kat ve katlı iplikler için bağımsız değişkeni ‘karışım oranı’ faktörü oluştururken bağımlı değişkenler ise sırasıyla; iplik kopma mukavemeti, kopma uzaması, iplik düzgünsüzlüğü, iplik hataları, iplik tüylülüğü, kıvrım büzülmesi ve sıcakta çekme değerleridir.

Toz alma işlemi uygulanmış numuneler için bağımsız değişkeni ‘karışım oranı’ faktörü oluştururken, bağımlı değişkenler sırasıyla; dinamik kalınlık kaybı, dinamik kalınlık kaybı yüzde, uzun süreli statik kalınlık kaybı, uzun süreli statik rezilyans, kısa süreli statik kalınlık kaybı kısa süreli statik rezilyans, iç hav ilme çıkarma kuvveti (grf), dış hav ilmek çıkarma kuvveti (grf), sıkıştırma işi (%), geri dönen iş (j/m^2), iş geri dönüş (%), sıkıştırma geri dönüş (%) değerleridir.

Toz alma işlemi uygulanan ve uygulanmayan numuneler için bağımlı değişken ‘karışım oranı’ faktörü oluştururken, bağımsız değişken ise ‘toz alma işlemi’dir. Bu karşılaştırmalar sonucunun gözlemlenen farklılıkların anlamlı olup olmadığını belirlemek için ANOVA sonuçları çıktıları incelenmiştir.

Yukarıda prensibi verilen istatistiksel analiz modeline göre SPSS 15.0 paket programında analiz edilerek bulunan test sonuçları, $p=0,05$ anlamlılık düzeyinde irdelenmiştir. Diğer önemli parametre ise kurulan modelde yer alan bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni ne kadar açıkladığını ifade eden R^2 değeridir ve bu değer yüzde olarak ifade edilmektedir. R^2 değerinin 1’e yakın olduğu durumda değişkenler yardımıyla tahminlenen bağımlı değişkeninin tahmin edilen değeri ile gerçek değeri arasında uyumun iyi olduğunu ifade etmektedir. R^2_{adj} . (Uyarlanmış R^2) değerinin model seçiminde göz önüne alınması gerekmektedir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında Ne 18/1 lineer yoğunluktaki tek katlı iplikler katlanarak Ne 18/4 doğrusal yoğunlukta farklı elyaf karışım oranlarında (%100/0,%80/20,%50/50,%20/80,%0/100) CV/PAN iplikler ring eğirme sisteminde üretilmiştir. Bu ipliklerden aynı üretim koşullarında halı numuneleri dokunmuştur. İplik ve halı numunelerine bazı kimyasal ve fiziksel testler uygulanmıştır. Testlere başlanmadan önce tüm numuneler standart ortam koşullarında (20°C ±2 sıcaklıkta ve %65 ±2 bağıl nemde) iklimlendirilmiştir.

Ne 18/1 iplik numunelerinin kalite özelliklerini belirlemek amacıyla iplik numara tespiti, büküm miktarı tespiti, mukavemet, kopma uzaması ve kuvveti tespiti, iplik hataları, tüylülük tespiti gerçekleştirilmiştir. Ne 18/4 iplik numunelerinde ise iplik numara tespiti, büküm miktarı tespiti, mukavemet, kopma uzaması ve kuvveti tespiti, iplik hataları, tüylülük tespiti, kıvrım büzülmesi, sıcakta çekme testi ve kantitatif ölçümler gerçekleştirilmiştir. İplik kalite özelliklerini belirlemek ve halı performansı üzerindeki etkilerini belirleyebilmek amacıyla bu testlere ihtiyaç duyulmuştur.

Çalışmada toz alma işlemi uygulanan ve uygulanmayan halı numunelerine hezapod cihazı kullanılarak yapılan test, toz alma işleminin ve karışım oranının tozuma derecesi üzerindeki etkisini incelenmek amacı ile yapılmıştır. İpliklerin özelliklerini ve halı numunelerinin performans özelliklerini tespit etmek, karışım oranının ve toz alma işleminin tozuma dereceleri üzerindeki etkilerini görebilmek için uygulanan testlerle ilgili açıklamalar ve sonuçlar ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

Bununla birlikte toz alma işlemi uygulanan halı numunelerine dinamik yük altında kalınlık kaybı, uzun süreli ve kısa süreli statik yük altında kalınlık kaybı ve rezilyans testi, ilmek çıkarma kuvveti testleri yapılarak, iplik karışım oranlarının kullanım sonrasında ne tür bir etkiye sebep olacağını tespit edebilmek, kullanım

performansı açısından en uygun karışım oranını belirleyebilmek amacıyla yapılmıştır.

4.1. İplik Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Daha önce de bahsedildiği üzere tek kat ve katlı ipliğin kalite özellikleri halı performans özelliklerine direkt etki etmektedir. Çizelge 4.1.'de tek kat ipliklere uygulanan testler sonucu elde edilen iplik özellikleri bulunmakta olup katlı ipliklerin özellikleri ise Çizelge 4.2'de belirtilmiştir. Uygulanan tüm testler ve sonuçları ayrıntılı olarak ilgili bölümlerde incelenmiştir.

Çizelge 4. 1. Tek kat iplik özellikleri

Hammadde	%100 CV	%80/20 CV/PAN	%50/50 CV/PAN	%20/80 CV/PAN	%100 PAN
İplik numarası (Ne)	17,70	17,77	17,76	17,80	18,12
Büküm Sayısı (Tur/m)	568	569	556	567	574
Büküm Yönü	Z	Z	Z	Z	Z
Kopma Muk.(cN/tex)	15,348	15,902	15,7	16,28	20,36
Kopma Uzaması (%)	15,3	15,652	16,432	18,33	18,548
Düzgünsüzlük(%CVm)	8,17	7,31	7,32	7,21	8,75
İnce yer (-%50)	2	0	0	2	0
Kalın yer (+%50)	11	2	7	1	3
Neps (+%200)	14	3	7	2	2
Tüylülük (Uster® H)	2,9	3,27	3,04	4,23	11,29
Karışım Oranı (%)	%100	%25 /75	%51,4 /48,6	%80,9 /19,1	%100

Çizelge 4. 2. Katlı iplik özellikleri

Hammadde	%100 CV	%80/20 CV/PAN	%50/50 CV/PAN	%20/80 CV/PAN	%100 PAN
İplik Numarası (Ne)	4,34	4,36	4,34	4,37	4,54
Büküm sayısı	312	314	319	328	310
Büküm Yönü	S	S	S	S	S
Kopma Muk. (cN/tex)	17,08	17,11	16,77	17,7	22,32
Kopma Uzaması (%)	25,9	19,36	21,68	28,8	27
Düzgünsüzlük (%CVm)	6,67	5,17	5,64	6,07	6,27
İnce yer (-%50)	0	0	0	0	0
Kalın yer (+%50)	0	0	0	0	0
Neps (+%200)	0	0	0	0	0
Tüylülük (Uster® H)	5,32	4,46	4,11	4,82	4,99
Kıvrım büzülmesi değeri (%)	1,9	2,13	2,25	2,29	2,30
Sıcakta çekme (%)	1,06	1,25	1,28	1,04	0,34

4.1.1. İplik Numarası ve İplik Bükümü Ölçüm Sonuçları

Çalışma kapsamında kullanılan Ne 18/1 ipliklerden elde edilen ve sonrasında katlama yapılarak Ne 18/4 farklı karışım oranlarına sahip (%100/0, %80/20, %50/50, %20/80, %0/100) CV/PAN konvansiyonel ring iplikler üretilmiştir. Bu ipliklerin numaralarının gerçek ölçümü, iplik kopma mukavemetini, kopma uzamasını, iplik kıvrım büzülmesi ve sıcakta çekme oranlarını tespit etmek için gerekli olduğundan yapılmıştır.

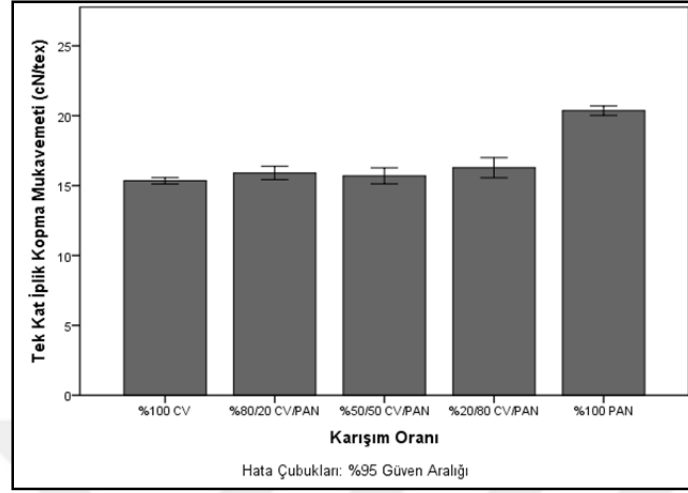
Çizelge 4.1’de tek kat ipliğin, Çizelge 4.2’de ise katlı ipliğin ortalama iplik numaraları ve büküm sayıları belirtilmiştir. Standart tek kat iplik numarasının Ne 18/1, katlı ipliğin ise Ne 4,5 olması gerekmektedir. %100 PAN iplik numarasının bu değere en yakın değere sahip olduğu görülürken diğer ipliklerin %2-3 aralığında daha yüksek numarada olduğu tespit edilmiştir. Bu değerler yapılan piyasa araştırmasında, kullanılan ipliklerin numaralarının ± 5 olarak tolere edilebildiğini, bu değerlerin ise kabul edilebilir değerler aralığında olduğunu göstermektedir. %100 CV ipliğinin numaralarının yüksek çıkmasının sebebi CV’nin özgül

ağırlığının PAN elyafından yüksek olması, CV elyafının PAN elyafına göre nem alabilme oranının daha yüksek olması gibi nedenlerle açıklanabilir.

Üretilen tek katlı ve katlı ipliklerin büküm değerleri Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2 'de belirtilmiştir. Her bir bobinden 10'ar ölçüm alınmış olup bu değerlerin ortalamaları verilmiştir. Standart değerlere göre ölçülen değerler arasındaki farkın %3-4 oranında olduğu tespit edilmiştir. Tek katlı ipliklerde en yüksek büküm değerinin %100 PAN ipliğinde olduğu görülse de diğer ipliklerin büküm değerlerinin de %100 PAN ipliğine yakın olduğu görülmüştür. İpliklerin katlanması durumunda ise %20/80 CV/PAN ipliklerde büküm değerinin en fazla olduğu görülmüştür. Bu durum aynı makinede yapılan bükümler için iğler arası varyasyon olduğu şeklinde açıklanabilir. Ölçülen bu değerler diğer bir ifade ile ± 50 tur/metre aralığındadır. İpliklerin büküm değerlerinin kabul edilebilir değerler içerisinde olduğu görülmüştür. Üretiminde bu sınırlar doğrultusunda yapıldığı tespit edilmiştir.

4.1.2. İplik Kopma Mukavemeti ve Kopma Uzaması Ölçüm Sonuçları

Tek katlı ipliklerin kopma mukavemeti ve kopma uzaması testlerinin sonuçları Çizelge 4.1'de gösterilmektedir. Kopma mukavemeti değerleri cN/tex, kopma uzaması değerleri ise (%) olarak verilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlar her bir bobinden 5'er ölçüm alınarak elde edilen ölçümlerin ortalamasıdır. Tek kat ipliklerin kopma mukavemet değerleri için %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile beraber sütun grafiği üzerinde Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde CV lifinin iplik içerisindeki oranı arttığında kopma mukavemetinde düşüşler meydana gelmektedir. En yüksek mukavemet değerinin %100 PAN ipliğinde olduğu görülmektedir. Çizelge 3.1'de verilen elyaf kopma mukavemeti değerlerine paralel bir sonuçla karşılaşılmaktadır. Bu durumda %100 PAN ipliğinin kopma mukavemetinin diğer ipliklerden fazla olması beklenen bir sonuçtur.



Şekil 4.1. Tek kat iplik kopma mukavemeti (cN/tex) sütun grafiği

Kopma mukavemet değerinin en yüksek %100 PAN iplik için elde edilmesi literatür ile uyumluluk göstermektedir (Mengüç, 2016). Minimum mukavemet değerinin elde edildiği %100 CV içeren iplikler, %100 PAN ile karşılaştırıldığında, üzerlerine uygulanan kuvvete %30,78 oranında daha az direnç göstermektedir.

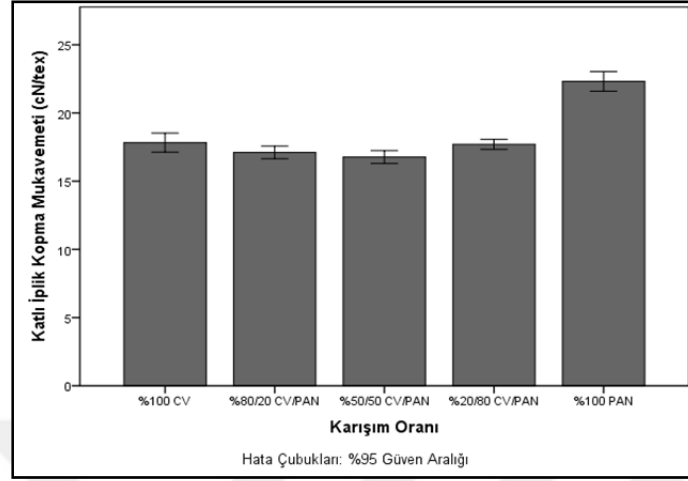
Bağımsız değişkeni oluşturan karışım oranının tek kat ipliklerin kopma mukavemeti değerleri üzerindeki etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.3’de verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen R^2 değeri %96,4 iken uyarlanmış R^2 değerinin %95,7 olması tek kat iplik mukavemetiyle bağımsız değişken olan karışım oranının arasındaki ilişkiyi yüksek doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.

Çizelge 4. 3. Tek kat iplik kopma mukavemeti için ANOVA sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	0,852 ^a	4	0,213	133,355	0,000
Sabit	69,873	1	69,873	43758,615	0,000
Karışım Oranı	0,852	4	0,213	133,355	0,000
Hata	0,032	20	0,002	--	--
Toplam	70,757	25	--	--	--
Düzeltilmiş Toplam	0,884	24	--	--	--
a. R Kare = 0,964 (Uyarlanmış R Kare= 0,957)					

Tek kat iplik kopma mukavemeti için ANOVA verileri incelendiğinde karışım oranının, kopma mukavemeti üzerindeki etkisi 133,335 gibi yüksek F değeri olduğu görülmektedir. Diğer bir ifade ile karışım oranı %95 güven aralığında $p < 0,05$ olan tek kat kopma mukavemeti değişkeni üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahiptir.

Katlı ipliklerin kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerleri ise Çizelge 4.2’de verilmiştir. Bu değerler her bir bobinden 5’er ölçüm alınarak elde edilen ölçümlerin ortalamasıdır. Katlı ipliklerin kopma mukavemet değerleri %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile beraber sütun grafiği üzerinde Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 2. Katlı iplik kopma mukavemeti (cN/tex) sütun grafiği

Şekil 4.2 incelendiğinde %100 PAN ipliklerin tek katlı ipliklerde olduğu gibi kopma mukavemet değerinin en yüksek olduğu görülmektedir. Minimum kopma mukavemet değeri ise %50/50 CV/PAN ipliklerdedir. %100 PAN ile karşılaştırıldığında, uygulanan kuvvete %31,35 oranında daha az direnç göstermektedir. Minimum mukavemet değerinin %100 CV ipliğinde değil de, %50/%50 CV/PAN ipliğinde elde edilmesi, karışımdaki CV oranının artmasının yanında, CV ve PAN elyafının arasındaki uyumsuzluktan ve büküm varyasyonundan kaynaklandığını göstermektedir. Katlama işlemi sonrasında tüm ipliklerin kopma mukavemeti değerlerinde artış görülmüştür.

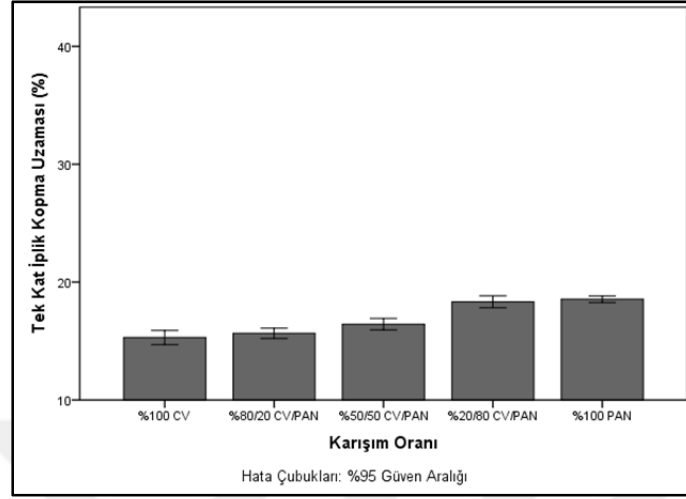
Bağımsız değişkeni oluşturan karışım oranının katlı ipliklerin kopma mukavemeti değerleri üzerindeki etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.4’de verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen R^2 değeri %96,2 iken uyarlanmış R^2 değerinin %95,4 olması katlı iplik mukavemetiyle bağımsız değişken olan karışım oranının arasındaki ilişkiyi yüksek doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.

Çizelge 4.4. Katlı iplik kopma mukavemeti için ANOVA sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	1,024 ^a	4	0,256	125,336	0,000
Sabit	84,140	1	84,140	41180,628	0,000
Karışım Oranı	1,024	4	0,256	125,336	0,000
Hata	0,041	20	0,002	--	--
Toplam	85,205	25	--	--	--
Düzeltilmiş Toplam	1,065	24	--	--	--
a. R Kare = 0,962 (Uyarlanmış R Kare= 0,954)					

Katlı iplik kopma mukavemeti için ANOVA verileri incelendiğinde karışım oranının, kopma mukavemeti üzerindeki etkisi 125,336 gibi yüksek F değerine sahip olduğu görülmektedir. Diğer bir ifade ile karışım oranı %95 güven aralığında $p < 0,05$ olan katlı iplik kopma mukavemeti değişkeni üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. ($p=0,000$)

Tek kat ipliklerin kopma uzaması değerleri %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile beraber sütun grafiği üzerinde Şekil 4.3’de gösterilmiştir. En yüksek kopma uzaması değeri %100 PAN ipliklerde görülmüştür. Minimum kopma uzaması ise %100 CV ipliklerde görülmüştür. Bu değerler Çizelge 3.1’de verilen elyaf kopma uzaması değerleri ile paralellik göstermektedir. Çizelge 4.1 ‘de verilen değerlere göre %100 CV iplikler, %100 PAN ipliklere göre uygulanan aynı kuvvetle %17,71 daha az uzama eğiliminde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.3. Tek kat ipliklerin kopma uzaması (%) sütun grafiği

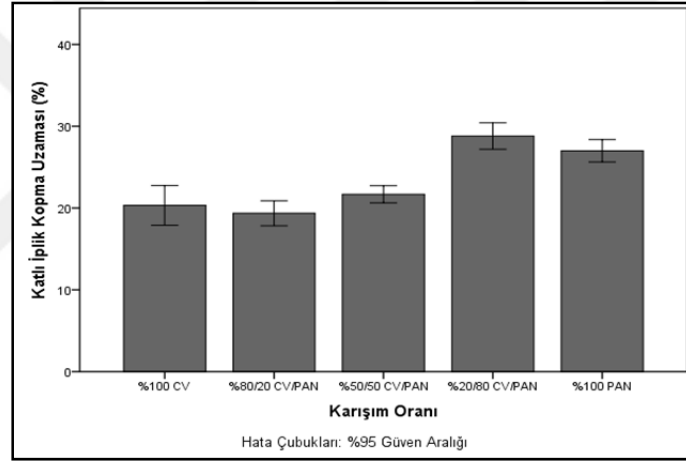
Bağımsız değişkeni oluşturan karışım oranının tek kat ipliklerin kopma uzaması değerleri üzerindeki etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.5’de verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen R^2 değeri %94 iken uyarlanmış R^2 değerinin %92,8 olması tek kat iplik kopma uzaması ile bağımsız değişken olan karışım oranının arasındaki ilişkiyi yüksek doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.

Çizelge 4.5. Tek kat iplik kopma uzaması için ANOVA sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	45,430 ^a	4	11,358	77,833	0,000
Sabit	7100,085	1	7100,085	48656,711	0,000
Karışım Oranı	45,430	4	11,358	77,833	0,000
Hata	2,918	20	0,146	--	--
Toplam	7148,433	25	--	--	--
Düzeltilmiş Toplam	48,348	24	--	--	--

a. R Kare = ,940 (Uyarlanmış R Kare= ,928)

Tek kat iplik kopma uzaması için ANOVA verileri incelendiğinde karışım oranının, kopma uzaması üzerindeki etkisine göre 77,833 olan F değerine sahip olduğu görülmektedir. Diğer bir ifade ile karışım oranı %95 güven aralığında $p < 0,05$ olan tek kat iplik kopma uzaması değişkeni üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir ($p = 0,000$). Katlı ipliklerin kopma uzaması değerleri, varyans analiz sonuçlarına göre %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile beraber sütun grafiği üzerinde Şekil 4.4.'de gösterilmiştir. En yüksek kopma uzaması değeri %20/80 CV/PAN ipliklerde, minimum kopma uzaması ise %80/20 CV/PAN ipliklerde görülmüştür.



Şekil 4.4. Katlı ipliklerin kopma uzaması (%) sütun grafiği

Bağımsız değişkeni oluşturan karışım oranının katlı ipliklerin kopma uzaması değerleri üzerindeki etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.6.'da verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen R^2 değeri %90,8 iken uyarlanmış R^2 değerinin %89 olması katlı iplik kopma uzaması ile bağımsız değişken olan karışım oranının arasındaki ilişkiyi yüksek doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.

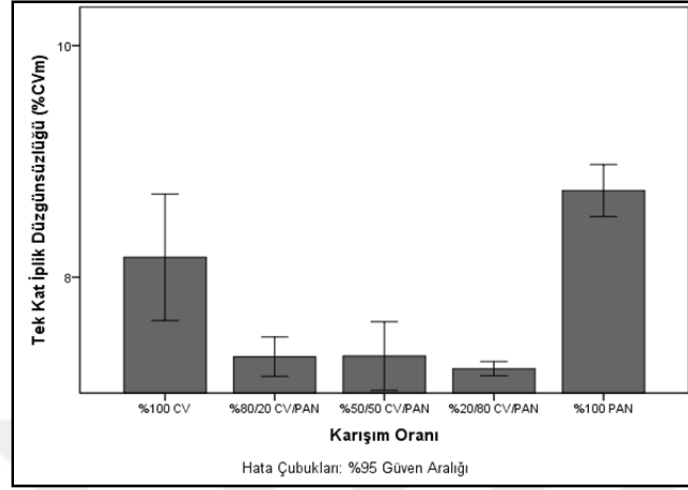
Çizelge 4.6. Katlı iplik kopma uzaması için ANOVA sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	354,406 ^a	4	88,602	49,432	0,000
Sabit	13726,466	1	13726,466	7658,149	0,000
Karışım Oranı	354,406	4	88,602	49,432	0,000
Hata	35,848	20	1,792	--	--
Toplam	14116,720	25	--	--	--
Düzeltilmiş Toplam	390,254	24	--	--	--
a. R Kare = 0,908 (Uyarlanmış R Kare= 0,890)					

Katlı iplik kopma uzaması için ANOVA verileri incelendiğinde karışım oranının, kopma uzaması üzerindeki etkisine göre 49,432 olan F değerine sahip olduğu görülmektedir. Diğer bir ifade ile karışım oranı %95 güven aralığında $p < 0,05$ olan katlı iplik kopma uzaması değişkeni üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir ($p = 0,000$).

4.1.3. İplik düzgünsüzlüğü (%CVm) Ölçüm Sonuçları

Tek kat iplik düzgünsüzlük değerleri, varyans analiz sonuçlarına göre %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile beraber sütun grafiği üzerinde Şekil 4.5.'de gösterilmiştir. Her bir bobine 5'er ölçüm yapılarak elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Verilen sonuçlar incelendiğinde tek kat ipliklerde en büyük düzgünsüzlük varyasyonunun %100 PAN ipliğinde olduğu görülmüştür. %20/80 CV/PAN ipliklerde ise en düşük oranda olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.5. Tek kat iplik düzensizliği (%CVm) sütun grafiği

Bağımsız değişkeni oluşturan karışım oranının tek kat ipliklerin düzensizlik değerleri üzerindeki etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen R^2 değeri % 88,3 iken uyarlanmış R^2 değerinin % 86 olması tek katlı iplik düzensizliği ile bağımsız değişken olan karışım oranının arasındaki ilişkiyi yüksek doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.

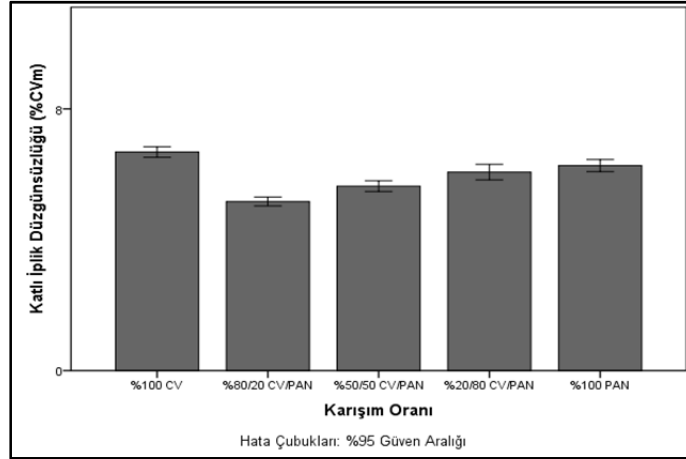
Çizelge 4.7. Tek kat iplik düzensizliği için ANOVA sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	9,203 ^a	4	2,301	37,815	0,000
Sabit	1502,648	1	1502,648	24696,728	0,000
Karışım Oranı	9,203	4	2,301	37,815	0,000
Hata	1,217	20	0,061		
Toplam	1513,068	25			
Düzeltilmiş Toplam	10,420	24			

a. R Kare = 0,883 (Uyarlanmış R Kare= 0,860)

Tek katlı iplik düzgünsüzlüğü için ANOVA verileri incelendiğinde karışım oranının, iplik düzgünsüzlüğü üzerindeki etkisine göre 37,815 olan F değerine sahip olduğu görülmektedir. Diğer bir ifade ile karışım oranı %95 güven aralığında $p < 0,05$ olan tek katlı iplik düzgünsüzlüğü değişkeni üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Katlı ipliklerin düzgünsüzlük değerleri, varyans analiz sonuçlarına göre %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile beraber sütun grafiği Şekil 4.6.'da gösterilmiştir. Çizelge 4.2.'de gösterilen %CVm verilerine bakıldığında ise tüm iplikler %6 sınırının üzerinde olduğu görülmüştür. Çizelgede verilen değerler her bir bobine 5'er ölçüm yapılarak elde edilen sonuçların ortalamasıdır. %100 PAN iplik değerlerinden %100 CV değerlerine gelene kadar lineer bir azalma görülmüştür. Düzgünsüzlüğün ipliklerdeki CV elyaf oranı arttıkça düştüğü görülmektedir. Fakat %100 CV ipliğinin düzgünsüzlük değerinin en yüksek olması, kesitten kolay uzaklaşabilen elyafların fazla olması ve numara varyasyonun fazla olması ile açıklanabilmektedir. Tek kat ipliklerin düzgünsüzlük değerleri katlama sonrası %2-3 arasında azalma eğilimi göstermiştir.



Şekil 4.6. Katlı iplik Düzgünsüzlüğü (%CVm) sütun grafiği

Bağımsız değişkeni oluşturan karışım oranının katlı iplik düzgünsüzlüğü değerleri üzerinde etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.8’de verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen R^2 değeri %94,2 iken uyarlanmış R^2 değerinin %93 olması katlı iplik düzgünsüzlüğü ile bağımsız değişken olan karışım oranının arasındaki ilişkiyi yüksek doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.

Çizelge 4.8. Katlı iplik düzgünsüzlüğü için ANOVA sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	6,772 ^a	4	1,693	80,886	0,000
Sabit	889,471	1	889,471	42493,358	0,000
Karışım Oranı	6,772	4	1,693	80,886	0,000
Hata	0,419	20	0,021	--	--
Toplam	896,662	25	--	--	--
Düzeltilmiş Toplam	7,191	24	--	--	--

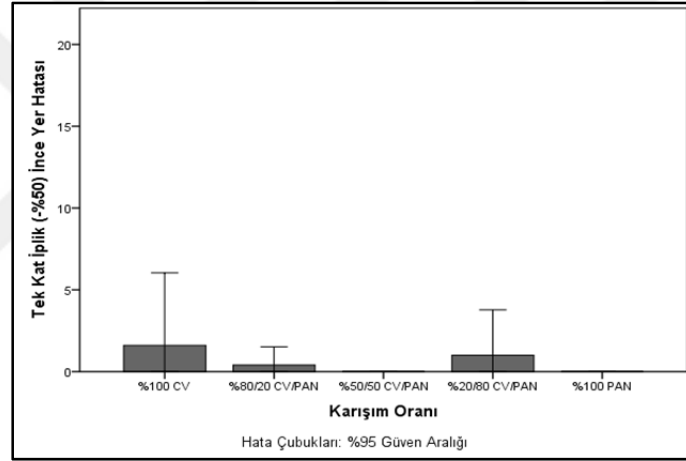
a. R Kare = ,942 (Uyarlanmış R Kare= ,930)

Katlı iplik düzgünsüzlüğü için ANOVA verileri incelendiğinde karışım oranının, iplik düzgünsüzlüğü üzerindeki etkisi 80,886 gibi yüksek F değerine sahip olduğu görülmektedir. İplik karışım oranının %95 güven aralığında $p < 0,05$ olan katlı iplik düzgünsüzlüğü değişkeni üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

4.1.4. İplik Hataları Ölçüm Sonuçları

İplik hataları ipliğin kalitesini belirleyen önemli parametrelerdendir. İplik kesitindeki kalınlaşmalar, incelmeler ve nepsler (topaklaşma) iplik hatalarını oluşturmaktadır. Her bir iplikten 1 bobine 10’ar adet ölçüm yapılarak Çizelge 4.1.’de tek katlı ipliklerin, Çizelge 4.2.’de ise katlı ipliklerin hata değerlerinin ortalamaları verilmiştir. Katlı ipliklerde ince yer, kalın yer ve neps hatalarına

rastlanmamıştır. Bunun nedeni çok katlı ipliklerde, iplik katlarının üst üste gelmesi ve büküm işlemi yapılarak bu hataların minimize edilmesidir. İnce yer hatası “-%50”, iplik kesitindeki ince yerlerin %50 veya daha azı kadar ince yerin dikkate alınarak belirlendiği ve yüzde olarak ifade edilen bir değerdir. İnce yer hatası (-%50) değerleri %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile beraber sütun grafiği üzerinde Şekil 4.7’de gösterilmiştir. Grafikten de görüleceği üzere %100 PAN ve %50/50 CV/PAN ipliklerde bu değer ‘0’ olarak görülmektedir. Diğer ipliklerde görülen değerler ise halı üretiminde kullanılacak olan iplikler için tolere edilebilmektedir.



Şekil 4.7. Tek kat iplik ince yer (-%50) hatası sütun grafiği

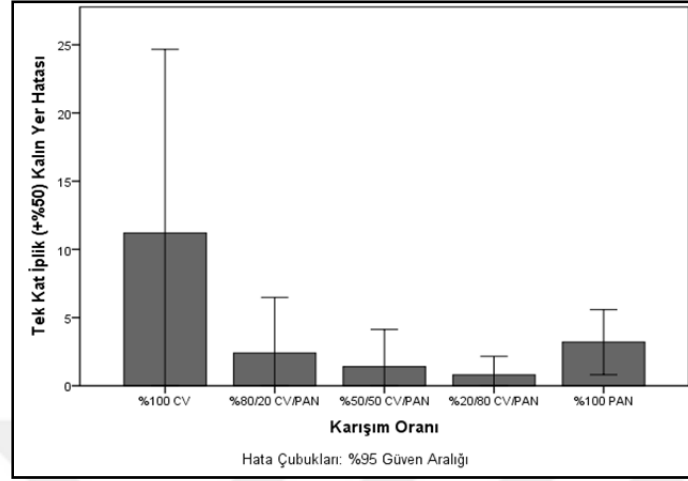
Bağımsız değişkeni oluşturan karışım oranının tek kat iplik ince yer hatası değerleri üzerinde etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.9’da verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen R^2 değeri %11,4 iken uyarlanmış R^2 değerinin -%6,3 olması tek kat iplik ince yer hatası ile bağımsız değişken olan karışım oranının arasındaki ilişkiyi doğrulamadığını ifade etmektedir.

Çizelge 4.9. Tek kat iplik ince yer hatası için ANOVA sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	9,600 ^a	4	2,400	0,645	0,637
Sabit	9,000	1	9,000	2,419	0,136
Karışım Oranı	9,600	4	2,400	0,645	0,637
Hata	74,400	20	3,720	--	--
Toplam	93,000	25	--	--	--
Düzeltilmiş Toplam	84,000	24	--	--	--
a. R Kare = 0,114 (Uyarlanmış R Kare= -0,063)					

Tek kat iplik ince yer hatası için ANOVA verileri incelendiğinde karışım oranının iplik ince yer hatası üzerindeki etkisinin 0,645 olarak düşük F değerine sahip olduğu karışım oranı %95 güven aralığında $p>0,05$ olan tek kat iplik ince yer hatası değişkeni üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olmadığını göstermiştir ($p=0,637$).

“+ %50” kalın yer hatası, iplik kesitindeki kalın yerlerin %50 veya daha fazlası kadar kalın yerin dikkate alınarak belirlendiği ve yüzde olarak ifade edilen bir değerdir. Çizelge 4.1.’de tek kat ipliklerin kalın yer değerlerinin ortalamaları verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde en yüksek %100 CV ipliğinde, en düşük %20/80 CV/PAN ipliğinde kalın yer hatasının olduğu tespit edilmiştir. Kalın yer hatası (+ %50) değerleri %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile berabersütün grafiği üzerinde Şekil 4.8.’de gösterilmiştir. Bu değerler halıda hav ipliği olarak kullanılacak olan iplikler için tolere edilebilmektedir.



Şekil 4.8. Tek kat iplik kalın yer hatası(+%50) sütun grafiği

Bağımsız değişkeni oluşturan karışım oranının tek katlı iplik kalın yer hatası değerleri üzerinde etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.10.'da verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen R^2 değeri %39,4 iken uyarlanmış R^2 değerinin %27,3 olması tek katlı iplik kalın yer hatası ile bağımsız değişken olan karışım oranı arasındaki ilişkiyi %27,3 oranında ifade ettiği görülmektedir.

Çizelge 4.10. Tek kat iplik kalın yer hatası için ANOVA sonuçları

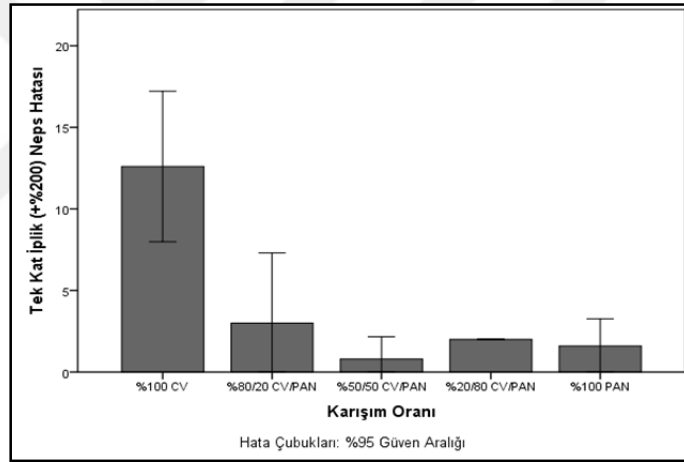
Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	359,200 ^a	4	89,800	3,249	0,033
Sabit	361,000	1	361,000	13,061	0,002
Karışım Oranı	359,200	4	89,800	3,249	0,033
Hata	552,800	20	27,640	--	--
Toplam	1273,000	25	--	--	--
Düzeltilmiş Toplam	912,000	24	--	--	--

a. R Kare = 0,394 (Uyarlanmış R Kare= 0,273)

Tek katlı iplik kalın yer hatası için ANOVA verileri incelendiğinde karışım oranının etkisinin 3,249 F değerine sahip olduğu görülmektedir. Diğer bir ifade ile

karişım oranı %95 güven aralığında $p < 0,05$ olan tek katlı iplik kalın yer hatası değışkeni üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir ($p = 0,033$).

Neps hatası (+%200) iplik kesit alanının üç katı veya daha fazla kalınlaşmaların 1 km uzunluğundaki iplikteki sayısıdır. Çalışma kapsamında neps hata değeri analizinde ‘+%200’ değeri esas alınmıştır. Neps hatası(+%50) değeri için %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile beraber sütun grafiğı Şekil 4.9.’da gösterilmiştir. Çizelge 4.1’de verilen değere göre neps hatası en yüksek değeri ile %100 CV ipliğine aittir. Neps hataları da tez çalışmasında hav ipliğı olarak kullanılan iplikler için tolere edilebilmektedir.



Şekil 4.9. Tek kat iplik neps hatası (+%200) sütun grafiğı

Bağımsız değışkeni oluşturan karişım oranının tek kat iplik neps hatası değeri üzerinde etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.11’de verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen R^2 değeri %80,5 iken uyarlanmış R^2 değeri %76,6 olması katlı iplik neps hatası ile bağımsız değışken olan karişım oranının arasındaki ilişkiyi yüksek doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.

Çizelge 4.11. Tek kat iplik neps hatası için ANOVA sonuçları

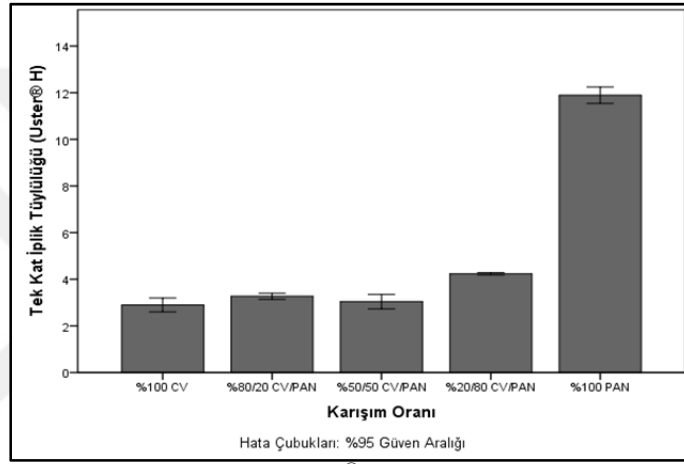
Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	474,800 ^a	4	118,700	20,608	0,000
Sabit	400,000	1	400,000	69,444	0,000
Karışım Oranı	474,800	4	118,700	20,608	0,000
Hata	115,200	20	5,760	--	--
Toplam	990,000	25	--	--	--
Düzeltilmiş Toplam	590,000	24	--	--	--
a. R Kare = 0,805 (Uyarlanmış R Kare= 0,766)					

Tek kat iplik neps hatası için ANOVA verileri incelendiğinde karışım oranının 20,608 F değerine sahip olduğu görülmektedir. Diğer bir ifade ile karışım oranı %95 güven aralığında $p < 0,05$ olan tek kat iplik neps hatası değişkeni üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

4.1.5. İplik Tüylülüğü Ölçüm Sonuçları

İplik tüylülüğü, iplik doğrusal yoğunluğu boyunca iplik yüzeyinden çıkan lif uçları olup birim iplik uzunluğundan çıkan liflerin sayısal olarak ifade edilmektedir. Tek kat ipliklerin tüylülük değerleri için %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile beraber sütun grafiği Şekil 4.10'da gösterilmiştir. Çizelge 4.1'de gösterilen tüylülük değerlerine bakıldığında %100 PAN ipliğinin %11 üzerinde bulunan tüylülük değerinin, diğer iplikler için %2-5 aralığında değiştiği görülmektedir. Grafikten de görüleceği üzere %100 CV ipliğin tüylülüğü minimum düzeydedir. Tüylülüğe etki eden iki önemli parametre bulunmaktadır. Bunlardan birincisi iplik numarası ikincisi ise ipliğe verilen bükümdür. Büküm miktarı azaldıkça ve numara kalınlaştıkça tüylülük artmaktadır (Can ve Kırtay,2003; Tanır,2007; Jeremy, 2001). Aynı koşullarda; aynı numara ve bükümde üretilen ipliklerde ise PAN elyafının CV elyaflarının kıvrımlılığından (hacimlilik) daha fazla olması ile bu durum açıklanabilmektedir.

Bağımsız değişkeni oluşturan karışım oranının tek kat iplik tüylülüğü değerleri üzerinde etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.12.'de verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen R^2 değeri % 99,7 iken uyarlanmış R^2 değerinin % 99,7 olması katlı iplik iplik tüylülüğü ile bağımsız değişken olan karışım oranının arasındaki ilişkiyi yüksek doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.



Şekil 4.10. Tek kat iplik tüylülüğü (Uster® H) sütun grafiği

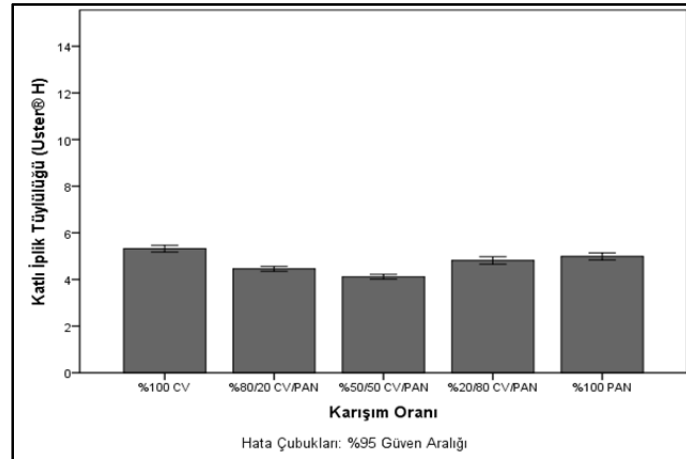
Çizelge 4.12. Tek kat iplik tüylülüğü için ANOVA sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	296,525 ^a	4	74,131	1752,928	0,000
Sabit	641,913	1	641,913	15178,834	0,000
Karışım Oranı	296,525	4	74,131	1752,928	0,000
Hata	0,846	20	0,042	--	--
Toplam	939,284	25	--	--	--
Düzeltilmiş Toplam	297,371	24	--	--	--

a. R Kare = 0,997 (Uyarlanmış R Kare= 0,997)

Tek kat iplik tüylülüğü için ANOVA verileri incelendiğinde karışım oranının 1752,928 F değerine sahip olduğu görülmektedir. Diğer bir ifade ile karışım oranının %95 güven aralığında $p < 0,05$ olan tek kat iplik tüylülüğü üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Katlı ipliklerin tüylülük değerleri, varyans analiz sonuçlarına göre %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile beraber sütun grafiği Şekil 4.11.'de gösterilmiştir. Çizelge 4.2.'de gösterilen tüylülük değerlerine bakıldığında İpliklerin tüylülük değerlerinin %4-5 arasında olduğu belirlenmiştir. Tek katlı ipliklere göre tüylülük değerlerinin katlama ile azalma göstermiştir. Katlama işlemi ile iplik kesitinden dışarıya çıkan liflerin iplik merkezine doğru ilerlemesinin sağlanmasıdır. %100 CV iplikte değer en yüksek olması ise CV elyafının kohezyon kuvvetinin PAN elyafına göre daha az olmasıdır. PAN liflerinin statik elektriklenme eğilimlerinin kimyasal yapıları gereği CV liflerden daha fazla olduğu bilinmektedir. Bu durumda metal-iplik ve iplik-iplik sürtünmesi sonucu kesitten uzaklaşan lif miktarının PAN ipliklerde yüksek olması beklenmektedir. Katlama işlemi ile tüylülük değeri tüm ipliklerde azalma eğiliminde iken PAN ipliğindeki tüylenme değerinin daha fazla azalma eğilimi göstermesi kullanılan antistatik oranının CV ipliklerden daha fazla olması ile açıklanmaktadır.



Şekil 4.11. Katlı iplik tüylülüğü (Uster® H) sütun grafiği

Çizelge 4.2’de belirtildiği üzere en çok tüylülük değeri %5,32 ile %100 CV ipliğine en düşük değer ise %50/50 CV/PAN ipliğine aittir. Ancak Şekil 4.11.’den anlaşılabilceği gibi katlı ipliklerin tüylülüğünün değişimini sadece CV oranının değişmesine bağlı olmayacağını göstermektedir. Bu durumda tüylülüğün katlama esnasında mekanik deformasyon sonucu artmış olabileceği sonucu çıkarılabilmektedir. Şekil 4.11’de görüldüğü üzere %20/80 CV/PAN yapısında çok daha düşük oranda CV içerse de %80/20 CV/PAN iplikten daha fazla tüylülük oranına sahip olduğu görülmektedir.

Bağımsız değişkeni oluşturan karışım oranının katlı iplik tüylülüğü üzerindeki etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.13’de verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen R^2 değeri %94,9 iken uyarlanmış R^2 değerinin %93,8 olması katlı iplik tüylülüğü ile bağımsız değişken olan karışım oranının arasındaki ilişkiyi yüksek doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.

Katlı iplik tüylülüğü için ANOVA verileri incelendiğinde karışım oranının 92,170 F değerine sahip olduğu ve katlı iplik tüylülüğü üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.13. Katlı iplik düzgünsüzlüğü için ANOVA sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	4,364 ^a	4	1,091	92,170	0,000
Sabit	561,690	1	561,690	47448,049	0,000
Karışım Oranı	4,364	4	1,091	92,170	0,000
Hata	0,237	20	0,012	--	--
Toplam	566,291	25	--	--	--
Düzeltilmiş Toplam	4,601	24	--	--	--
a. R Kare= 0,949 (Uyarlanmış R Kare= 0,938)					

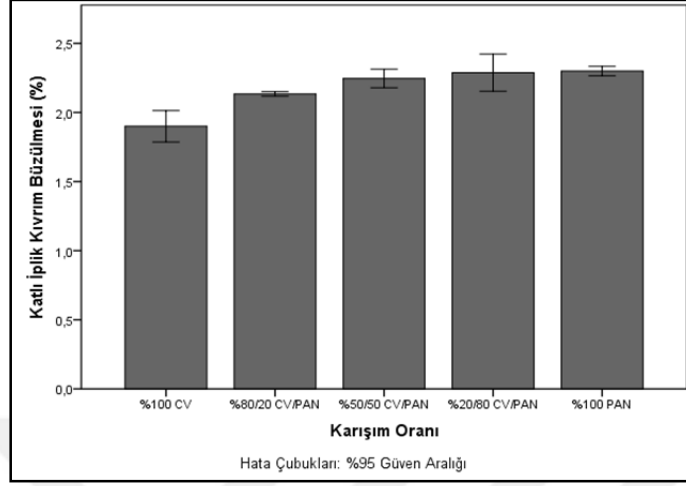
4.1.6. İplik Kıvrım Büzülmesi ve Sıcakta Çekme Ölçüm Sonuçları

Tez çalışmasında kullanılan katlı iplilere uygulanan bu test, ipliklerin hacimleri ve ısıt işlemler sonrası boyutsal değişiklikleri hakkında bilgi vermesi amacı ile yapılmıştır. Test işleminin gerçekleştirilmesi için ipliklerin olması gereken bir numara aralığı bulunmaktadır. Tek kat iplikler bu numara aralığında olmadığı (900 dtex ve üzeri) için test gerçekleştirilememiştir. Çizelge 4.14.'de her bir bobine 5'er test yapılarak bu testlerin ortalaması olan değerler verilmiştir.

Çizelge 4.14. Katlı iplik kıvrım büzülmesi (%) ve sıcakta çekme (%) değerleri

Hammadde	%100 CV	%80/20 CV/PAN	%50/50 CV/PAN	%20/80 CV/PAN	%100 PAN
Kıvrım büzülmesi (%)	1,9	2,13	2,25	2,29	2,3
Sıcakta çekme (%)	1,06	1,25	1,28	1,04	0,34

Kıvrım büzülmesi değerleri Eşitlik (3.1) 'deki formüller kullanılarak elde edilmiştir. Katlı ipliklerin kıvrım büzülmesi değerleri, varyans analiz sonuçlarına göre %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile beraber sütun grafiği Şekil 4.12.'de gösterilmiştir. %100 PAN ipliklerin kıvrım büzülmesinin en yüksek değerde olduğu görülmüştür. İplikteki CV elyaf oranının artması ile birlikte kıvrım büzülmesi düşmekte olup, en düşük kıvrım büzülmesi değeri %1,9 ile %100 CV ile elde edilmiştir. Bu sonuç PAN elyafların yapısal olarak CV elyafından çok daha kıvrımlı bir yapıda olduğunu göstermektedir. Bu durum rezilyans özelliğinde olumlu ve yük sonrası düşük kalınlık kaybı etkisini ortaya koymaktadır. Yani PAN oranı yüksek numunelerde kalınlık kaybının ve yük kalktıktan sonra eski haline dönme eğilimi CV karışımı numunelere göre daha iyi olacaktır.



Şekil 4.12. Katlı iplik kıvrım büzülmesi (%) sütun grafiği

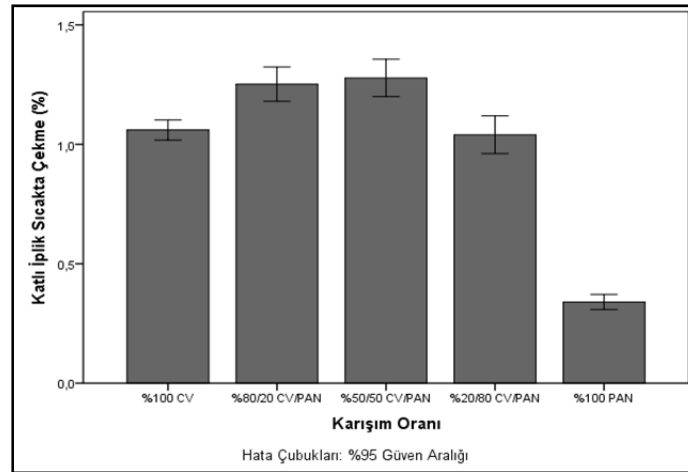
Bağımsız değişkeni oluşturan karışım oranının katlı ipliklerin kıvrım büzülmesi değerleri üzerinde etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.15.'de verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen R^2 değeri % 85,2 iken uyarlanmış R^2 değerinin % 82,3 olması katlı ipliklerin kıvrım büzülmesi ile bağımsız değişken olan karışım oranının arasındaki ilişkiyi yüksek doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.

Çizelge 4.15. Katlı iplik kıvrım büzülmesi için ANOVA sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	,554 ^a	4	0,138	28,860	0,000
Sabit	118,113	1	118,113	24627,486	0,000
Karışım Oranı	0,554	4	0,138	28,860	0,000
Hata	0,096	20	0,005	--	--
Toplam	118,763	25	--	--	--
Düzeltilmiş Toplam	0,650	24	--	--	--
a. R Kare = 0,852 (Uyarlanmış R Kare= 0,823)					

Katlı ipliklerin kıvrım büzülmesi için ANOVA verileri incelendiğinde karışım oranının 28,860 F değerine sahip olduğu görülmektedir. Diğer bir ifade ile karışım oranı %95 güven aralığında $p < 0,05$ olan katlı ipliklerin kıvrım büzülmesi değişkeni üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Katlı ipliklere sıcakta çekme testi yapılmasının amacı numunelerin zemin kaplama işlemi sırasında sıcaklıkla etkileşimiyle hav boylarında gözlemlenebilecek kısalmalarını tespit etmek içindir. Eşitlik (3.4)'de bulunan formüllerle hesaplanan veriler Çizelge 4.14 de gösterilmiştir. Katlı ipliklerin sıcakta çekme değerleri için %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile beraber sütun grafiği Şekil 4.13.'de gösterilmiştir. En düşük değer %0,34 ile PAN ipliğe ait iken en yüksek değişim %50/50 CV/PAN iplikte olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum ilk kalınlık ölçümlerine etki edeceği için rezilyans ve kalınlık kaybı parametrelerine doğrudan etkileyecektir. Ayrıca birim uzunluktaki kısalma nedeni ile numarada da değişikliğe sebep olacağı için hav yoğunluğuna da etki edeceği söylenebilir. Yani ipliklerin üretim sonrası sıcakta çekme değerleri ne kadar düşük olursa nihai üründen beklenen performans değerlerine olumlu yönde etki edeceği söylenebilir.



Şekil 4.13. Katlı iplik sıcakta çekme (%) sütun grafiği

Bağımsız değişkeni oluşturan karışım oranının katlı iplik sıcakta çekme değerleri üzerinde etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.16’da verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen R^2 değeri % 98,2 iken uyarlanmış R^2 değerinin % 97,9 olması katlı iplik sıcakta çekme ile bağımsız değişken olan karışım oranının arasındaki ilişkiyi yüksek doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.

Çizelge 4.16. Katlı ipliklerin sıcakta çekme için ANOVA sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	2,907 ^a	4	0,727	276,545	0,000
Sabit	24,701	1	24,701	9399,125	0,000
Karışım Oranı	2,907	4	0,727	276,545	0,000
Hata	0,053	20	0,003	--	--
Toplam	27,661	25	--	--	--
Düzeltilmiş Toplam	2,960	24	--	--	--

a. R Kare = 0,982 (Uyarlanmış R Kare= 0,979)

Katlı iplik sıcakta çekme için ANOVA verileri incelendiğinde karışım oranının 276,545 gibi yüksek F değerine sahip olduğu görülmektedir. Bununla birlikte karışım oranının katlı iplik sıcakta çekme değişkeni üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir.

4.2. Halı Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Tez çalışmasında kullanılan iplik numuneleri; lif inceliği 1,3 dtex, lif uzunluğu 38 mm olan CV ve PAN elyaflardan, Ne 18/1 (328 dtex) lineer yoğunlukta, 550 T/m büküm sayısında, Z bükümlü konvansiyonel tek katlı ring ipliği olarak üretilmiştir. Halı sektöründe özellikle iç piyasada tercih edilen karışımlı ipliklerden Çizelge 3.12’de belirtilen üretim iş akışına göre 1313 dtex (Ne 18/4) lineer yoğunlukta 300 T/m’de S bükümlü katlı iplikler elde edilmiştir.

Çalışmanın temelini halı performans testleri ve tozuma derecelerinin tespiti oluşturmaktadır. Bu bölümde toz alma işlemi uygulanan halı numunelerine dinamik yük altında kalınlık kaybı, uzun süreli ve kısa süreli statik yük altında kalınlık kaybı ve rezilyans tespiti, ilmek çıkarma kuvveti tespiti yapılarak, karışım oranlarının kullanım esnasında ve sonrasında ne tür bir etkiye sebep olacağını, performans açısından en uygun karışım oranının belirlenebilmesi amacıyla yapılan testler ANOVA yöntemi kullanılarak istatistiksel verilerle incelenmiştir.

Numunelerin performans özellikleri, tozuma derecelerinin etkileri için uygulanan testlerle ilgili açıklamalar ve sonuçlar bu bölümde iplik testlerinin de halı numuneleri üzerinde etkileri göz önünde bulundurularak ayrıntılı olarak incelenmiştir. Ayrıca tozuma işlemi uygulanan ve uygulanmayan halı numunelerine Hekzapod cihazı kullanılarak, tozuma işleminin ve karışım oranının tozuma derecesi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu etkinin anlamlı olup olmadığı ANOVA analiz yöntemiyle istatistiksel verilerle incelenmeye çalışılmıştır.

4.2.1. Toz Alma İşlemi Uygulanan Halıların Kullanım ve Performans Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında üretilen numuneler toz alma işlemi uygulanan ve uygulanmayan olmak üzere iki farklı proseste işlem görmüştür. Performans testleri sadece tozuma işlemi uygulanan numunelere yapılmıştır. Tozuma işlemi uygulanan numunelere performans testlerinin yapılmasının amacı bu halıların nihai ürün olarak kullanılmasıdır. Çalışma kapsamında hav ipliği karışım oranının halı numunelerinin performans özellikleri üzerindeki etkisi de ayrıntılı veri analizi yapılarak istatistiksel olarak incelenmiştir.

Toz alma ve terbiye işlemi sonrasında halı numunelerinin kalite parametreleri Çizelge 4.17.' de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Toz alma ve terbiye işlemi sonrası halıların kalite parametreleri

Hammadde	%100 CV	%80/20 CV/PAN	%50/50 CV/PAN	%20/80 CV/PAN	%100 PAN
İlmek Sayısı (ilmek/m ²)	729.600	729.600	729.600	729.600	729.600
Kalınlık (mm)	12,14	11,49	12,49	12,53	12,63
Gramaj (gr/m ²)	3486	3090	3626	3548	3512

Halının üç boyutlu bir tekstil materyali olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla halıların gramajına etki eden birçok parametre bulunmaktadır. Bunlar; hav ipliği lineer yoğunluğu, renk sayısı, gizleme iplik uzama katsayısı, ilmek sayısı, hav yüksekliği, halı kalınlığı, atkı ipliği, çözgü ipliği lineer yoğunluğu ve uzama katsayıları gibi parametrelerdir. Çizelge 4.17’de belirtilen aynı lineer yoğunluktaki ipliklerden, aynı ilmek sayısına sahip olacak şekilde halı numuneleri üretilmiştir. Buna rağmen numunelerin gramajlarının farklı olduğu görülmektedir. Bu durum toz alma ve terbiye işlemi sonrası ölçülen hav yüksekliğinin, yani halı kalınlığının farklı olması ile açıklanabilmektedir.

4.2.1.1. Halı İlme Çıkarma Kuvveti Ölçüm Sonuçları

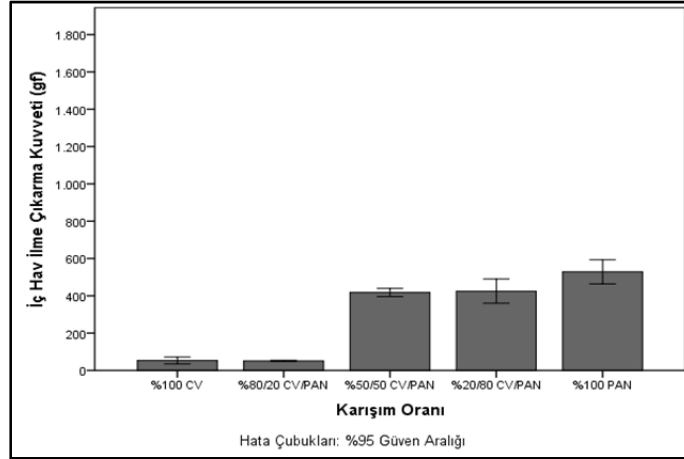
Halı numuneleri Yüz-yüze Wilton 1/1V örgü tipine sahip olacak şekilde üretilmiştir. Bu örgü tipinde iç ve dış hav olmak üzere atkı üzerinde ilme yapan iki tür hav olduğu dokuma makine halısı örgü türleri başlığı altında açıklanmıştır. Hav ilmelerinin, apreleme işlemi ile halı tabanına sabitlenmesi gerekliliği de bilinmektedir. Bu nedenle üretimi yapılan tüm halılarda, halı sırtında ilmeklerin sıkı bir şekilde tutunması ve halıyı daha dolgun gösterebilmesi için Lateks (SBR; Stiren Butadien Rubber) kullanılmıştır. Kullanılan lateksin etkinliğinin tespiti için, ilgili standarda göre bu örgülerde iç ve dış hav ilme çıkarma kuvvetlerine bakılması gerekmektedir. Ayrıca kullanım sürecinde ve ürünün temizliği esnasında (yüksek vakumlu elektrikli süpürge ile emiş) hav ilmeleri halı tabanından ayrılmaya meyilli olabilir. Bu test yöntemi ile minimum ilme çıkarma kuvveti tespit edilerek ürünün kullanıma uygunluğu belirlenmektedir. Her bir halı numunesinden iç ve dış havlara ayrı ayrı uygulanacak şekilde 10’ar test yapılarak bu değerlerin ortalamaları

Çizelge 4.18’de belirtilmiştir. İç hav ve dış hav ilmek çekme kuvvetleri (gf) cinsinden değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.18. İç ve dış hav ilme çıkarma kuvveti (gf)

Hammadde	%100 CV	%80/20 CV/PAN	%50/50 CV/PAN	%20/80 CV/PAN	%100 PAN
İç hav ilme çekme kuvveti (grf)	53,5	51	417,5	425	528,5
Dış hav ilme çekme kuvveti (grf)	446	586,5	1537,5	1564	1573

Halı numunelerinin iç hav ilme çıkarma kuvveti değerleri için %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile beraber sütun grafiği Şekil 4.14’de gösterilmiştir. %100 PAN ipliklerin ilme çıkarma kuvvetlerinin en yüksek değerde olduğu görülürken, %100 CV ipliği için bu değer en düşüktür. Bu durum kullanılan lateksin yapıştırma özelliğinin %100 PAN ipliklerde daha etkili olduğunu göstermektedir. İpliklerdeki CV elyaf oranının artması ile değerlerin düşmesinin nedeni ise CV ipliklerinin lateks ile daha az uyumlu olduğu şeklinde açıklanmaktadır.



Şekil 4.14. İç hav ilme çıkarma kuvveti (gf) sütun grafiği

Bağımsız değişkeni oluşturan karışım oranının iç hav ilme çıkarma kuvveti değerleri üzerinde etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.19’da verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen R^2 değeri %92,6 iken uyarlanmış R^2 değerinin %92 olması iç hav ilme çıkarma kuvveti ile bağımsız değişken olan karışım oranının arasındaki ilişkiyi yüksek doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.

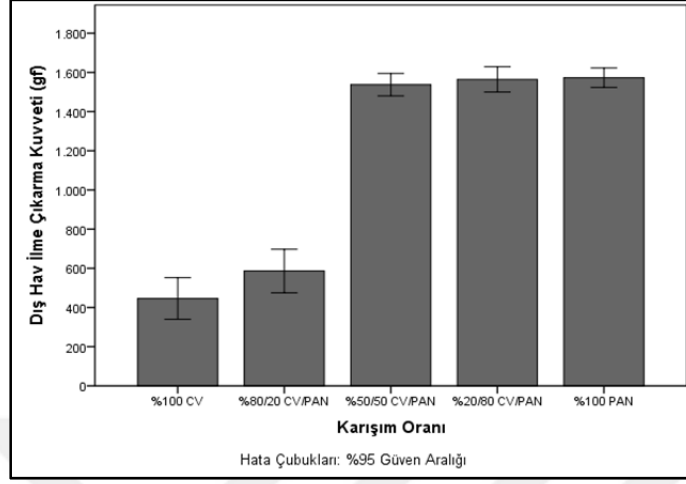
Çizelge 4.19. İç hav ilmek çıkarma kuvveti için ANOVA sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	2042867,0 ^a	4	510716,75	141,641	0,000
Sabit	4354200,5	1	4354200,5	1207,58	0,000
Karışım Oranı	2042867,0	4	510716,75	141,641	0,000
Hata	162257,5	45	3605,722	--	--
Toplam	6559325,0	50	--	--	--
Düzeltilmiş Toplam	2205124,5	49	--	--	--

a. R Kare = 0,926 (Uyarlanmış R Kare= 0,920)

İç hav ilme çıkarma kuvveti için ANOVA verileri incelendiğinde karışım oranının 141,641 F değerine sahip olduğu görülmektedir. Diğer bir ifade ile karışım oranı %95 güven aralığında $p < 0,05$ olan iç hav ilme çıkarma kuvveti değişkeni üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir ($p=0,000$).

Çizelge 4.18.’de verilen değerler doğrultusunda halı numunelerinin dış hav ilme çıkarma kuvveti değerleri için %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile beraber sütun grafiği Şekil 4.15’de gösterilmiştir.



Şekil 4.15. Dış hav ilme çıkarma kuvveti (gf) sütun grafiği

İç hav ilme çıkarma kuvvetinde olduğu gibi dış hav ilme çıkarma kuvveti en yüksek değerde olan %100 PAN ipliğinden üretilen halı numunesine ait değerdir. %50/50 CV/PAN, %20/80 CV/PAN ve %100 PAN halı numunelerinin değerlerinin yaklaşık olarak benzer olduğu görülmektedir. %100 CV halı numunesinde ise beklendiği gibi bu değer en düşük olduğu görülmüştür.

Genel olarak iç hav ilme çıkarma kuvvetinin dış hav ilme çıkarma kuvvetinden düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum kullanılan lateksin iç hava ilerlemesinin yeterli olmadığını ve iç havı atkıya sabitlemesinin dış havdan daha düşük olduğunu göstermektedir. Ayrıca kullanılan SBR lateksin %100 PAN ve PAN karışımlı ipliklerden üretilen halı numunelerinde daha etkili olduğu görülmektedir. Bağımsız değişkeni oluşturan karışım oranının dış hav ilme çıkarma kuvveti değerleri üzerinde etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.20’de verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen R^2 değeri %95,7 iken uyarlanmış R^2 değerinin %95,3 olması dış hav ilme çıkarma kuvveti ile bağımsız değişken olan karışım oranının arasındaki ilişkiyi yüksek doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.

Çizelge 4.20. Dış hav ilmek çıkarma kuvveti için ANOVA sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	13132597,0 ^a	4	3283149,25	251,067	0,000
Sabit	65139698,0	1	65139698,00	4981,326	0,000
Karışım Oranı	13132597,0	4	3283149,25	251,067	0,000
Hata	588455,0	45	13076,778	--	--
Toplam	78860750,0	50	--	--	--
Düzeltilmiş Toplam	13721052,0	49	--	--	--
a. R Kare = 0,957 (Uyarlanmış R Kare= 0,953)					

Dış hav ilme çıkarma kuvveti için ANOVA verileri incelendiğinde karışım oranının, dış hav ilme çıkarma kuvveti üzerindeki etkisinin 251,067 olan yüksek F değerine sahip olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu görülmektedir ($p=0,000$).

4.2.1.2. Sıkıştırılabilirlik ve Rezilyans Ölçüm Sonuçları

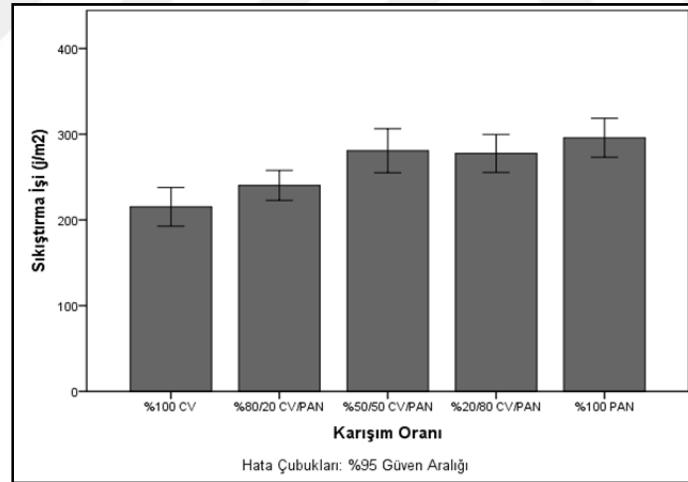
Halıların sıkıştırılabilirlik ve rezilyans özellikleri hav ipliği özelliklerine, halı yapısına ve hav yüksekliği gibi özelliklere göre değişmektedir. Hav ipliklerinin yapısı ise sıkıştırılabilirlik ve rezilyans özelliklerine etki eden en önemli parametredir. Halıların sıkıştırılabilirlik ve rezilyans davranışları belirli özelliklerdeki ağırlıklarla hav yüzüne uygulanan yükleme ve yük alma sonrası kalınlık kaybı yöntemi ile belirlenir. Çalışma kapsamında her halı numunesine 5'er ölçüm yapılmıştır. Test sonucu elde edilen veriler kullanılarak Eşitlik (3.5) de belirtilen formüle göre sıkıştırma işi, Eşitlik (3.6)'da belirtilen formüle göre geri dönme işi, Eşitlik (3.7)'de belirtilen formüle göre iş geri dönüş, Eşitlik (3.8)'e göre ise sıkıştırma geri dönüş değerleri hesaplanmıştır. Çizelge 4.21'de ise bu değerlerin ortalaması verilmiştir.

Çizelge 4.21. Sıkıştırılabilirlik ve rezilyans değerleri

Hammadde	%100 CV	%80/20 CV/PAN	%50/50 CV/PAN	%20/80 CV/PAN	%100 PAN
Sıkıştırma işi (J/m ²)	215,36	240,32	280,75	277,56	295,81
Geri dönen iş (J/m ²)	67,91	75,43	92,11	87,87	80,29
İş geri dönüş (%)	31,55	31,47	32,82	31,57	27,18
Sıkıştırma geri dönüş (%)	37,30	42,60	45,87	48,28	48,03

Sıkıştırma işi Şekil 3.8.'de belirtilen grafiğe göre 2 kPa'dan 200 kPa' ya artan basıncın (yükleme) oluşturduğu eğri altında kalan ABD alanının ifadesidir. Değerler eşitlik (3.5)'e göre hesaplanmıştır. Diğer bir ifade ile yüklem sırasındaki harcanan enerjidir. Bu değer yüksek olması havların yüklem sonrası ilk kalınlığına dönme eğiliminin daha iyi olduğunu göstermektedir.

Halı numunelerinin sıkıştırma işi değerleri için %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile beraber sütun grafiği Şekil 4.16.'da gösterilmiştir.

Şekil 4.16. Sıkıştırma işi (J/m²) sütun grafiği

Şekil 4.16.'da görüleceği üzere en yüksek değer %100 PAN ipliklere ait halı numunesinde görülürken en düşük sıkıştırma işi için harcanan enerji %100 CV ipliğine ait halı numunesindedir. %100 PAN, %20/80 CV/PAN, %50/50 CV/PAN

ipliklerine ait halı numunelerinin değerlerinin birbirlerine yakın olduğu görülmüştür. İplik içerisinde PAN elyaf karışımının %50'nin altında olması durumunda ise azalmanın daha fazla olduğu görülmüştür. Bu durum CV ipliklerin kıvrım büzülmesi testi sonuçları ile yorumlanabilir. Sonuçlara göre CV ipliklerine ait kıvrım büzülmesi (hacim) değerlerinin düşük olması nedeni ile uygulanan yük karşısında tekrardan eski haline dönme eğilimin en az olması ile orantılıdır.

Bağımsız değişkeni oluşturan karışım oranının sıkıştırma işi değerleri üzerinde etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.22'de verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen R^2 değerinin % 77,3 iken uyarlanmış R^2 değerinin %72,7 olması sıkıştırma işi ile bağımsız değişken olan karışım oranının arasındaki ilişkiyi yüksek doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.

Çizelge 4.22. Sıkıştırma işi için ANOVA sonuçları

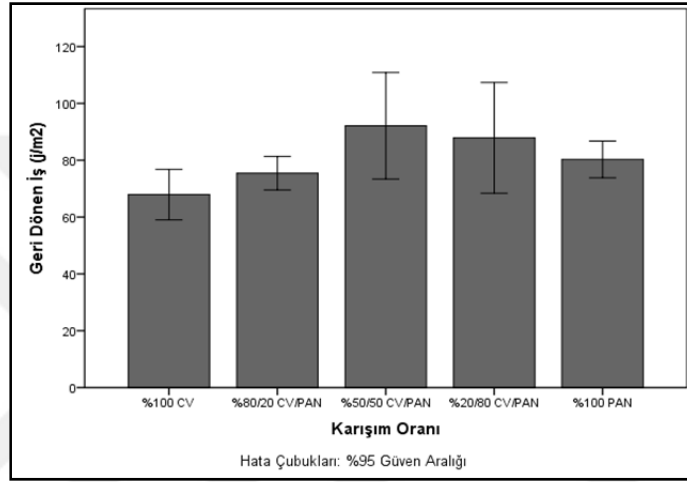
Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	21907,701 ^a	4	5476,925	16,985	0,000
Sabit	1715607,48	1	1715607,5	5320,4	0,000
Karışım Oranı	21907,701	4	5476,925	16,985	0,000
Hata	6449,184	20	322,459	--	--
Toplam	1743964,36	25	--	--	--
Düzeltilmiş Toplam	28356,886	24	--	--	--

a. R Kare = 0,773 (Uyarlanmış R Kare= 0,727)

Sıkıştırma işi için ANOVA verileri incelendiğinde karışım oranının, sıkıştırma işi üzerindeki etkisi 16,985 olan F değerine sahip olduğu ve %95 güven aralığında $p < 0,05$ olan halı sıkıştırma işi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Geri dönen iş Şekil 3.8'de belirtilen grafiğe göre 200 kPa'dan 2 kPa'a azalan basıncın (yük alma) oluşturduğu eğri altında kalan BCE alanının ifadesidir.

Diğer bir ifade ile yük alma sırasındaki harcanan enerjidir. Bu değerin yüksek olması havların yük alma sonrası ilk kalınlığına dönme eğiliminin daha iyi olduğunu göstermektedir. Halı numunelerinin geri dönen iş değerleri için %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile beraber sütun grafiği Şekil 4.17’de gösterilmiştir.



Şekil 4.17. Geri dönen iş (J/m²) sütun grafiği

Şekil 4.17.’de görüleceği üzere en yüksek değer %50/50 CV/PAN ipliklere ait halı numunesinde görülürken en düşük geri dönen iş %100 CV ipliğine ait halı numunesine aittir. Bağımsız değişkeni oluşturan karışım oranının geri dönen iş değerleri üzerinde etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.23’de verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen R² değeri %44,8 iken uyarlanmış R² değerinin %33,8 olması geri dönen iş ile bağımsız değişken olan karışım oranının arasındaki ilişkiyi ifade ettiğini göstermektedir.

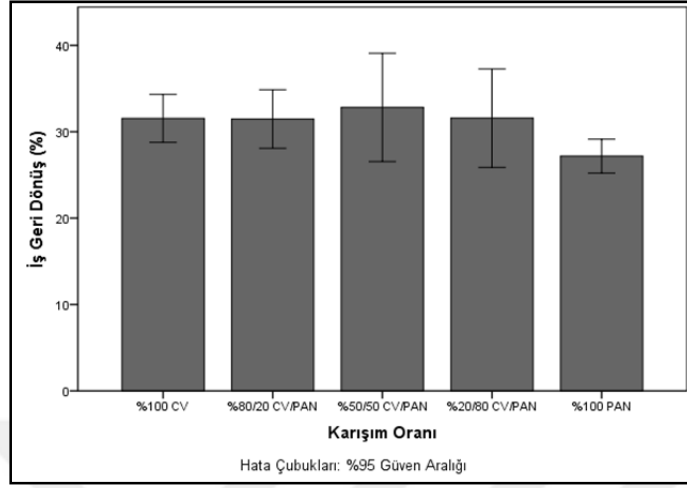
Çizelge 4.23. Geri dönen iş için ANOVA sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	1866,501 ^a	4	466,625	4,061	0,014
Sabit	162901,03	1	162901,03	1417,8	0,000
Karışım Oranı	1866,501	4	466,625	4,061	0,014
Hata	2297,977	20	114,899	--	--
Toplam	167065,51	25	--	--	--
Düzeltilmiş Toplam	4164,478	24	--	--	--
a. R Kare = 0,448 (Uyarlanmış R Kare= 0,338)					

Geri dönen iş için ANOVA verileri incelendiğinde karışım oranının, etkisinin 4,061 F değerine ve %95 güven aralığında $p < 0,05$ olan geri dönen iş değişkeni üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir ($p=0,014$).

İş geri dönüşü Eşitlik (3.7)'deki formüle göre hesaplanarak % olarak ifade edilmiştir. Halı numunelerinin iş geri dönüş değerleri için %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile beraber sütun grafiği Şekil 4.18.'de gösterilmiştir. İş geri dönüşünün %100 PAN ipliğine ait halı numunesinde en düşük değerde olduğu görülmüştür. Bu durum hav ipliklerinin yükleme sırasında ve yük alma sonrasında kalınlık değişimlerinin en düşük değerde olduğu anlamına gelmektedir.

Bağımsız değişkeni oluşturan karışım oranının iş geri dönüşü değerleri üzerinde etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.24'de verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen R^2 değeri %27,6 iken Uyarlanmış R^2 değerinin % 13,1 olması iş geri dönüş ile bağımsız değişken olan karışım oranının arasındaki ilişkiyi ifade ettiğini göstermektedir.



Şekil 4.18. İş geri dönüş (%) sütun grafiği

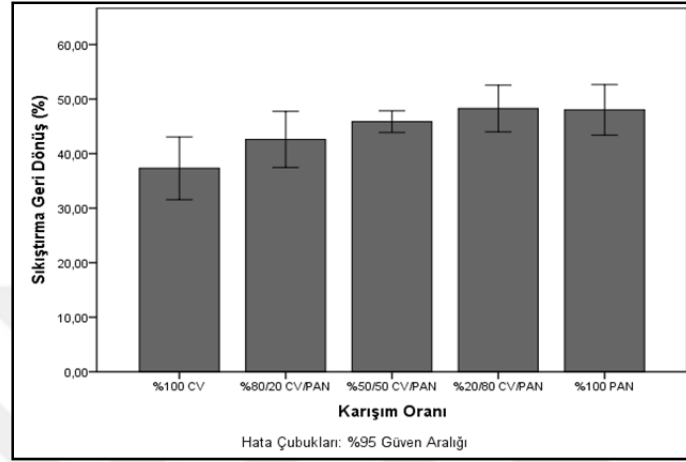
Çizelge 4.24. İş geri dönüş için ANOVA sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	93,685 ^a	4	23,421	1,902	0,149
Sabit	23896,831	1	23896,831	1941,094	0,000
Karışım Oranı	93,685	4	23,421	1,902	0,149
Hata	246,220	20	12,311	--	--
Toplam	24236,737	25	--	--	--
Düzeltilmiş Toplam	339,905	24	--	--	--
a. R Kare = 0,276 (Uyarlanmış R Kare= 0,131)					

İş geri dönüşü için ANOVA verileri incelendiğinde karışım oranının 1,902 F değerine ve %95 güven aralığında $p > 0,05$ olan iş geri dönüşü değişkeni üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olmadığını görülmektedir ($p = 0,149$).

Sıkıştırma geri dönüşü; sıkıştırma işinin, geri dönen işe oranının % olarak ifadesidir. Eşitlik (3.8)'deki formüle göre hesaplanan sıkıştırma geri dönüşü “%” olarak ifade edilmektedir. Halı numunelerinin sıkıştırma geri dönüş değerleri için %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile beraber sütun grafiği Şekil 4.19'da gösterilmiştir. %100 PAN, %20/80 CV/PAN, %50/50 CV/PAN ipliklerine ait halı

numunelerinin sıkıştırma geri dönüşünün yaklaşık değerlerde olduğu görülmüştür. %100 CV ipliğine ait numunenin ise en düşük değerdedir.



Şekil 4.19. Sıkıştırma geri dönüş (%) sütun grafiği

Bağımsız değişkeni oluşturan karışım oranının sıkıştırma geri dönüş değerleri üzerinde etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.25’de verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen R^2 değeri %61 iken uyarlanmış R^2 değerinin %53,2 olması sıkıştırma geri dönüş ile bağımsız değişken olan karışım oranının arasındaki ilişkiyi doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.

Çizelge 4.25. Sıkıştırma geri dönüş için ANOVA sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	419,703 ^a	4	104,926	7,828	0,001
Sabit	49323,968	1	49323,968	3679,901	0,000
Karışım Oranı	419,703	4	104,926	7,828	0,001
Hata	268,072	20	13,404	--	--
Toplam	50011,743	25	--	--	--
Düzeltilmiş Toplam	687,775	24	--	--	--

a. R Kare = 0,610 (Uyarlanmış R Kare= 0,532)

Sıkıştırma geri dönüş için ANOVA verileri incelendiğinde karışım oranının 7,828 F değerine ve %95 güven aralığında $p=0,001$ olan sıkıştırma geri dönüş üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

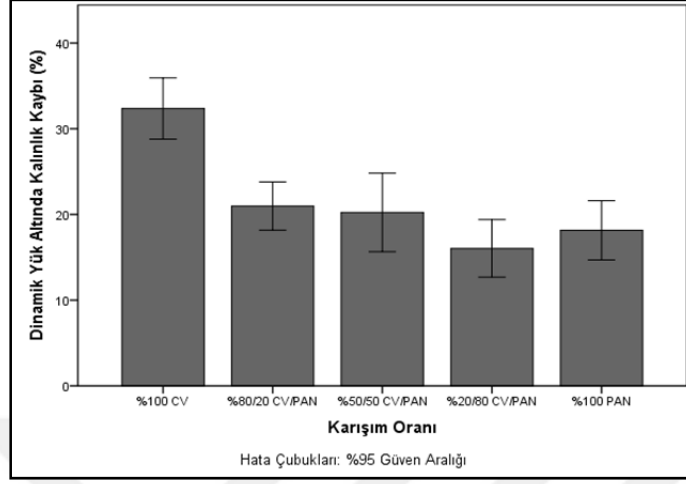
4.2.1.3. Dinamik Yük Altında Kalınlık Kaybı Ölçüm Sonuçları

Dinamik yükleme sonrası kalınlık kaybı testi trafiğe (yürüme) maruz kalan halılarda görülebilecek deformasyonun (kalınlık kaybının) tespiti amacı ile uygulanmıştır. Her bir halı numunesine 6'şar test uygulanmıştır. Eşitlik (3.9)' da belirtilen formüle göre elde edilen kalınlık kaybı değerlerinin ortalaması Çizelge 4.26'da verilmiştir. Dinamik yükleme sonrası elde edilen kayıp değeri ne kadar az olursa meydana gelen deformasyonun az olduğu sonucu çıkarılabilmektedir.

Çizelge 4.26. Dinamik yük altında kalınlık kaybı ölçüm sonuçları

Hammadde	%100 CV	%80/20 CV/PAN	%50/50 CV/PAN	%20/80 CV/PAN	%100 PAN
Kalınlık Kaybı (mm)	3,94	2,42	2,54	2,01	2,30
Kalınlık kaybı (%)	32,36	20,98	20,24	16,04	18,15

Halı numunelerinin dinamik yük altında kalınlık kaybı değerleri için %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile beraber sütun grafiği Şekil 4.20.'de gösterilmiştir. Elde edilen değerlere göre en düşük kalınlık kaybı %20/80 CV/PAN esaslı ipliklerin üretilen halı numunelerinde görülmüştür. Trafiğe maruz kalan alanlarda %20/80 CV/PAN karışımı ipliklerin kullanılması gerektiği sonucu çıkarılabilir. Fakat iplikteki CV oranının artması ile birlikte dinamik yüke karşı dirençte genel olarak azalma olduğu görülmektedir. Dolayısı ile PAN iplikler performans açısından daha iyi sonuçlar verdiği anlaşılmaktadır.



Şekil 4.20. Dinamik yük altında kalınlık kaybı (%) sütun grafiği

Bağımsız değişkeni oluşturan karışım oranının dinamik yük altında kalınlık kaybı değerleri üzerinde etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.27’de verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen R^2 değeri % 76,6 iken Uyarlanmış R^2 değerinin % 72,8 olması dinamik yük altında kalınlık kaybı ile bağımsız değişken olan karışım oranının aradaki ilişkiyi yüksek doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.

Çizelge 4.27. Dinamik yük altında kalınlık kaybı için ANOVA sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Toplamı	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	964,239 ^a	4	241,060	20,421	0,000
Sabit	13937,679	1	13937,679	1180,716	0,000
Karışım Oranı	964,239	4	241,060	20,421	0,000
Hata	295,111	25	11,804	--	--
Toplam	15197,028	30	--	--	--
Düzeltilmiş Toplam	1259,350	29	--	--	--

a. R Kare = 0,766 (Uyarlanmış R Kare= 0,728)

Dinamik yük altında kalınlık kaybı için ANOVA verileri incelendiğinde karışım oranının 20,421 F değerine ve %95 güven aralığında $p < 0,05$ olan dinamik yük altında kalınlık kaybı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir ($p=0,000$).

4.2.1.4. Kısa Süreli Statik Yük Altında Kalınlık Kaybı ve Rezilyans Ölçüm

Sonuçları

Çalışma kapsamında numunelere yapılan bu test kısa süreli statik yüke maruz kalan halılarda görülebilecek deformasyonun tespiti amacı ile her bir halı numunesine 3'er test uygulanmıştır. Eşitlik (3.10)' da belirtilen formüle göre elde edilen kalınlık kaybı (%) değerlerinin ortalaması Çizelge 4.28'de verilmiştir.

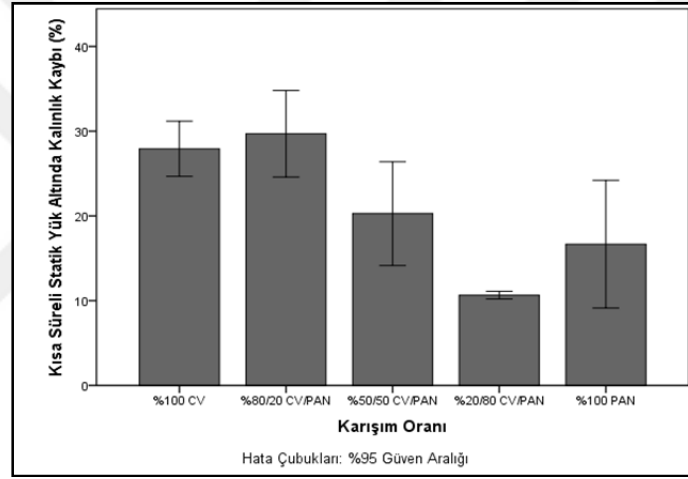
Çizelge 4.28. Kısa süreli statik yük altında kalınlık azalması ve rezilyans ölçüm sonuçları

Hammadde	%100 CV	%80/20 CV/PAN	%50/50 CV/PAN	%20/80 CV/PAN	%100 PAN
Kalınlık Kaybı (%)	27,92	27,91	20,31	10,65	16,70
Rezilyans (%)	26,01	32,69	58,98	57,71	74,56

Halı numunelerinin kısa süreli statik yük altında kalınlık kaybı değerleri için %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile beraber sütun grafiği Şekil 4.21'de gösterilmiştir. Şekil 4.21.'de görüldüğü üzere, kısa süreli statik yük altında kalınlık kaybı sonuçlarında PAN ipliklerinden üretilen halıların değerlerinin azalma eğiliminde olduğu görülmüştür. Bu da iplik kıvrım büzülmesi ölçümünde elde edilen verileri desteklemektedir. Her ne kadar en yüksek kalınlık kaybı %80/20 CV/PAN ipliği ile elde edilse de söz konusu varyasyonun iplik düzgünlüğünden de kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü test boyunca kalın ve ince ipliklerin dağılımı her bir iplik numunesinin üzerine uygulanan yüke karşı göstereceği direnci büyük oranda değiştirecektir. Elde edilen tüm bu veriler bize göstermektedir ki, kullanım performansı en iyi halılar PAN ipliklerden üretilen

halılardır. Bu durum iplik yoğunluğu ve kıvrım büzülmesi değerleri ile de desteklenmektedir.

Bağımsız değişkeni oluşturan karışım oranının kısa süreli statik yük altında kalınlık kaybı değerleri üzerinde etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.29’da verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen R^2 değeri %94,6 iken Uyarlanmış R^2 değerinin %92,5 olması kısa süreli statik yük altında kalınlık kaybı ile bağımsız değişken olan karışım oranının arasındaki ilişkiyi yüksek doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.



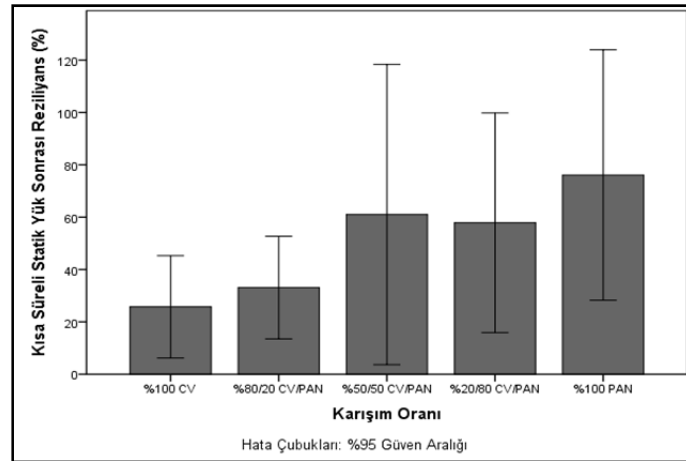
Şekil 4.21. Kısa süreli statik yük altında kalınlık kaybı (%) sütun grafiği

Çizelge 4.29. Kısa süreli statik yük altında kalınlık kaybı için ANOVA sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Toplamı	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	750,146 ^a	4	187,536	44,038	0,000
Sabit	6642,328	1	6642,328	1559,774	0,000
Karışım Oranı	750,146	4	187,536	44,038	0,000
Hata	42,585	10	4,259	--	--
Toplam	7435,059	15	--	--	--
Düzeltilmiş Toplam	792,731	14	--	--	--
a. R Kare = 0,946 (Uyarlanmış R Kare= 0,925)					

Kısa süreli statik yük altında kalınlık kaybı için ANOVA verileri incelendiğinde karışım oranının 44,038 F değerine ve kısa süreli statik yük altında kalınlık kaybı değişkeni üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Eşitlik (3.11)'de belirtilen formülle göre hesaplanan statik yük etkisi sonrası rezilyans değerlerinin ortalaması ise Çizelge 4.28'de verilmiştir. Elde edilen rezilyans değerleri halı numunelerinin yük sonrası tekrar eski formuna dönebilme yeteneğinin sayısal sonucudur. Halı numunelerinin kısa süreli statik yük altında rezilyans değerleri, varyans analiz sonuçlarına göre %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile beraber sütun grafiği Şekil 4.22.'de gösterilmiştir. Sonuçlara göre en yüksek rezilyans değerinin %100 PAN ipliklerden elde edilen halı numunesine ait olduğu görülmektedir. Dolayısıyla %100 PAN ipliklerden elde edilen halı havlarının kısa süreli statik yük altında ilk formuna dönme yeteneklerinin %100 CV ipliklerden elde edilen halılara göre daha iyi olduğu söylenebilir.



Şekil 4.22. Kısa süreli statik yük sonrası rezilyans (%) sütun grafiği

Bağımsız değişkeni oluşturan karışım oranının kısa süreli statik yük altındaki rezilyans değerleri üzerinde etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen

istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.30.'da verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen R^2 değeri %66,5 iken uyarlanmış R^2 değerinin %53 olması kısa süreli statik altındaki rezilyans ile bağımsız değişken olan karışım oranının arasındaki ilişkiyi doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.

Çizelge 4.30. Kısa süreli statik altındaki rezilyans için ANOVA sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	5202,908 ^a	4	1300,727	4,952	0,018
Sabit	38658,817	1	38658,817	147,183	0,000
Karışım Oranı	5202,908	4	1300,727	4,952	0,018
Hata	2626,579	10	262,658	--	--
Toplam	46488,304	15	--	--	--
Düzeltilmiş Toplam	7829,487	14	--	--	--
a. R Kare = 0,665 (Uyarlanmış R Kare= 0,530)					

Kısa süreli statik altındaki rezilyans için ANOVA verileri incelendiğinde karışım oranının 4,925 F değerine ve %95 güven aralığında kısa süreli statik altındaki rezilyans değişkeni üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir ($p=0,018$).

4.2.1.5. Uzun Süreli Statik Yük Altında Kalınlık Kaybı ve Rezilyans Ölçüm

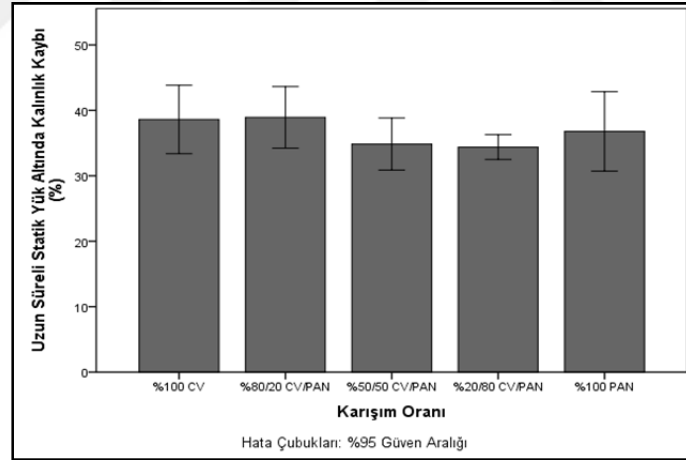
Sonuçları

Çalışma kapsamında halı numunelerine yapılan bu test uzun süreli yükleme sonrası yüke maruz kalan halılarda görülebilecek deformasyonun (kalınlık kaybının) tespiti amacı ile her bir halı numunesine 3'er test uygulanmıştır. Eşitlik (3.12)' de belirtilen formüle göre elde edilen kalınlık kaybı değerlerinin ortalaması Çizelge 4.31'de verilmiştir. Bu değerler % olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 4.31. Uzun süreli statik yük altında kalınlık kaybı ve rezilyans ölçüm sonuçları

Hammadde	%100 CV	%80/20 CV/PAN	%50/50 CV/PAN	%20/80 CV/PAN	%100 PAN
Kalınlık Kaybı (%)	38,63	39,00	34,86	34,39	36,81
Rezilyans (%)	38,12	47,62	49,39	55,17	62,16

Halı numunelerinin uzun süreli statik yük altında kalınlık kaybı değerleri için %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile beraber sütun grafiği Şekil 4.23.'te gösterilmiştir. Kısa süreli statik yükleme de olduğu gibi, uzun süreli statik yükleme sonuçlarından PAN ipliğinin kullanım performansının daha iyi ve deformasyonun daha az olduğu söylenebilir. Tüm bu sonuçlar CV ipliklerden daha kıvrımlı olan PAN ipliğinin Çizelge 4.28 ve Çizelge 4.31'deki kalınlık kaybı verilerine göre kısa süreli statik yüklemeden ziyade uzun süreli statik yüklemelere çok daha dayanıklı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.23. Uzun süreli statik yük altında kalınlık kaybı (%) sütun grafiği

Bağımsız değişkeni oluşturan karışım oranının uzun süreli statik yük altında kalınlık kaybı değerleri üzerinde etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.32'de verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen R^2 değeri %60,4 iken Uyarlanmış R^2

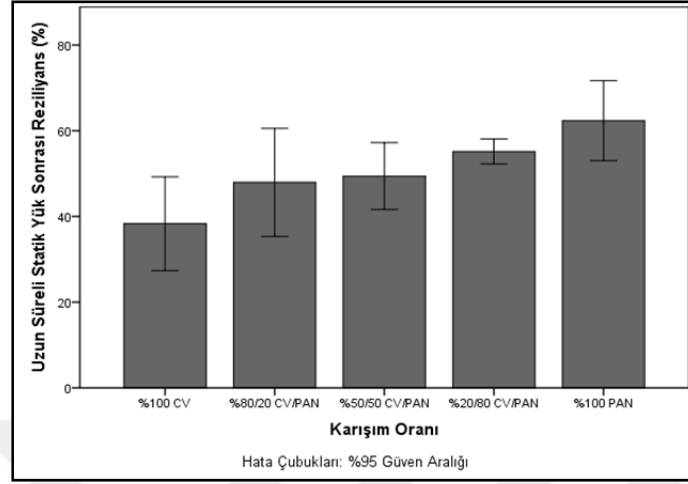
değerinin %44,5 olması uzun süreli statik yük altında kalınlık kaybı ile bağımsız değişken olan karışım oranının arasındaki ilişkiyi doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.

Çizelge 4.32. Uzun süreli statik yük altında kalınlık kaybı için ANOVA sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Toplamı	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	52,197 ^a	4	13,049	3,806	0,039
Sabit	20218,033	1	20218,033	5897,450	0,000
Karışım Oranı	52,197	4	13,049	3,806	0,039
Hata	34,283	10	3,428	--	--
Toplam	20304,513	15	--	--	--
Düzeltilmiş Toplam	86,480	14	--	--	--
a. R Kare = 0,604 (Uyarlanmış R Kare= 0,445)					

Uzun süreli statik yük altında kalınlık kaybı için ANOVA verileri incelendiğinde karışım oranının, uzun süreli statik yük altında kalınlık kaybı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir ($p=0,039$).

Eşitlik (3.13)'de belirtilen formüle göre elde edilen rezilyans değerlerinin ortalaması Çizelge 4.29'da verilmiştir. Halı numunelerinin uzun süreli statik yük altında rezilyans değerleri için %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile beraber sütun grafiği Şekil 4.24.'te gösterilmiştir. Buradan %100 PAN halı numunesinin rezilyans değerinin %100 CV halı numunesine göre daha iyi olduğu görülmektedir. Uzun süreli statik yükleme sonrası halı havlarının ilk formuna dönme yeteneklerinin %100 PAN ipliklerden üretilen halılarda daha iyi olduğu görülmüştür.



Şekil 4.24. Uzun süreli statik yük sonrası rezilyans (%) sütun grafiği

Uzun süreli uygulanan statik yük kalktıktan 24 saat sonraki ölçümler %100 PAN ipliklerden üretilen halı numunesinin ilk hav yüksekliğinin % 86'sını geri kazanırken, %100 CV halı numunesi ise sadece %76'sını geri kazanabildiği görülmektedir.

Bağımsız değişkeni oluşturan karışım oranının uzun süreli statik yük altındaki rezilyans değerleri üzerinde etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.33'de verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen R^2 değeri %87,2 iken uyarlanmış R^2 değerinin %82 olması uzun süreli statik yük altındaki rezilyans ile bağımsız değişken olan karışım oranının arasındaki ilişkiyi yüksek doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.

Uzun süreli statik yük altındaki rezilyans için ANOVA verileri incelendiğinde karışım oranının, uzun süreli statik yük altındaki rezilyans üzerinde etkisi 16,957 olan F değerine sahip olduğu görülmektedir. Diğer bir ifade ile karışım oranı %95 güven aralığında $p < 0,05$ olan uzun süreli statik yük altındaki rezilyans değişkeni üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir ($p=0,000$).

Çizelge 4.33. Uzun süreli statik yük altındaki rezilyans için ANOVA sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	955,771 ^a	4	238,943	16,957	0,000
Sabit	38461,080	1	38461,080	2729,465	0,000
Karışım Oranı	955,771	4	238,943	16,957	0,000
Hata	140,911	10	14,091	--	--
Toplam	39557,762	15	--	--	--
Düzeltilmiş Toplam	1096,681	14	--	--	--

a. R Kare = 0,872 (Uyarlanmış R Kare= 0,820)

4.2.2. Toz Alma İşlemi Uygulanan ve Uygulanmayan Halıların Tozuma Derecelerinin Değerlendirilmesi

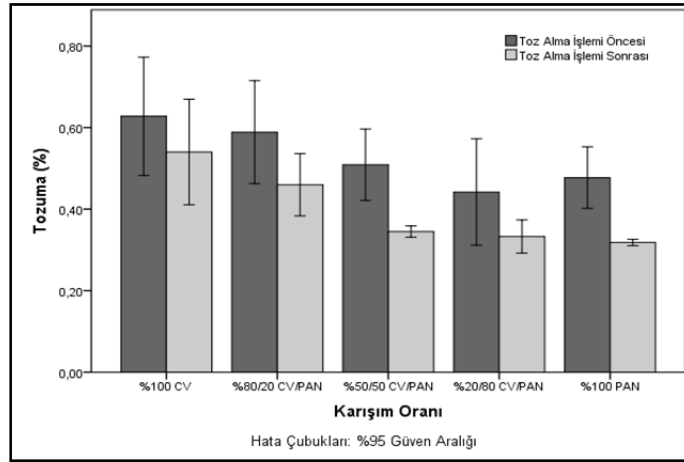
Kesikli hav ipliğinden üretilen halılarda hav yoğunluğuna ve iplik yapısına bağlı olarak toz (lif kaybı) oluşumu halı kalite ve performansını etkileyen önemli parametrelerden biridir. Bu test spesifik bir işlem olan toz alma işleminin etkinliğinin karışım oranlarına etkisinin incelenmesi amacıyla uygulanmıştır. Tozuma ile ilgili sayısal verilere ulaşabilmek için Eşitlik (3.15) ve (3.16)'daki formüller kullanılarak tozuma ağırlığı ve tozuma (%) değerleri hesaplanmıştır. Toz alma işlemi uygulanan ve uygulanmayan halı numunelerinin tozuma test sonuçları Çizelge 4.34'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.34. Toz alma işlemi uygulanan ve uygulanmayan halı numunelerinin tozuma test sonuçları

Hammadde	Toz Alma İşlemi Öncesi		Toz alma İşlemi Sonrası	
	Tozuma (gr/m ²)	Tozuma (l) (%)	Tozuma (gr/m ²)	Tozuma (l) (%)
%100 CV	16,634	0,6277	13,924	0,5400
%80/20 CV/PAN	16,530	0,5888	12,434	0,4598
%50/50 CV/PAN	12,629	0,5088	10,166	0,3450
%20/80 CV/PAN	11,892	0,4419	9,4132	0,3328
%100 PAN	13,151	0,4772	9,3838	0,3182

Toz alma işlemi uygulanan ve uygulanmayan numunelerin test değerleri için %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile beraber sütun grafiği Şekil 4.25.'de gösterilmiştir. Şekil 4.25.'de verilen grafiğe göre toz alma işlemi uygulanmayan numunelerin 12000 tur sonunda tozuma değeri en yüksek %100 CV ipliğinden üretilen halılarda gözlemlenmiştir. Burada elde edilen veriler sonucunda %100 CV ipliğinden üretilen halıların, %100 PAN ipliğinden üretilen halılara nazaran tozuma derecesinin %32 yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Toz alma işlemi uygulanan numunelerin tozuma özellikleri incelenecek olursa, %100 PAN ipliklerden elde edilen halıların tozuma değerinin en düşük olduğu görülmektedir.

Toz alma işleminin etkinliği Çizelge 4.34'teki verilere göre incelendiğinde işlemin tozuma miktarında azalma sağladığını göstermektedir. Bu verilere göre iplik yapısındaki PAN elyaf oranının artmasıyla toz miktarının azaldığı görülmektedir. Şekil 4.25.'de gösterilen grafikten de anlaşılabileceği üzere tozuma işlemi halının kullanımı sırasında toz miktarını PAN ipliklerden yapılmış halılarda azaltmakta, iplik yapısındaki CV elyafının artması ile beraber tozuma miktarı artış göstermektedir.



Şekil 4.25. Toz alma işlemi öncesi ve sonrası tozuma (%) sütun grafiği

Bağımsız değişkeni oluşturan karışım oranının halı tozuma değerleri üzerinde etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.35’de verilmiştir. Analiz sonucunda karışım oranına kıyasla toz alma işleminin daha yüksek F değerine ($F=84,683$) sahip olması sebebiyle halı tozuma derecesi üzerinde etkisinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.35. Toz alma işlemi öncesi ve sonrası tozuma için ANOVA sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	0,310 ^a	9	0,034	23,140	0,000
Sabit	6,460	1	6,460	4333,006	0000
Toz Alma İşlemi	0,126	1	0,126	84,683	0,000
Karışım Oranı	0,178	4	0,044	29,835	0,000
Toz Alma İşlemi * Karışım Oranı	0,006	4	0,002	1,060	0,402
Hata	0,030	20	0,001	--	--
Toplam	6,800	30	--	--	--
Düzeltilmiş Toplam	0,340	29	--	--	--

a. R Kare = 0,912 (Uyarlanmış R Kare= 0,873)

İstatistiksel analiz verilerine göre toz alma işleminin ve karışım oranının tozuma üzerine etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür ($p=0,000$). Ayrıca toz alma işlemi*karışım oranının halı tozuma derecesi üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir ($p=0,402$).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tez çalışmasında, ştapel lif (CV/PAN) karışımli iplikler kullanılarak dokunan wilton tipi yüz-yüze halılarda tozuma derecesinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla %100 CV,%20/80 CV/PAN,%50/50 CV/PAN, %80/20 CV/PAN ve %100 PAN oranlarında, aynı lif inceliğine (1,3 dtex) ve uzunluğuna (38 mm) sahip elyaflar kullanılarak, konvansiyonel ring eğirme metoduyla aynı doğrusal yoğunluğa sahip iplikler ring eğirme sisteminde aynı üretim parametrelerinde üretilmiştir. Halı üretiminde hav ipliği olarak kullanılabilmek amacıyla üretilen iplikler dört kat katlanmıştır. Tek katlı ve katlı iplik özellikleri belirlenerek istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Sonraki aşamada ise iplikleri hav ipliği olarak kullanılarak kullanım performansına etki eden özellikleri tespit edebilmek ve tozuma derecelerini belirleyebilmek amacıyla halı numuneleri üretilmiştir. Halı performans özellikleri toz alma işlemi sonucunda analiz edilmiştir. Bununla birlikte tozuma işleminin halı tozuma derecesi üzerindeki etkisini belirleyebilmek amacıyla toz alma işlemi uygulanan ve uygulanmayan halı numunelerinin metrekaresindeki hav ağırlığı, halı ağırlığı ve 12000 devir sonucunda tozuma değerleri belirlenmiştir. Elde edilen test sonuçları SPSS 15.0 istatistiksel analiz programı kullanılarak değerlendirilmiştir.

5.1. Sonuç ve Değerlendirme

Tez çalışması kapsamında iplik ve halı numunelerine uygulanan test verilerinin ve istatistiksel analiz sonuçlarının değerlendirilmesi aşağıda özetlenmiştir. Yapılan bu çalışmada aynı üretim parametrelerinde üretilen katlı ipliklerden elde edilen halıların performans özellikleri incelendiğinde tüm halılarda iç hav ilme çıkarma kuvvetinin dış hav ilme çıkarma kuvvetinden düşük olduğu görülmüştür. PAN ipliklerden elde edilen halıların daha iyi ilmek çıkarma kuvvetine sahip olduğu görülmüştür. Geri dönen iş verilerine göre %50/50 CV/PAN halı numunelerinin değerlerinin en yüksek olduğu görülmüştür. En düşük

değer ise %100 CV halı numunesine aittir. Bu durum havların yük sonrası ilk haline dönebilme yeteneğinin ölçüsü olduğu için kullanım sırasında %100 PAN ipliklerden elde edilen halılar tercih edilmelidir. Statik ve dinamik yük altında kalınlık kaybına göre ise PAN ipliklerden elde edilen halıların CV ipliklerden elde edilen halılara göre daha iyi performans gösterildiği görülmüştür. Yüke maruz kalan yüzeyde gözlemlenen deformasyonun %100 CV ipliklerden üretilen halılarda en yüksek değerde olması PAN ipliklerden elde edilen halıların tercih edilmesi gerekliliğini desteklemektedir. Tozuma değerlerinde ise %100 CV ipliklerden üretilen halılarda en yüksek değerdedir. Karışımda PAN elyaf oranının artması ile bu değer azalmaktadır. Toz alma işlemi uygulanan halıların tozuma değerlerinin toz alma işlemi uygulanmayan halılara göre azaldığı tespit edilmiştir. Uygulanan işlemin son kullanıcı açısından tozuma problemine olumlu yönde etki ettiği görülmüştür.

- Çalışma kapsamında farklı karışım oranına sahip tek kat ve katlı ipliklerin kopma mukavemeti sonuçları incelendiğinde, karışımdaki PAN elyaf oranının artmasıyla birlikte kopma mukavemetinin arttığı gözlemlenmiştir. PAN elyafının kopma mukavemetinin CV elyafından yüksek olması bu durumu desteklemektedir. Dolayısı ile %CV oranı arttıkça ipliklerin kopma mukavemetinde düşüş beklenmektedir. Ancak %100 CV, %20/80 CV/PAN, %50/50 CV/PAN ipliklerin değerlerinin birbirlerine yakın olduğu görülmüştür. Bu durum ipliklerin ölçülen iplik numaralarına ve büküm sayısının değişimine bağlı olduğunu göstermektedir. Yapılan istatistiksel analiz verileri incelendiğinde bağımsız değişkenin kurulan istatistiksel modeli %96,4 gibi yüksek bir değerde açıklarken, katlı iplikler için %96,2 oranında açıklayabildiği görülmektedir. İstatistiksel olarak karışım oranının iplik kopma mukavemeti üzerinde etkisinin anlamlı olduğu gözlemlenmiştir.

- İpliklerin kopma uzaması analiz sonuçları incelendiği, PAN elyaf oranının artması ile artış göstermektedir. Katlı ipliklerin verileri incelendiğinde ise lineer bir artış veya azalış gözlemlenmemektedir. En yüksek değerin %20/80 CV/PAN iplikte olduğu görülmüştür. İstatistiksel veriler incelendiğinde ise bağımsız değişkenin tek katlı ipliklerin kopma uzamasını %94 olan yüksek bir değerde açıklamaktadır. Katlı iplikler için ise %90,8 olduğu görülmüştür. Karışım oranın kopma uzaması üzerinde etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu da görülmüştür. Elyaf kopma uzaması verileri incelendiğinde karışımdaki CV oranı düştükçe, PAN elyafın kopmasının fazla olması nedeniyle değerin artması beklenen bir durumdur.
- İpliklerin düzgünsüzlük değerleri incelendiğinde, katlama işlemiyle birlikte değerlerde düşüş gözlemlenmiştir. Tek katlı ipliklerin düzgünsüzlüğünün %100 PAN ipliklerde en yüksek değerde olduğu görülürken en düşük değerin %20/80 CV/PAN ipliklerde olduğu görülmüştür. Bu durumda elyaf karışımının düzgünsüzlük değerlerinin pozitif yönde etkilediği görülmüştür. Katlı ipliklerde ise %100 CV ipliğinde bu değerin en yüksek olduğu görülmüştür. Karışım oranının tek kat iplik düzgünsüzlüğü üzerinde etkisi istatistiksel olarak incelendiğinde %88,3, katlı ipliklerin düzgünsüzlüğü ise %94,2 gibi yüksek bir oranda açıklamıştır. İpliklerin düzgünsüzlüğüne etkisi incelendiğinde ise bu etkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Halılarda kullanılan bu ipliklerin görünümü enine kesit şeklinde olduğu için iplik düzgünsüzlüğü dokuma, örme ve nonwoven kumaşlarda olduğu kadar halılarda önemli bir yere sahip değildir. Düzgünsüzlük parametresinin dokuma halıların kalitesine birinci derecede etki etmediğini göstermektedir.

- İplik hataları incelendiğine ince yer, kalın yer ve neps hataları için karışım oranına bağlı olan bir sonuç gözlemlenmiştir. Katlama ile beraber bu hataların ortadan kalktığı görülmektedir. Beş farklı tek katlı iplik için ince yer, kalın yer ve neps hatalarının %100 CV 'de en yüksek oranda olduğu görülmüştür. İstatistiksel verilere göre karışım oranının ince yer ve kalın yer hatalarının etkisinin istatistiksel verilere göre anlamlı olmadığı görülmektedir. Analiz verilerine göre bağımsız değişkeni Neps hatası için % 80,5 oranda açıkladığı görülmüştür. Ayrıca karışım oranının neps hatası üzerinde etkisi istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür.
- İplik tüylülüğü analiz sonuçları incelendiğinde tek katlı ipliklerden %100 PAN ipliğinin tüylülük değerinin en yüksek olduğu görülmüştür. Katlı ipliklerde ise %100 CV ipliğinde en yüksek değerdedir. Katlama işlemi ile birlikte genel olarak tüylülük değerlerinde düşüş gözlemlenmiştir. Katlı ipliklerin sadece karışım oranına bağlı olarak tüylülük değerlerinin değişmediği gözlemlenmiştir. İplik üretimi sırasında iplik-metal, iplik-iplik sürtünmeleri sonucu tüylülük değerlerinde değişiklik görülmüştür. Kurulan istatistiksel modeldeki değişkenlerin modeli %94,9 oranında açıkladığı görülmektedir. Analiz verilerine göre karışım oranının iplik tüylülüğü üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür.
- Kıvrım büzülmesi verileri incelendiğinde %100 PAN ipliğinin değerlerinin en yüksek olduğu görülmektedir. Diğer bir ifade PAN ipliklerden üretilen halıların diğer ipliklerden üretilen halılara göre daha hacimli olacağını göstermektedir. İplik karışım oranında CV elyafının artması kıvrım büzülmesi değerlerini düşürmüştür. Bu durum PAN elyafının CV elyaflara göre daha kıvrımlı olduğunu göstermektedir. Hav dolgunluğu yüksek olması nedeniyle daha düşük hav yoğunluğunda (uç sayısı) üretilecek halılarda PAN ipliklerin tercih edilmesi gerektiğinin ispatıdır. İstatistiksel modeldeki değişkenlerin modeli % 85,2 oranında açıkladığı görülmektedir.

Analiz verilerine göre karışım oranının kıvrım büzülmesi üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür.

- Isıl işlemler sonrası ipliklerin boyut değiştirme kararlılığının tespit edilmesi için yapılan sıcakta çekme testi sonuçları incelendiğinde %100 PAN ipliklerin sıcakta çekmesinin en düşük olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda sonuçların sadece karışım oranına bağlı olarak değişmediği görülmüştür. İpliklerin üretim sırasında maruz kaldığı sıcaklık süresinin farklılığı nedeniyle sıcaklık karşısında sıcakta çekme değişim oranlarının farklı olması bu durumu açıklamaktadır. Bu durum sıcakta çekme değeri düşük olan ipliklerden üretilen halıların hav boyları zemin kaplama sırasında uygulanan ısı işlem sonunda daha az değiştirecektir. Kurulan istatistiksel modeldeki değişkenlerin modeli %98,2 oranında açıkladığı görülmektedir. Analiz verilerine göre karışım oranının ipliğin sıcakta çekme değeri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür.
- Toz alma işlemi uygulanan halıların ilmek çıkarma kuvveti sonuçları incelendiğinde tüm halılarda iç hav ilme çıkarma kuvvetinin, dış hav ilme çıkarma kuvvetinden düşük olduğu görülmüştür. Bu durum zemin kaplama işleminde uygulanan SBR lateksin iç havlara yeterince nüfuz etmediğini (hav ipliği üzerinde ilerlemenin olmadığı) göstermiştir.
- İç ve dış ilme çıkarma kuvveti PAN karışımlı ipliklerde en yüksek değerlerde olduğu gözlemlenmiştir. Kullanılan SBR lateksin ilmek ve atkıyı birbirine yapıştırma (bağlama) gücünün PAN karışımlı ipliklerden üretilen halılar için daha iyi olduğunu göstermiştir. Bu durumda % 100 CV ve karışımlı ipliklerden elde edilecek halılar için SBR lateks kullanımı ilme çıkarma kuvvetini düşürecektir. Kullanılan lateksin etkinliğinin tespiti, kullanım sürecinde ve ürünün temizliği esnasında (yüksek vakumlu elektrikli süpürge ile vakum) hav ilmeleri halı tabanından ayrılma eğiliminin tespiti için ilme çıkarma kuvveti testine ihtiyaç duyulmuştur. İç

hav ilme çıkarma kuvveti için kurulan istatistiksel modeldeki bağımsız değişkenin modeli %92,6 oranda açıklayabildiği görülmektedir. İstatistiksel analiz verilerine göre karışım oranının ilme çıkarma kuvveti üzerinde etkisinin anlamlı olduğunu göstermiştir. Dış hav ilme çıkarma kuvveti için kurulan istatistiksel modeldeki %95,7 oranında açıklayabilmektedir. Analiz verilerine göre bağımsız değişkenin etkisinin dış hav ilme çıkarma kuvveti üzerinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

- Üretilen halıların sıkıştırılabilirlik ve rezilyans test sonuçları incelendiğinde sıkıştırma işi değerinin en yüksek %100 PAN ipliklerden elde edilen numunede olduğu görülmüştür. %20/80 CV/PAN iplikten üretilen numunelerin ise %50/50 CV/PAN iplikten daha düşük olduğu görülmüştür. Bu durum yapılan kantitatif ölçüm sonucu karışımındaki CV oranının belirlenenden daha fazla olması ile açıklanabilir. Ayrıca ölçülen ilk hav yükseklikleri verileri incelendiğinde %50/50 CV/PAN halı numunesinin ilk hav yüksekliğinin %20/80 CV/PAN halı numunesinden daha fazla olması bu durumu daha iyi açıklamaktadır. Sonuçlar %100 PAN ipliklerden elde edilen halıların sıkıştırılabilirmeleri için gereken enerji miktarının %100 CV ipliğinden üretilen halılara göre daha fazla olacağını göstermektedir. Diğer bir ifade ile PAN ipliklerden üretilen halıların CV ipliklerden daha dolgun (hacimli) ve daha rijit bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Hacimli halı istenildiğinde PAN iplikli halılar, yumuşak tuşeli halılar talep edildiğinde ise CV halıların tercih edilmesi gerekliliğini göstermektedir. Analiz edilen verilerle elde edilen istatistiksel modelde karışım oranının modeli %77,3 gibi bir oranda açıklayabildiğini göstermiştir. Ayrıca istatistiksel analiz sonucunda karışım oranının sıkıştırma işi üzerinde etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür.
- Sıkıştırılabilirlik testi sonunda elde edilen geri dönen iş verileri incelendiğinde %50/50 CV/PAN halı numunelerinin değerinin en yüksek olduğu görülmüştür. Başka bir ifade ile hav yüzeyine uygulanan yükün

alınması durumunda harcanan enerjinin en yüksek olduğunun ifadesidir. Bu durum ölçülen hav ağırlığı ile açıklanmaktadır. Dolayısıyla %50/50 CV/PAN halı numunesinin hav ağırlığının diğer numunelerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Yüzeye uygulanan sıkıştırma kuvveti aynı fakat hav yoğunluğu fazla olduğu için geri dönen iş için harcanan enerji miktarı bu numunede en fazladır. En düşük değer ise %100 CV halı numunesine aittir. İplik kıvrım büzülmesi değerlerinin de bu duruma etkisi olmuştur. Yapılan istatistiksel analizde bağımsız değişkenin modeli %44,8 oranında açıklayabildiğini göstermektedir. İstatistiksel analiz sonucunda ise $p < 0,05$ olduğu için karışım oranının geri dönen iş üzerinde anlamlı etkisinin olduğunu göstermiştir.

- Halı numunelerinin iş geri dönüş sonuçları incelendiğinde en düşük değer %100 PAN ipliğinden üretilen halı numunesinde gözlemlenmiştir. Bu durum halı havlarının yükleme sırasında ilk haline dönme yeteneğini açıklamaktadır. Dolayısıyla %100 PAN ipliklerden elde edilen halıların hav deformasyonun diğer numunelere göre daha iyi olduğunu göstermektedir. %50/50 CV/PAN numunesinin bu değeri ise en yüksektir. Bu durum ise ilk kalınlık ve kıvrım büzülmesi değerleri ile açıklanmaktadır. İstatistiksel analizler sonucunda elde edilen verilere göre bağımsız değişkenin modeli %27,6 oranında açıkladığı görülmüştür. Analiz sonucunda karışım oranının iş geri dönüş üzerinde etkisinin $p > 0,05$ olduğu için anlamlı olmadığını göstermektedir. ($p=0,149$)
- Sıkıştırma geri dönüş verileri incelendiğinde en düşük değeri %100 CV halı numunesinde olduğu görülmüştür. %20/80 CV/PAN ve %100 PAN halı numunelerinin değerlerinin yakın olduğu görülmüştür. İstatistiksel veriler incelendiğinde bağımsız değişkenin modeli %61 oranında açıklayabildiği görülmüştür. Bu değerin yüksek olması hav ipliğinin deformasyonun az olacağını ifadesidir. Yani PAN elyaf oranı yüksek ipliklerden üretilen halıların deformasyonunun en az olacağını

göstermektedir. Ayrıca istatistiksel analiz sonucunda karışım oranının sıkıştırma işi üzerinde etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür.

- Dinamik yük altında kalınlık kaybı verileri incelendiğinde %100 CV halı numunesinde kalınlık kaybının en yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum yoğun trafiğe maruz kalan bölgelerde iplik deformasyonunun en fazla %100 CV'den üretilen halılarda görüleceğini göstermektedir. İplik yapısındaki PAN elyaf oranının artması ile deformasyonun düştüğü görülmüştür. %20/80 CV/PAN halı numunesinin performansının %100 PAN halılardan daha kötü olması beklenirken tersi bir durum gözlemlenmiştir. Bu durumu ilk hav kalınlığını ve hav yoğunluğunun düşük olması ile desteklenmektedir. Kalınlık kaybı oranının düşük olması yüzeye uygulanan darbeler sonrası gözlemlenen deformasyonun iyi olduğunu ifade etmektedir. İstatistiksel analizler sonucunda elde edilen kalınlık kaybı verilerine göre bağımsız değişkenin modeli %76,6 oranında açıkladığı görülmüştür. Analiz sonucunda karışım oranının dinamik yük altında kalınlık kaybı üzerinde etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.
- Kısa süreli statik yük altında kalınlık kaybı ve rezilyans verileri incelendiğinde genel olarak yapıdaki CV oranı düştükçe değerin azaldığı görülmüştür. %100 CV iplikten üretilen halı numunesinin kalınlık kaybı değerinin en yüksek olması statik yüke maruz kalan yüzeyde gözlemlenen deformasyonun en fazla olduğu görülmektedir. %100 PAN halının performansının en iyi olması beklenirken %20/80 CV/PAN halının değerinin daha iyi olması ilk hav yüksekliğinin yüksek olması ile açıklanmaktadır. Genel olarak statik yüke maruz kalan halılarda, yükleme sonrası kullanım performansı açısından oluşabilecek deformasyonun olması tercih edilir. Bu durum %100 PAN ipliklerden halıların tercih edilmesi gerektiğini göstermiştir. Rezilyans değeri ise hav ipliğinin ilk kalınlığa dönebilme yeteneğinin sayısal ifadesidir. Rezilyans değeri yüksek

olması ürünün kullanım performansının ve kullanım ömrünün daha iyi olacağı anlamını taşımaktadır. Halıdan beklenen özellikler arasında tuşe birinci öncelikte değilse %100 PAN ipliklerden üretilen halıların tercih edilmesi gerektiğini göstermektedir. %50 ve üzeri PAN karışumlu ipliklerden elde edilen halıların rezilyans değerlerinin diğer halılara göre yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum iplik kıvrım büzülmesi değerleri ile açıklanmaktadır. Yani kıvrım büzülmesi (iplik hacmi) yüksek olan PAN ipliklerden üretilen halıların rezilyans değerinin daha yüksek olduğunu göstermiştir. İstatistiksel analizler sonucunda elde edilen kalınlık kaybı verilerine göre bağımsız değişkenin modeli %94,6 oranında açıkladığı görülmüştür. Analiz sonucunda karışım oranının kısa süreli statik yük altında kalınlık kaybı üzerinde etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. İstatistiksel analizler sonucunda elde edilen rezilyans verilerine göre bağımsız değişkenin modeli %66,5 oranında açıkladığı görülmüştür. Analiz sonucunda karışım oranının kısa süreli statik yük altında rezilyans değeri üzerinde etkisinin $p < 0,05$ olduğu için anlamlı olduğunu göstermektedir. ($p = 0,018$)

- Uzun süreli statik yük altında kalınlık kaybı ve rezilyans testi halı yüzeyi üzerinde bulunan mobilya, sandalye, masa vb. gibi baskı uygulayan materyallerin halı yüzeyinde oluşturduğu deformasyonu ve bu yükler kalktıktan sonra havların eski formuna dönme yeteneklerinin belirlenebilmesi için yapılmıştır. Veriler incelendiğinde uzun süreli statik yüke maruz kalan halılarda kalınlık kaybı değerleri birbirlerine çok yakındır. Fakat %50/50 ve %20/80 CV/PAN karışumlu ipliklerden elde edilen numunelerin değerlerinin en düşük olduğu görülmüştür. Rezilyans verileri incelendiğinde ise %100 PAN ipliklerden elde edilen halıların performansının en iyi olduğu görülmüştür. Bu durum havların ilk formuna dönme yeteneğinin en iyi %100 PAN halılarda olduğunu ifade etmektedir. İstatistiksel analizler sonucunda elde edilen kalınlık kaybı verilerine göre

bağımsız değişkenin modeli %60,4 oranında açıkladığı görülmüştür. Analiz sonucunda karışım oranının uzun süreli statik yük altında kalınlık kaybı üzerinde etkisinin $p<0,05$ olduğu için anlamlı olduğunu göstermektedir. ($p=0,039$) İstatistiksel analizler sonucunda elde edilen rezilyans verilerine göre bağımsız değişkenin modeli %87,2 oranında açıkladığı görülmüştür. Analiz sonucunda karışım oranının uzun süreli statik yük altında rezilyans değeri üzerinde etkisinin anlamlı olduğunu göstermektedir. Kullanım sırasında halıların üzerine uzun süreli statik yük altında (mobilya vb.) havların deformasyonuna bağlı olarak halı yüzeyinde izler (gölgelenmeler) oluşmaktadır. Elde edilen veriler doğrultusunda bu riski minimum hale getirebilmek halıda PAN iplik oranı yüksek halıların tercih edilmesi gerektiğini göstermektedir.

- Toz alma işlemi uygulanmayan halıların hekzapod testi sonrası elde edilen tozuma verileri incelendiğinde, tozuma oranının %100 CV ipliklerden üretilen halı numunesinde en yüksek değerde olduğu görülmüştür. İplikteki PAN elyaf oranının artmasıyla tozuma değerlerinde azalma görülmüştür. %100 PAN ipliklerle üretilen numunelerin tozuma değerinin %20/80 CV/PAN halı numunesinden düşük olması PAN elyaf ve iplik kopma mukavemeti değerlerinin yüksek olması ile açıklanmaktadır. Bir başka ifade ile kopma mukavemetinin yüksek olması yüz yüze dokunan halının kesilmesi sırasında bıçağın PAN iplikleri keserken daha fazla deforme etmesi ile açıklanmaktadır. Ayrıca elde edilen iplik tüylülüğü verileri de gözlemlenen sonucu desteklemektedir. Bu durum CV elyafının tercih edildiği ipliklerle üretilen halılarda tozumanın PAN elyafından üretilenlere göre daha fazla olacağını göstermektedir.
- Toz alma işlemi uygulanan halıların hekzapod testi sonrası elde edilen verileri incelendiğinde ise işlem öncesi elde edilen sonuçlara benzer sonuçlar olduğu görülmüştür. %100 CV ipliğinden üretilen halıların tozuma değerlerinin en yüksek, %100 PAN halıların ise en düşük değere

sahip olduğu görülmüştür. %100 PAN, %20/80 CV/PAN ve %50/50 CV/PAN ipliklerden elde edilen halıların değerlerinin birbirlerine yakın olduğu görülmüştür. Yapıdaki PAN elyaf oranının artmasıyla tozuma değerinin azaldığı gözlemlenmiştir.

- Toz alma işlemi uygulanan halıların tozuma değerlerinin işlem uygulanmayan halılara göre azaldığı görülmüştür. Bu nedenle toz alma işlemi sonrası tüm numunelerin iplik kesitindeki elyaf kaybının kullanım sırasında azalacağı anlamı taşımaktadır. Uygulanan toz alma işleminin son kullanıcı açısından halıların tozuma problemine olumlu yönde etkide bulunduğu görülmüştür. İstatistiksel analiz verilerine göre toz alma işleminin ve karışım oranının tozuma üzerine etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür ($p=0,000$). Ayrıca toz alma işlemi*karışım oranının halı tozuma derecesi üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir ($p=0,402$).

Çalışmada elde edilen verilerin İstatistiksel anlamda değerlendirme sonuçları Çizelge 5.1, Çizelge 5.2 ve Çizelge 5.3' de özet olarak belirtilmiştir.

Çizelge 5.1. Karışım oranının iplik özellikleri üzerindeki etkisinin istatistiksel durumu

İplik Özellikleri	Tek kat iplik		Katlı iplik	
	p değeri	sonuç	p değeri	sonuç
İplik Kopma Mukavemeti	0,000	anlamlı	0,000	anlamlı
İplik Kopma Uzaması	0,000	anlamlı	0,000	anlamlı
İplik Düzgünsüzlüğü	0,000	anlamlı	0,000	anlamlı
İnce Yer Hatası (-%50)	0,637	anlamsız	-	-
Kalın Yer Hatası (+%50)	0,033	anlamlı	-	-
Neps Hatası (+%200)	0,000	anlamlı	-	-
İplik Tüylülüğü (H)	0,000	anlamlı	0,000	anlamlı
Kıvrım büzülmesi (%)	-	-	0,000	anlamlı
Sıcakta Çekme (%)	-	-	0,000	anlamlı

Çizelge 5.2. Karışım oranının halı özellikleri üzerindeki etkisinin istatistiksel durumu

Halı Özellikleri	p değeri	Sonuç
İç Hav İlme Çıkarma Kuvveti (grf)	0,000	anlamlı
Dış Hav İlme Çıkarma Kuvveti (grf)	0,000	anlamlı
Sıkıştırma İş (j/m ²)	0,000	anlamlı
Geri Dönen İş (j/m ²)	0,014	anlamlı
İş Geri Dönüş (%)	0,149	anlamsız
Sıkıştırma Geri Dönüş (%)	0,001	anlamlı
Dinamik Kalınlık Kaybı (%)	0,000	anlamlı
Kısa Süreli Statik Kalınlık Kaybı (%)	0,000	anlamlı
Kısa Süreli Statik Rezilyans (%)	0,018	anlamlı
Uzun Süreli Statik Kalınlık Kaybı (%)	0,039	anlamlı
Uzun Süreli Statik Rezilyans (%)	0,000	anlamlı

Çizelge 5.3. Toz alma işleminin ve karışım oranının tozuma derecesi üzerinde etkisinin istatistiksel durumu

Parametre	Tozuma Derecesi (%)	
	p değeri	Sonuç
Toz Alma İşlemi	0,000	anlamlı
Karışım Oranı (%)	0,000	anlamlı
Toz Alma İşlemi * Karışım Oranı	0,402	anlamsız

5.2. Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler

Bu tez çalışması esas alınarak yapılabilecek sonraki çalışmalar için aşağıdaki çalışma önerileri sunulabilir.

- İpliklerin karışım oranı sabit tutularak farklı elyaf inceliği ve uzunluğunda hammaddeler kullanılarak numuneler üretilebilir. Elyaf inceliğinin ve uzunluğunun numunelerin tozuma dereceleri ve kullanım performansları incelenebilir.
- CV elyafının karışım oranı sabit tutularak, kuru ve yaş çekim prensibine göre üretilen PAN elyaf karışımlı iplikler üretilebilir. Bu ipliklerden aynı üretim parametrelerinde halılar üretilebilir. Bu durumda elyaf çekim yönteminin kullanım performansı ve tozuma üzerindeki etkisi incelenebilir.
- Farklı büküm sayılarında iplikler üretilerek, büküm faktörünün halıların kullanım performansları ve tozuma derecelerine etkileri incelenebilir.
- İplik numaraları daha yüksek iplik numunelerinden aynı parametrelerde halı numuneleri üretilerek iplik numarasının performans ve tozuma derecelerine etkileri incelenebilir.
- İpliklere boyama işlemi yapılarak bu işlemin halıların kullanım performansı ve tozuma derecesi üzerindeki etkisi incelenebilir.
- CV ve PAN karışımlı ipliklerden üretilen halılar için kullanılan sadece PAN ipliklere uygun olduğu tespit edilen SBR lateks yerine iki iplik türü için yapıştırma gücü kuvvetli lateks araştırması yapılabilir.
- Çalışma için üretilen iplikler kullanılarak, farklı hav yüksekliklerinde (lanset) halı numuneleri üretilerek, bunlar arasında kalınlık kayıpları ve rezilyans özellikleri değerlendirilebilir.
- Daha düşük uç sayısında (point sayısı) halı numuneleri üretilerek uç sayısının kullanım performansı ve tozuma derecesi üzerindeki etkileri incelenebilir.

- Kullanılan ipliklerin maliyetlerini azaltabilmek amacıyla farklı özelliklerde (elyaf kalınlığı 1.3 dtex'ten daha yüksek PAN elyafı) elyaflar tercih edilebilir.
- Toz alma makinesinin tuşe üzerindeki etkisi incelenebilir.
- CV ve PAN ipliklerden elde edilen halılara kullanım performansı açısından güç tutuşurluk testleri yapılabilir. Böylece bu halıların tercih edilecekleri bölgeler optimum karışımlı halıların üretimi için sonuçlar elde edilebilir.
- Halı numuneleri için yıkama prosesi geliştirilerek yıkama işleminin tozuma üzerinde etkisi incelenebilir.
- Tozuma derecesi yüksek halı numuneleri için, tuşeyi negatif yönde etkilemeyecek tozumayı azaltan bitim işlemi geliştirebilir ve uygulanabilir.
- Performans testleri toz alma işlemi uygulanan ve uygulanmayan tüm numunelere yapılarak toz alma makinesinin ipliklerin deforme olmasına, halıların kalınlık kaybı ve rezilyans değerlerine etkisi araştırılabilir.
- Halıların tuşe/tutum özelliklerinin objektif değerlendirilmesini sağlayacak bir yöntemin geliştirilmesi için çalışma yapılabilir.



KAYNAKLAR

- Ağır, Y., Bağlıbel, M., Samancıoğlu, M., Uygun, E., elikel, C., Erol, E., zdiņ, ., Tlel, T., 2015. Makine Halıcılığında Apre-Konfeksiyon Kitabı. Gaziantep Üniversitesi, Avrupa Birliği Ve T.C. Destekli Proje.
- Babaarslan, O., 2016. ştapel İplik Eğirme Teknolojileri Ve Pamuk, 21.Yüzyılda Pamuk alıştayı Ve Pamukta Kontaminasyonun nlenmesi, Kahramanmarař.
- Celik, N. , Kaynak, H. K. , Deđirmenci, Z. ,2009. Performance Properties Of Wilton Type Carpets With Relief Texture Effect Produced Using Shrinkable, High Bulk And Relaxed Acrylic Pile Yarns. Association Of Textile, Apparel And Material Professionals, Pp. 43-47.
- Celik, N. , Koc, E. , 2007.An Experimental Study On Thickness Loss Of Wilton Type Carpets Produced With Different Pile Materials After Prolonged Heavy Static Loading. Part 2: Energy Absorption And Hysteresis Effect. Fibres& Textiles İn Eastern Europe, Vol.15, İssue 3(62), Pp. 87-92.
- Dalcı, S., 2006. Makine Halısı retim Parametrelerinin Halı Performansına Olan Etkilerinin Araştırılması. Kahramanmarař Stc İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstits Tekstil Mhendisliđi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Dd Iso Pas 11856:2003 – Textile Floor Coverings – Test Methods For The Determination Of Fibre Bind.
- Erdoğan, . H., 2012.Effect Of Pile Fiber Cross Section Shape On Compression Properties Of Polypropylene Carpets. The Journal Of The Textile Institute, Vol.103, İssue 12, Pp. 1369-1375.
- Erol, H. Spss Paket Programı İle İstatiksel Analizi, Adana, 2010.
- Günaydın, E., Kibarodlu, A.Y., 2016. Makine Halısı retiminde n Tehlike Listesi Yöntemi İle Risk Envanteri Oluşturulması. Ankara.
- Güneşoğlu, S., 2017. Yüz Yüze Dokuma Halılarda Hav Yüksekliğinin Halıların Bazı Mekanik zelliklerine Etkisi, Tekstil Ve Mühendis, 24: 105, 25

- Güneydoğu Anadolu Halı İhracatçıları Birliği, 2011. Türkiye Dokuma Makine Halıcılık Sektörü: Envanter, Projeksiyon Ve Analiz. Syf.3-42.
- <http://Sanayi.Tobb.Org.Tr/>, İllere Göre Üretim Kapasiteleri, Mart 2016.
- <http://Volkaniset.Blogspot.Com/2012/11/Spssmanova.Html>, Mayıs 2014.
- <http://Volkaniset.Blogspot.Com/P/Spssunivariate-Anova.Html>, Mayıs 2014.
- <http://Www.Halicilarodasi.Com/Tarihcemiz.Asp>, 2017
- <Http://Www.Ihib.Org.Tr/Tr/Agustos-2017>, 2017
- http://Www.Wira.Com/Carpets_And_Floorcoverings.Html, Ekim 2018.
- https://Acikders.Ankara.Edu.Tr/Pluginfile.Php/233/Mod_Resource/Content/4/11-Coklu%20regresyon.Pdf, Temmuz 2012.
- Ishtiaque S.M., Sen, K., Kumar A.,2014. Influence Of Yarn Structures; Part A: On Carpet Compressional Performance Under Static And Dynamic Conditions. The Journal Of The Textile Institute, Vol. 106, Issue 11, Pp. 1190-1202.
- Iso 139:2005 – Textiles – Standard Atmospheres For Conditioning And Testing.
- Iso 8543:1998 – Textile Floor Coverings – Methods For Determination Of Mass.
- Javıdpanah, M., Shaikhzadeh N.S., Dayıary, M., 2015. Study On Thickness Loss Of Cut-Pile Carpet Produced With Heat Process Modified Polyester Pile Yarn. Part I: Dynamic Loading. The Journal Of The Textile Institute, Vol. 106, Issue 3, Pp. 236-241.
- Koc, E., Celık, N., Tekın, M., 2005.An Experimental Study On Thickness Loss Of Wilton-Type Carpets Produced With Different Pile Materials After Prolonged Heavy Static Loading: Part 1: Characteristic Parameters And Carpet Behavior. Fibres& Textiles İn Eastern Europe, Vol. 13, Issue 52, Pp. 56–62.
- Korkmaz, Y.,Kocer D.S., 2010. Polipropilen Makine Halısı Üretim Parametrelerinin Halı Performansına Olan Etkileri. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 4, No: 1, (48-58)

- Mengüç, G. S., 2016. Akrilik/Yün/Angora Lifi Karışımlarından Üretilen İplik Ve Kumaşların Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, Tekstil Ve Konfeksiyon, 26(1), 40-47.
- Özdil, N., Bozdoğan, F., Kayseri, Ö., Süpüren Mengüç, G., 2012. Compressibility And Thickness Recovery Characteristics Of Carpets, Tekstil Ve Konfeksiyon, 3:203-211.
- Sarioğlu, E., 2008. A Study On Warp Yarns Used For Carpets, Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Sheikh, H., Shaikhzadeh, N. S., Etrati, S. M., Bıdgoly, M. D., 2012. Effect Of The Acrylic Fibre Blend Ratio On Carpet Pile Yarn Compression Behavior. Fibres & Textiles In Eastern Europe, Vol. 20, Issue 4(93), Pp.77-81.
- Uyanık, S., 2012. Makine Halısı Üretimi Kitabı Yüz Yüze Halı Dokuma Yapıları, Gaziantep Üniversitesi Tekstil Mühendisliği, Syf 121-147.
- Van De Wiele Carpets Weave Structure Catalogue.
- Vuruşkan, D., 2017. Carpet Fiber Mobility Due To Traffic Wear, Industria Textila, Vol. 68, Nr. 3, 209-212
- Wira Digital Carpet Thickness Gauge Manual.
- Www.İtkib.Org.Tr/Duyurular/Sirkuler/Dosyalar/Ihıb_Sertifika prg genel bilgi.Docx, Halı Bakım Onarımı Eğitim Notları. , 2010.



ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Manisa/Gördes'te doğdu. İlköğrenimini Adıyaman Yavuz Selim İlkokulunda, Orta öğrenimini Aşgabat Türkmen-Türk Anadolu Lisesi'nde, Lise öğrenimini ise Adıyaman Anadolu Lisesi'nde tamamladıktan sonra 2005 yılında Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde başladığı Lisans eğitimini 2009 yılında tamamladı. 2009 yılında Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde Yüksek Lisans eğitime başladı. 2009 yılında Gaziantep Organize Sanayi Bölgesinde Angora Halı'da Kalite Kontrol Elemanı olarak iş hayatına başladı. 2010-2013 yılları arasında Piramit Golteks'te Konfeksiyon Sorumlusu olarak çalıştı. 2013-2018 yıllarında Kartal Halı Tekstil San ve Tic. A.Ş 'de Kalite Kontrol Müdürü olarak çalıştı. Çalışma hayatına Milat Halı Kalite kontrol Müdürü olarak devam etmektedir.