

FAKTÖRİYEL DENEYSEL TASARIM UYGULANARAK KUMAŞ KONFOR ÖZELLİKLERİNE ETKİ EDEN PARAMETRELERİN TAHMİN EDİLMESİ

Gülşah SARIKAYA^{1*}, Aysun SAĞBAŞ², Yüksel İKİZ³

¹ Beykent Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Tekstil Teknolojisi Programı, İstanbul, Türkiye

² Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

³ Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Denizli, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Faktöriyel tasarım
Çok katlı dokuma kumaş
Konfor özellikleri
Varyans analizi

Özet

Bu çalışmada, tepki yüzeyi tasarımlarından faktöriyel deneysel tasarım uygulanarak çok katlı kumaş yapıları için kumaş konfor özelliklerine etki eden parametreler ve etki dereceleri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, farklı bağlantı sayılarına sahip bezayağı, dimi ve saten olmak üzere dokumanın üç temel örgüsü kullanılarak tek katlı, iki katlı ve üç katlı % 100 pamuklu kumaşlar üretilip, üretilen kumaşların konfor özellikleri (ısı direnç, ısı soğurganlık, su buharı direnci) ölçülmüştür. Kumaş yapıları her 100 atkıda yaptıkları bağlantı sayıları esas alınarak bezayağı 50, dimi 25 ve saten 20 bağlantı sayısı ile ifade edilmiştir. Kat sayısı ve bağlantı sayısı bağımsız değişken, kumaş konfor özellikleri ise bağımlı değişken olarak seçilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre kat sayısı ve bağlantı sayısı gibi kumaş yapısal özelliklerinin ısı direnç, ısı soğurganlık ve su buharı direnci gibi kumaş konfor özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

PREDICTION OF PARAMETERS AFFECTING OF FABRIC COMFORT FEATURES WITH FACTORIAL EXPERIMENTAL DESIGN

Keywords

Factorial design
Muti-layer woven fabrics
Comfort properties
Variance analysis

Abstract

In this study, parameters and their degree of influences on fabric comfort features were studied with factorial experimental design of response surface for multi-layer fabric structures. For this purpose, single-layer, double-layer and triple-layer 100% cotton fabrics were produced using basic weaving techniques including plain, twill and satin with different number of connections and the comfort properties (thermal resistance, thermal absorptivity, water vapor resistance) of the produced fabrics were measured. Fabric structures were classified based on the number of connections per 100 weft with plain weave 50, twill weave 25 and satin weave 20 number of connections. Ply numbers and number of connections were selected as independent variables, comfort features of fabric were selected as dependent variables. According to variance analysis results; it was seen that the effect of fabric structural features; such as ply numbers and number of connections are statistically significant to the comfort features such as thermal resistance, thermal absorptivity, water vapor resistance.

1. Giriş

Dokuma kumaş yapıları, bezayağı, dimi ve saten örgülerinin kullanıldığı tek katlı yapılar olabildiği gibi, iki katlı (çift katlı), üç katlı ve çok katlı olarak da tasarlanabilir. Çok katlı dokuma yapılar genellikle konvensiyonel 2D dokuma prosesinde; birbirine dik

iki iplik sisteminin (atkı ve çözgü) ek bir iplik sistemi ile 3. boyut Z yönünde bağlanması ile ortaya çıkan yapılar için kullanılan bir terimdir (Ünal 2012). Literatürde zaman zaman çok katlı dokuma yapılar terimi "iki bileşenli çok katlı kumaşlar" olarak da ifade edilmektedir (Lomov 1997). Bu çalışmada kullanılan "çok katlı dokuma" ifadesi iki bileşenli çok katlı kumaşları belirtmektedir. Çok katlı dokuma

* İlgili yazar/Corresponding Author: gulsahsarikaya@beykent.edu.tr

yapılarının esas dokuması dış yüzüdür. Kumaşın dış yüzü çoğunlukla dokunun mukavemetini sağlar, aşınma dayanımını arttırır ve dış yüzeyde özel ipliklerin kullanımı ile kumaşın koruma yeteneklerini arttırabilir. İç kumaş yüzeyi ise daha çok hijyenik özellikler sağlarken, bazı durumlarda ise, iç yüzey mukavemet ve dış yüzey daha sıcak bir dokunuş sağlar (Shuakat, 2011). Bu şekilde üretilen iki katlı, üç katlı ve çok katlı kumaş örgüleri, teknik özellikleri ve görüntüleri ile karmaşık yapıya sahip olmalarına ve üreticiye bazı güçlükler getirmesine rağmen, tekstil endüstrisinde geniş yer tutmaktadır. Kumaşların termal özellikleri, giyim konforunun belirlenmesinde ana karakteristiklerden olduğundan, hem tekstil araştırmacıları hem de sektördeki üreticiler için önemlidir ve araştırılması gereken bir konudur.

Konfor; insan vücudu ile çevre arasında fizyolojik, psikolojik ve fiziksel uyumun sonucu ortaya çıkan "memnuniyet verici" olma duygusu olarak tanımlanmaktadır. Kumaşın ısı ve su buharı geçirgenliği özellikleri ve insan vücut yüzeyinden çevreye ısı iletme yeteneği giysinin termal konforunun belirlenmesinde en önemli faktörlerdir. Yüksek konforlu bir kumaştan üretilen giysinin; hareket rahatlığı (giysinin vücut hareketlerine kolaylıkla uyum sağlaması), çabuk kuruma, yumuşaklık ve deriyi tahriş etmeme, hafiflik, dayanıklılık, beğenilen bir tutum ve kolay bakım gibi özellikleri de sağlaması beklenmektedir (Önder, 2006). Son yıllarda tüketicilerin tekstil ürünlerinden beklentilerinin artması ve giysi tercihlerinde konforun ön sıralarda yer almaya başlaması araştırmacıların ve tekstil ve hazır giyim üreticilerinin ilgisinin daha konforlu giysi sistemlerinin üretilmesi konusuna yoğunlaşmasına neden olmuştur.

Yapılan literatür taraması sonucunda; çok katlı kumaş yapılarının kumaş konfor parametreleri ile ilişkisinin istatistiksel olarak değerlendirilmesiyle ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Önerilen çalışma ve araştırma konusu ile ilgili olarak değerlendirilebilecek çalışmalar; iplik (Das vd. 2007; Özkan ve Baykal 2013; Baykal ve Kenru 2014), dokuma kumaş (Das vd. 2009; Sabır ve Maralcan 2010), örme kumaş (Oğulata ve Maruz 2008; Altaş ve Kadoğlu 2009) ve bitim işlemleri (Ponnusami vd. 2006; Bingöl vd. 2010) performansına etki eden faktörlerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi konusunda olup, aşağıda özetlenmiştir.

Ponnusami vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada, faktöriyel deneysel tasarım tekniği; pH (2 ve 7), sıcaklık (20 ve 40), emici doz (5 ve 50 mg/l) ve düzeyleri düşük ve yüksek boyaların (50 ve 250 mg/l) başlangıç konsantrasyonunun etkisini incelemek için kullanılmıştır. Dört faktörün ana ve etkileşimleri istatistiksel olarak analiz edilmiştir ve bir regresyon modeli önerilmiştir. Das vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada, pamuk-akrilik karışımı ipliklerin iplik inceliği, azalan akrilik elyaf oranı ve büküm

seviyelerini incelemek amacıyla Box ve Behnken tarafından önerilen üç değişkenli faktöriyel tasarım tekniği, bu ipliklerin özelliklerine yukarıdaki değişkenlerin etkisini araştırmak için kullanılmıştır. Das vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada, pamuk-akrilik ipliklerden düz dokuma kumaş yapısı üretilmiştir. Pamuk-akrilik karışımı ipliklerin inceliği, azalan akrilik elyaf oranı ve büküm seviyelerini incelemek amacıyla Box ve Behnken tarafından önerilen üç değişkenli faktöriyel tasarım tekniği kumaş konfor özelliklerine, bu değişkenlerin etkilerini araştırmak için kullanılmıştır. Bu amaçla tepki yüzey denklemleri elde edilmiştir ve tasarım değişkenleri çeşitli kumaş özellikleri için optimize edilmiştir. Oğulata ve Mavruz (2008) tarafından yapılan çalışmada, aynı harmandan % 100 pamuklu Ne 30 ve Ne 40 numarada üretilen ring ve kompakt ipliklerin kalite özellikleri ile bu ipliklerden üretilen süprem, ribana ve interlok konstrüksiyonlarındaki örme kumaşların gramaj, patlama mukavemeti ve boncuklanma (pilling) özellikleri incelenmiştir. Üretilen iplikler arasındaki farklar bağımsız iki örnek t testi ile, deneysel çalışmalarda kullanılan parametrelerin gramaj ve patlama mukavemeti değerleri üzerindeki etkileri ise tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılarak değerlendirilmiştir. Altaş ve Kadoğlu (2009) tarafından yaptıkları çalışmada, Rocos kompakt ve klasik ring eğirme sistemlerinde üretilen viskon ipliklerden örme kumaşlar üretilmiştir. Bu çalışmada; "iplik numarası, büküm katsayısı ve eğirme sistemi" bağımsız parametreler, "kumaşın patlama mukavemeti, patlama yüksekliği, boncuk yoğunluğu, toplam boncuk sayısı, ağırlıklı toplam boncuk sayısı, ortalama boncuk yüksekliği ve boncuklanma derecesi" ise bağımlı parametreler olarak alınmıştır. Ring ve kompakt ipliklerden üretilen kumaşların patlama mukavemeti ve boncuklanma özellikleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olup olmadığını anlamak için elde edilen veriler faktöriyel ANOVA yöntemi ile %95 güven aralığında değerlendirilmiştir. Das vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada, polyester/viskon (PV) ile üretilen düz dokuma kumaşın nem transfer özelliği incelenmiştir. PV-karışımı iplikler ilk olarak harmanlanmıştır. Değişen karışım oranı, iplik numarası ve büküm seviyelerinin PV-karışımı ipliklerden kumaş üretimi için kullanılmıştır. Üç değişkenli Box ve Behnken faktöriyel tasarım tekniğini, kumaşların yukarıda belirtilen özelliklerine ve yukarıdaki değişkenlerin etkilerini incelemek için kullanmışlardır. Sabır ve Maralcan (2010) tarafından yapılan çalışmada, tekstil terbiyesinde mekanik apre işlemlerinden biri olan şardonlama işleminde, tambur hızının ve şardon pasaj sayısının çeşitli kumaş özelliklerine etkilerini incelemiştir. Çözgü ve atkı yönünde aynı olmak üzere Ne28/2 Polyester/Viskon+Elastan iplikten Z yönlü 2/1 dimi örgülü dokunan kumaş tipi seçilmiştir. Kumaşa 10 m/dk ve 20 m/dk hızlarda ayrı ayrı dörder pasaja kadar şardon yapılarak, her hız ve pasaj sayısı için en, gramaj, yıkama çekmesi, buhar çekmesi, elastikiyet ve ön yüz ile arka yüz pilling

(boncuklanma) testleri yapılmış ve elde edilen bulgular değerlendirilmiştir. Bingöl vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada, 2³ tam faktöriyel tasarım kullanılmıştır. Çalışmadaki üç faktör sıcaklık, çözeltinin başlangıç pH'ı ve dispersiyonun iyonik kuvvetidir. Maksimum absorpsiyon elde etmek için faktörlerin optimizasyonu etkisi normal olasılık grafikleri, etkileşim grafikleri, varyans analizi (ANOVA) ve Pareto grafikleri dahil edilerek yapılmıştır. Gerekli deneylerin toplam sayısını azaltmak için tasarlanmış istatistiksel tasarım deneyleri, seçilen koşulları dahilinde, bütün parametrelerin % 5 anlamlılık düzeyinde etkilendiğini belirtmiştir. Özkan ve Baykal (2013) tarafından yapılan çalışmada, iki farklı inceliğe (122, 283 dtex) ve iki farklı filament sayısına (68, 100) sahip POY (Partially Oriented Yarn) hammaddede olarak kullanılarak, POY bobinleri, hız üç seviyede (150, 300, 450 m/dk) ve basınç üç seviyede (3, 5, 6 bar) seçilerek puntalama işlemine tabi tutulmuştur. Puntalanan ipliklerin punta sayısı test edilmiş ve bu özellik tepki (bağımlı) değişkeni olarak değerlendirilmiştir. Filament inceliği, filament sayısı, puntalama hızı ve puntalama basıncı ise bağımsız değişkenler olarak alınmıştır. Genel Faktöriyel Tasarım uygulanmış ve etkiler değerlendirilerek sonuçlar yorumlanmıştır. Baykal ve Kenru (2014) tarafından yaptıkları çalışmalarında, Rocos® manyetik-mekanik kompakt iplik eğirme sistemi ve konvansiyonel ring iplik eğirme sisteminden elde edilen eşlenik ipliklerin tüylülük özellikleri karşılaştırılmıştır. %100 penye pamuk, %100 modal, %50/50 modal/penye pamuk ve %50/50 polyester/viskon hammaddeleri ile 3 farklı numarada Rocos® kompakt ve ring iplikleri üretilmiştir. Bu çalışmada; iplik eğirme sistemi ve iplik numarası bağımsız değişkenler, iplik tüylülüğü ise bağımlı değişken olarak alınmıştır. İpliklerin tüylülük özellikleri Zweigle G 567 tüylülük test cihazında test edilmiştir.

Bu çalışmada literatürdeki çalışmalardan farklı olarak, bezayağı, dimi ve saten olmak üzere dokumanın üç temel örgüsü için farklı bağlantı sayılarına sahip, tek katlı, iki katlı ve üç katlı % 100 pamuklu kumaşların konfor özelliklerine (ısı direnci, ısı soğurganlık, su buharı direnci) etki eden kat sayısı ve bağlantı sayısının etki düzeylerinin (ana etkiler ve etkileşimler) tahmin edilmesi için üç seviyeli ve üç faktörlü tam faktöriyel deneysel tasarım uygulanmıştır.

2. Materyal ve Metot

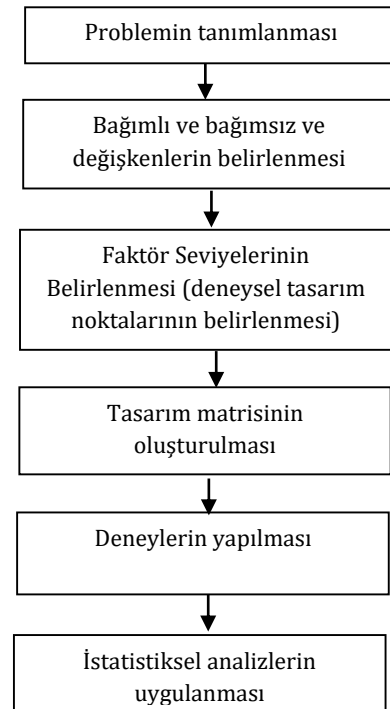
2.1. Çalışmada Kullanılan Materyal

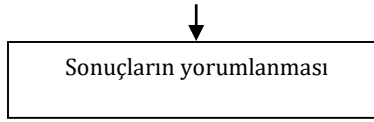
Çalışmada, farklı bağlantı sayılarına sahip bezayağı, dimi ve saten olmak üzere dokumanın üç temel örgüsü kullanılarak tek katlı, iki katlı ve üç katlı % 100 pamuklu kumaşlar Picanol Gammex armürlü dokuma makinesinde dokunmuştur. Kumaş yapıları her 100 adet atkıda yaptığı bağlantı sayısı esas alınarak bezayağı 50, dimi 25 ve saten 20 bağlantı sayısı ile

oluşturulmuştur. Konfor özelliklerine etki eden önemli parametrelerden biri olan kumaş kalınlığı için de her bir kat ve bağlantı sayısında ölçümler gerçekleştirilmiştir. Numunelerin çözgüsünde ve atkısında Ne 40/1 %100 pamuk ipliği kullanılmıştır. Dokunan kumaşların konfor özelliklerinden ısı direnci, ısı soğurganlık ve su buharı direnci özellikleri belirlenmiştir. Isıl direnci ve ısı soğurganlık testleri Alambeta cihazında, su buharı direnci testi ise Permetest cihazında yapılmıştır.

2.2. Uygulanan Metodoloji

Deney tasarımı, bir prosesteki girdi faktörleri üzerine istenilen değişikliklerin sistematik bir şekilde yapılmasıyla tepki değişkeni üzerindeki değişkenliğin gözlenmesi ve yorumlanması olarak tanımlanan bir kalite geliştirme tekniğidir. Deney tasarımının amacı bir sürecin gösterdiği davranışlar hakkında bilgi toplayarak, bu sürecin kalite karakteristiklerini etkileyen faktörleri belirlemek ve sürecin kalitesinin iyileştirilebilmesi için hangi faktörlerin hangi seviyede olması gerektiğini belirlemektir. (Montgomery, 2001; Myers, 2002; Demir, 2004; Baş, 2010) Bu çalışmada üç seviyeli ve üç faktörlü 3³ tam faktöriyel deneysel tasarım uygulanmış olup, her bir konfor özelliği için (tepki değişkenleri) toplam 27 deneysel tasarım noktasında deneme yapılmış ve ölçümler gerçekleştirilmiştir. Farklı bağlantı sayılarına sahip bezayağı, dimi ve saten olmak üzere dokumanın üç temel örgüsü kullanılarak tek katlı, iki katlı ve üç katlı % 100 pamuklu üretilen kumaşların konfor özelliklerinin ölçümleri laboratuvar koşullarında her bir deney noktasında üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve test sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Uygulanan tam faktöriyel deneysel tasarım için işlem adımları Şekil 1 de gösterilmiştir.





Şekil 1. Deneysel Tasarım İçin Akış Şeması

3. Araştırma Bulguları ve Değerlendirme

Çalışmada; kumaş konfor özelliklerine etki eden kat sayısı ve bağlantı sayısı bağımsız değişkenlerinin etki düzeylerini tahmin etmek için üç seviyeli üç faktörlü tam faktöriyel deneysel tasarım uygulanmıştır. Ölçümler laboratuvar koşullarında her bir deney noktasında üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve ilgili paket program kullanılarak istatistiksel analizler uygulanmış olup, ana etkiler ve etkileşimler tahmin edilmiştir. Elde edilen kumaş konfor özellikleri, kumaş kalınlığı, kumaş kat sayısı ve bağlantı sayısı için deney sonuçları Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Kumaş Konfor Özellikleri, Kumaş Kat Sayısı ve Bağlantı Sayısı Deney Sonuçları

Bağımlı Değişkenler		Bağımsız Değişkenler (Kumaş kat sayısı)								
		1.kat			2.kat			3.kat		
		20	25	50	20	25	50	20	25	50
Konfor özellikleri										
Kumaş Kalınlığı		0,000642	0,000360	0,000268	0,000718	0,000669	0,000478	0,001076	0,000988	0,000789
Isıl direnç (m ² / KW)		0,0062	0,0123	0,0051	0,0142	0,0118	0,0092	0,0262	0,0227	0,0178
		0,0068	0,0120	0,0055	0,0148	0,0125	0,0094	0,0247	0,0223	0,0194
		0,0068	0,0114	0,0064	0,0142	0,0129	0,0092	0,0247	0,0212	0,0169
Ort		0,00662	0,01192	0,00567	0,01443	0,01243	0,00928	0,02523	0,02209	0,01796
Standart Sapma		0.00034	0.00045	0.00066	0.00034	0.00055	0.00011	0.00086	0.00077	0.0012
Isıl soğurganlık (Ws ^{1/2} /m ² K)		218,9	164,5	234,3	159	187,7	174,1	127,3	131,2	130,7
		216,5	195,5	219,9	158,5	179,9	169,5	129,4	130,2	132
		220,5	195,6	229,5	167,1	168,3	177,2	120,1	135	141,4
Ort		218,63	185,2	227,9	161,53	178,63	173,6	125,6	132,13	134,7
Standart Sapma		2.0132	17.926	7.3321	4.8273	9.7618	3.8742	4.8774	2.5324	5.8386
Su buharı direnci (m ² Pa/W)		2,2	3,2	4,7	4,7	6,2	4,1	6,2	7	4,4
		2,9	3,7	5	4,1	5,4	4,8	5,8	7,6	6
		2,6	3,2	4,9	4,5	5,9	3,8	6	7,2	5,6
Ort		2,6	3,4	4,9	4,4	5,8	4,2	6,0	7,3	5,3
Standart Sapma		0.3511	0.2886	0.1527	0.3055	0.4041	0.5131	0.2	0.3055	0.8326

Tablo 2. Isıl Direnç İçin Varyans Analizi Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Model	1.081E-003	8	1.352E-004	279.88	< 0.0001
X ₁ (kat sayısı)	8.932E-004	2	4.466E-004	924.63	< 0.0001
X ₂ (bağlantı sayısı)	1.207E-004	2	6.037E-005	124.99	< 0.0001
X ₁ X ₂	6.751E-005	4	1.688E-005	34.94	< 0.0001
Model İstatistikleri					
Standart sapma	6.950E-004		R ²	0.9920	
Ortalama	0.014		R ² düzeltilmiş	0.9885	
CV %	4.98		R ² angörülen	0.9821	

3.1. Isıl Direnç İçin İstatistiksel Analiz

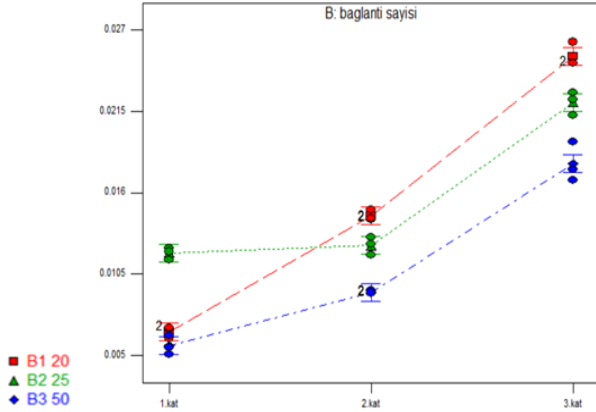
Isıl direnç (R, m²K/W) (Stabil durumda): Bir malzemenin iki kesiti arasındaki sıcaklık farkının, kesitler arasındaki ısı akış hızına bölünmesi ile tanımlanan ve ısı aktarımına direnci gösteren büyüklük olarak tanımlanır (Oğlakcıoğlu, 2013).

Bu çalışmada, % 100 pamuklu kumaş yapılarında kat sayısı ve bağlantı sayısı bağımsız değişkenler olarak seçilmiş olup, farklı bağlantı sayılarının ve farklı kat sayılarının ısı direnç üzerine etkisini değerlendirmek amacıyla istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Paket program ile % 95 güven aralığında (% 5 önem düzeyinde) varyans analizi (ANOVA) yapılarak ısı direnç üzerine etkisi önemli olan ana etkiler ve etkileşimler belirlenmiştir. Isıl direnç için ANOVA sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2 incelendiğinde; ısı direnç için % 5 önem düzeyinde ($\alpha = 0.05$) regresyon analizi sonuçlarının anlamlı olduğu, kat sayısı ve bağlantı sayısı değişkenlerinin (ana etkiler) etkisinin önemli olduğu görülmektedir.

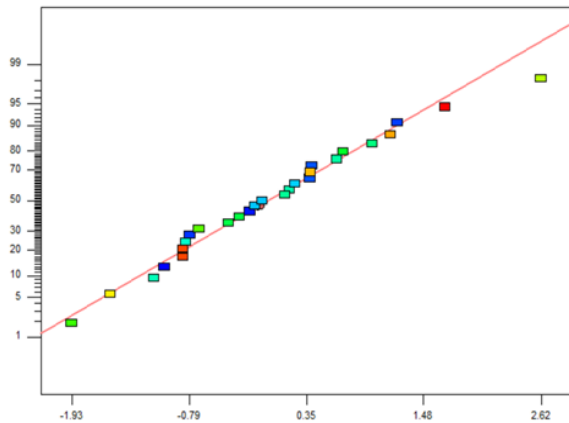
Ayrıca, kat sayısı ve bağlantı sayısı değişkenlerinin birlikte etkilerinin (etkileşim) de ısı direnç oldukça önemli bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Model istatistikleri incelendiğinde ise; ısı dirençteki

değişimin % 98 inin (R^2 düzeltilmiş) kat sayısı ve bağlantı sayısı özellikleri ile açıklanabileceği görülmektedir. Isıl direnç için kat sayısı ve bağlantı sayısı değişkenlerinin etkileşim grafiği Şekil 2'de verilmiştir.

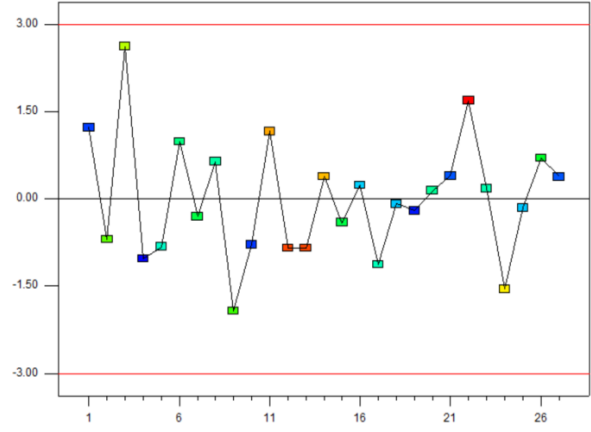


Şekil 2. Isıl Direnç için Kat Sayısı ve Bağlantı Sayısı Değişkenleri İle Etkileşim Grafiği

Şekil 2 incelendiğinde; bağlantı sayısının 25 olması durumunda; tek ve çift kat kumaş yapılarında ısı direnç değerinde önemli bir fark görülmez iken (kumaş kat sayısının ısı direnç üzerine etkisi istatistiksel olarak ihmal edilebilecek kadar önemsizdir), bağlantı sayısının 20 ve 50 olması durumunda, tek ve çift kat kumaş yapılarının ısı direnç değerindeki değişim oldukça önemli ve pozitif olarak görülmektedir. Kumaş kat sayısının tek kattan 2 kata çıkarılması durumunda bağlantı sayısının 20 ve 50 olması halinde, ısı dirençte önemli bir artma olacağı söylenebilir. Bağlantı sayısındaki değişimin ısı dirence etkisi tüm bağlantı sayıları için benzer olup, kumaş kat sayısının 2 kattan 3 kata çıkarılması durumunda ısı dirençte önemli bir artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Isıl direnç için ölçülen verilerin normal dağılıma uyduğu ve normallik varsayımını sağladığı görülmüştür (Şekil 3). Isıl direnç için sapma analizi gerçekleştirilmiş olup, ölçülen verilerin sapan değer (aykırı değer) grafiği Şekil 4'te verilmiştir. Şekil 4 incelendiğinde ± 3 sigma aralığında sapan değer olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 3. Isıl Direnç için Normal Dağılım Eğrisi



Şekil 4. Isıl Direnç için Sapan Değerler Grafiği

3.2. Isıl Soğurganlık için İstatistiksel Analiz

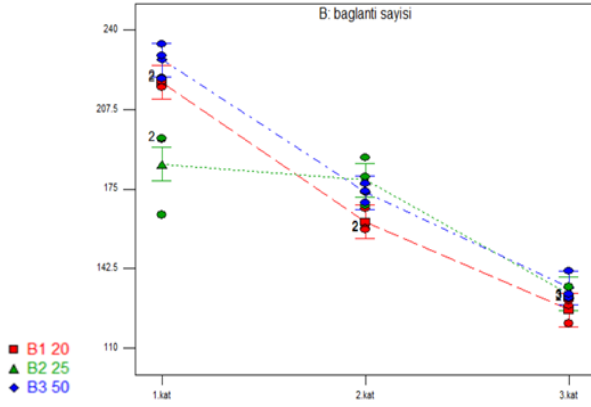
Isıl soğurganlık (b , $Ws^{1/2}/m^2K$) (Geçici durumda): Farklı sıcaklıktaki iki parça birbirine temas ettiğinde meydana gelen ani ısı akışıdır. Eğer ısı soğurganlık değeri düşük ise kumaş ilk temas anında sıcak his; yüksek ise soğuk his vermektedir (Oğlakcıoğlu, 2013).

Bu çalışmada, % 100 pamuklu kumaş yapılarında kat sayısı ve bağlantı sayısı bağımsız değişkenler olarak seçilmiş olup, farklı bağlantı sayılarının ve farklı kat sayılarının ısı soğurganlık üzerine etkisini değerlendirmek amacıyla istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Isıl soğurganlık için ANOVA analizi sonucu Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Isıl Soğurganlık için Varyans Analizi Sonuçları

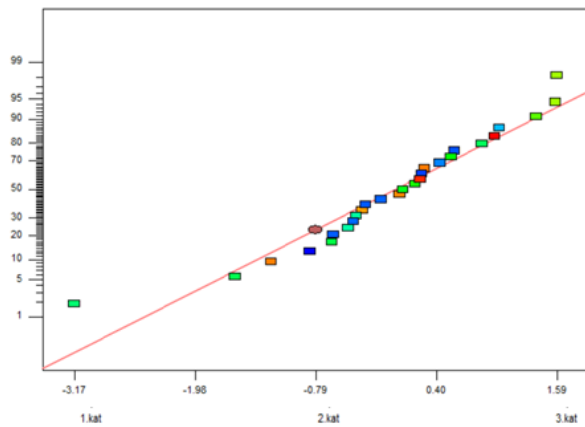
Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Model	32256.51	8	4032.06	62.88	< 0.0001
X_1 (kat sayısı)	28634.13	2	14317.07	223.28	< 0.0001
X_2 (bağlantı sayısı)	880.32	2	440.16	6.86	0.0061
$X_1 X_2$	2742.06	4	685.52	10.69	0.0001
Model İstatistikleri					
Standart sapma	8.01		R^2		0.9655
Ortalama	170.88		R^2 düzeltilmiş		0.9501
CV %	4.69		R^2 öngörülen		0.9223

Tablo 3 incelendiğinde; ısı soğurganlık için % 5 önem düzeyinde ($\alpha = 0.05$) regresyon analizi sonuçlarının anlamlı olduğu, kat sayısı ve bağlantı sayısı değişkenlerinin (ana etkiler) etkisinin önemli olduğu görülmektedir. Ayrıca, kat sayısı ve bağlantı sayısı değişkenlerinin birlikte etkilerinin (etkileşim) de ısı soğurganlık üzerinde oldukça önemli bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Model istatistikleri incelendiğinde ise; ısı soğurganlıktaki değişimin % 95 inin (R^2 düzeltilmiş) kat sayısı ve bağlantı sayısı özellikleri ile açıklanabileceği görülmektedir. Isıl soğurganlık için kat sayısı ve bağlantı sayısı değişkenlerinin etkileşim grafiği Şekil 5'te verilmiştir.

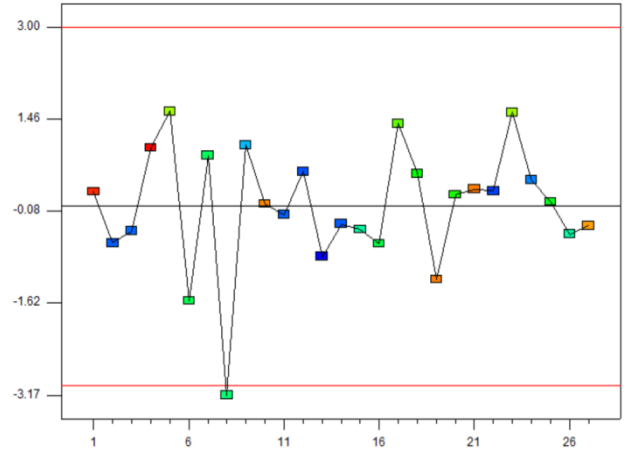


Şekil 5. Isıl Soğurganlığın Kat Sayısı ve Bağlantı Sayısı Değişkenleri ile Etkileşim Grafiği

Şekil 5 ten görüldüğü üzere; bağlantı sayısı 25 olması durumunda kumaş kat sayısında kumaşın tek ve çift kat olması ısı soğurganlık değerinde çok az bir fark olurken, 20 ve 50 bağlantı sayılarının oluşturduğu kumaş yapılarının tek ve ya çift kat olması durumunda, ısı soğurganlık değerindeki değişim oldukça önemli olmaktadır. Ayrıca; bağlantı sayısı 25 olması durumunda kumaş kat sayısında kumaşın iki ve üç kat olması ısı soğurganlık değerinde önemli bir azalma olurken, 20 ve 50 bağlantı sayılarının oluşturduğu kumaş yapılarının tek ve ya çift kat olması durumunda ısı soğurganlık değerindeki değişim oldukça önemli ve negatif olmaktadır. Isıl soğurganlık için ölçülen verilerin normal dağılıma uyduğu ve normallik varsayımını sağladığı görülmüştür (Şekil 6). Isıl soğurganlık için sapma analizi gerçekleştirilmiş olup, ölçülen verilerin sapan değer (aykırı değer) grafiği Şekil 7'de gösterilmiştir. Şekil 8 incelendiğinde ± 3 sigma aralığında 8. deney noktasında ihmal edilebilecek kadar küçük bir sapma değerinin olduğu görülmüştür.



Şekil 6. Isıl Soğurganlık İçin Normal Dağılım Eğrisi



Şekil 7. Isıl Soğurganlık İçin Sapan Değerler Grafiği

3.3. Su Buharı Direnci İçin İstatistiksel Analizi

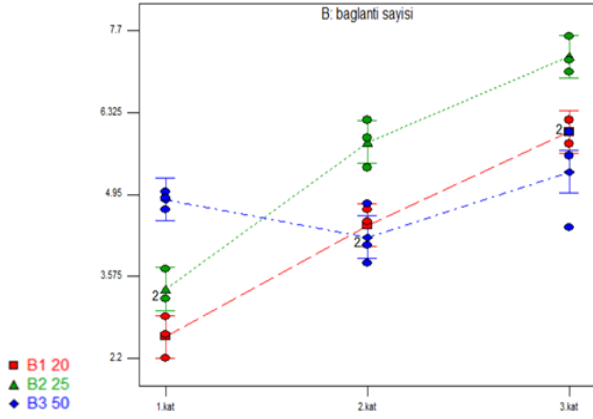
Su buharı direnci (m^2Pa/W): Bir malzemenin iki yüzeyi arasındaki su buharı basınç farkının, basınç değişimi yönünde birim alandaki buharlaşma ısı akışına oranı olarak tanımlanır (Bilgi, 2010).

Bu çalışmada, % 100 pamuklu kumaş yapılarında kat sayısı ve bağlantı sayısı bağımsız değişkenler olarak seçilmiş olup, farklı bağlantı sayılarının ve farklı kat sayılarının su buharı direnci üzerine etkisini değerlendirmek amacıyla istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Su buharı direnci için ANOVA analizi sonucu Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Su Buharı Direnci İçin Varyans Analizi Sonuçları

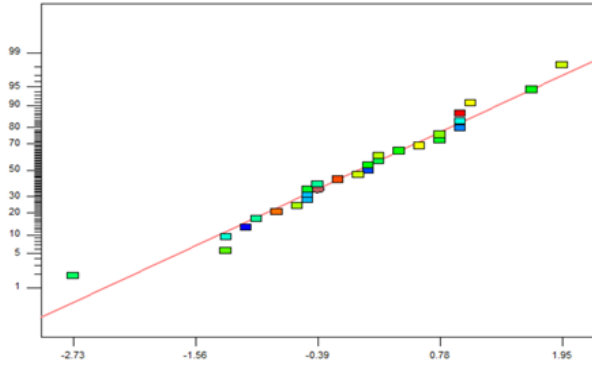
Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Model	48.97	8	6.12	34.94	< 0.0001
X_1 (kat sayısı)	30.45	2	15.22	86.90	< 0.0001
X_2 (bağlantı sayısı)	6.07	2	3.03	17.32	< 0.0001
$X_1 X_2$	12.46	4	3.11	17.78	< 0.0001
Model İstatistikleri					
Standart sapma	0.42		R^2	0.9395	
Ortalama	4.88		R^2 düzeltilmiş	0.9126	
CV %	8.58		R^2 öngörülen	0.8639	

Tablo 4 incelendiğinde; su buharı direnci % 5 önem düzeyinde ($\alpha = 0.05$) regresyon analizi sonuçlarının anlamlı olduğu, kat sayısı ve bağlantı sayısı değişkenlerinin (ana etkiler) etkisinin önemli olduğu görülmektedir. Model istatistikleri incelendiğinde ise; su buharı direncindeki değişimin % 91'inin (R^2 düzeltilmiş) kat sayısı ve bağlantı sayısı özellikleri ile açıklanabileceği görülmektedir. Ayrıca, kat sayısı ve bağlantı sayısı değişkenlerinin birlikte etkilerinin (etkileşim) de su buharı direnci üzerinde oldukça önemli bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Su buharı direnci için kat sayısı ve bağlantı sayısı değişkenlerinin etkileşim grafiği Şekil 8'de verilmiştir.

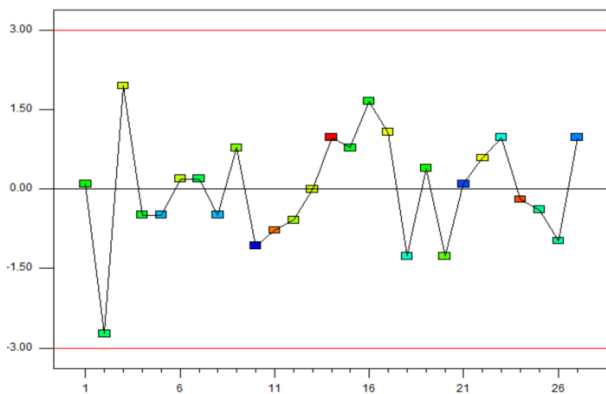


Şekil 8. Su Buharı Direncinin Kat Sayısı ve Bağlantı Sayısı Değişkenleri ile Etkileşim Grafiği

Su buharı direnci için ölçülen verilerin normal dağılıma uyduğu ve normallik varsayımını sağladığı görülmüştür (Şekil 9). Su buharı direnci için sapma analizi gerçekleştirilmiş olup, ölçülen verilerin sapan değer (aykırı değer) grafiği Şekil 10'da gösterilmiştir. Şekil 10 incelendiğinde ± 3 sigma aralığında sapan değer olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 9. Su Buharı Direnci İçin Normal Dağılım Eğrisi



Şekil 10. Su Buharı Direncinin İçin Sapan Değerler Grafiği

4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada, farklı bağlantı sayısı ve kat sayılarına sahip bezayağı, dimi ve saten olmak üzere dokumanın üç temel örgüsü kullanılarak tek katlı, iki katlı ve üç katlı % 100 pamuklu kumaşların konfor parametrelerinden ısı direnci, ısı soğurganlık ve su buharı direnci üzerine etkilerini araştırmak amacıyla 3 seviyeli üç faktörlü tam faktöriyel deneysel tasarım uygulanmıştır. Bu amaçla istatistiksel analizler yapılarak ANOVA uygulanmış olup, kat sayısı ve bağlantı sayısının kumaş konfor özellikleri üzerindeki etkilerini belirlemek için tahmin modelleri oluşturulmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre kat sayısı ve bağlantı sayısı gibi kumaş yapısal özelliklerinin ısı direnci, ısı soğurganlık ve su buharı direnci gibi kumaş konfor özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Kat sayısı ve bağlantı sayısı arttıkça genel olarak ısı direnci ve su buharı direnci azalmakta, ısı soğurganlık değeri artmaktadır. Bu durumda bezayağı örgünün ısı direnci ve su buharı direnci saten örgü yapısına göre daha düşük iken, ısı soğurganlık değeri daha yüksek olacaktır. İleride yapılacak benzer çalışmalarda, farklı kumaş konfor özellikleri için kat sayısı ve bağlantı sayısının etkisi tahmin edilebilir. Bu durum, konfor özelliklerinin istenilen değeri için kat sayısı ve bağlantı sayısının ne olması ya da nasıl seçilmesi gerektiği konusunda önemli faydalar sağlayacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2014-FBE-015 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

Conflict of Interest / Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

No conflict of interest was declared by the authors.

Kaynaklar

Altaş, S., Kadoğlu, H., 2009. Ring ve Kompakt Viskon İpliklerden Örülmüş Kumaşların Patlama Mukavemeti ve Boncuklanma Özelliklerinin Karşılaştırılması, Journal of New World Sciences Academy, 4(4).

Baş, C., 2010. Cevay Yüzeyi Tasarımları ve Sinir Ağları Yaklaşımı”, Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Bilgi, M., Kalaoğlu, F., 2010. Özel Apre Tekniklerinin Askeri Kumaşların Performans ve Konforu Üzerindeki Etkileri, Tekstil ve Konfeksiyon, 20 (4), 343-347.

Bingol, D., Tekin, N., Alkan, M., 2010. Brilliant Yellow Dye Adsorption onto Sepiolite Using a Full Factorial Design, Applied Clay Science, 315-321.

- Das. B., Das. A., Kothari, V.K., Fangueiro R., Araujo, M., 2007. Studies on Cotton–Acrylic Bulked Yarns and Fabrics. Part I: Yarn Characteristics, The Journal of the Textile Institute, 98(3).
- Das. B., Das. A., Kothari, V.K., Fangueiro R., Araujo, M., 2007. Studies on Cotton–Acrylic Bulked Yarns and Fabrics. Part II: Fabric Characteristics”, The Journal of the Textile Institute, 98(4).
- Das. B., Das. A., Kothari, V.K., Fangueiro R., Araujo, M., 2009. Studies on Moisture Transmission Properties of PV-Blended Fabrics”, The Journal of the Textile Institute, 588-597.
- Demir. L., 2014. İstatistiksel Deney Tasarımı Yöntemi ve Bir Tekstil İşletmesinde Uygulanması”, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Kenru, Ö., Baykal, P.D., 2014. Ring İplikleri İle Rocos® Kompakt İpliklerinin Tüylülük Özelliği Bakimından Karşılaştırılması”, Tekstil ve Mühendis, 1-9.
- Lomov, S. V., Primachenko, B. M., Truevtzev, N.N., 2014. Two-Component Multilayered Woven Fabrics: Weaves, Properties And Computer Simulation, International Journal of Clothing Science and Technology, Vol 9, 98 – 112.
- Montgomery, D.C., 2001. Design and Analysis of Experiments”, Fifth Edition, John Wiley & Sons, New York.
- Myers, R.H., Montgomery, D.C., 2002. Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiment, New York.
- Oğlakçioğlu, N., İllez, A. A., Erdoğan, M. Ç., Marmaralı A., Güner, M., 2013. Bisikletçi Giysilerinde Dikim İşleminin Isıl Konfor Özelliklerine Etkisi, Tekstil ve Mühendis, 20 (2), 32-41.
- Oğulata, R.T., Mavruz, S., 2008. Ring ve Kompakt İplik Özellikleri İle Bu İpliklerden Üretilen Örme Kumaş Özelliklerinin İstatistiksel Olarak İncelenmesi, Tekstil ve Konfeksiyon, 197-205.
- Önder, E., Sarier, N., 2006. Sıcaklık Düzenleme İşlevi Olan Akıllı Tekstil Ürünlerinin Tasarımı, TÜBİTAK Proje No: MİSAG-238.
- Özkan, İ., Baykal, P.D., 2013. Puntalama İşleminde Üretim Parametrelerinin ve Filament Özelliklerinin İplik Punta Sayısına Etkisi, Teknolojik Araştırmalar, 7(1), 40-50.
- Ünal, G. P., 2012. 3D Woven Fabrics, Namık Kemal University Department of Textile Engineering,
- Ponnusami, V., Krithika, V., Madhuram, R., Srivastava, S.N., 2006. Biosorption of Reactive Dye Using Acid-Treated Rice Husk: Factorial Design Analysis, Journal of Hazardous Materials, 1-8.
- Sabır, E., Maralcan, A., 2010. 2/1 Z Dimi PES/VIS/EA Dokuma Kumaş Özelliklerine Sardon Parametrelerinin Etkisi, Teknolojik Araştırmalar, 4 (2), 1-8.
- Shuakat, M. N., Wang, X., 2011. Production and Applications of Multi-Layer 3D Fabrics, Centre for Material and Fibre Innovation, Deakin University, Geelong, VIC 3217, Australia.