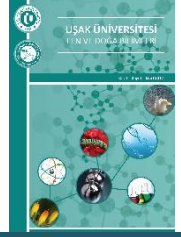




**Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa
Bilimleri Dergisi**
Usak University Journal of Science and Natural Sciences

<http://dergipark.gov.tr/usufedbid>



Derleme Makalesi / Review Article

Çok Katlı Dokuma Kumaşlar

Semih DEMİRAL^{1}, Ayşe Ebru TAYYAR²*

¹Buldan MYO, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye

²Tekstil Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Uşak Üniversitesi, Uşak, Türkiye

Geliş: 30 Ekim 2018

Kabul: 25 Aralık 2018 / *Received:* 30 Oct 2018

Accepted: 25 Dec 2018

Abstract

In this study, multilayer woven fabrics have been investigated. Furthermore, the double-layer woven structure and properties were tried to determine emphasis on scientific studies using similar fabric. Multilayer woven fabric structures are formed by one group of warp yarns and one group of weft yarns stitched together. Multilayer woven fabrics are separated in two parts. One of them is double layer fabric, other one is three layer or more layer fabrics. Also multilayer woven fabric has better features than single layer woven fabrics. For example, compressive strength, air permeability, bending performance, resistance to chemicals, drapery. This features as well as multi-layer fabrics now a fashion fabrics are frequently preferred, which remains popular.

Keywords: *Multilayer fabric; double layer fabric; weave.*

Özet

Bu çalışmada çok katlı dokuma kumaş yapıları sınıflandırılarak incelenmiştir. Ayrıca çift katlı dokuma yapıları ve benzer kumaşların kullanıldığı bilimsel çalışmalar üzerinde durularak özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bir grup çözgü ve bir grup atkı ipliğinin dokunması ve birbirine bağlanmaları sonucu katlı kumaş yapıları oluşmaktadır. Çok katlı kumaş yapıları kendi aralarında çift katlı yapılar ve üç ya da daha çok katlı yapılar olmak üzere iki farklı sınıfa ayrılmaktadır. Çok katlı kumaş yapıları tek katlı kumaşlara göre bazı daha üstün özellikleri ile bilinirler. Bunların bazıları basma dayanımı, hava geçirgenliği, eğilme performansı, kimyasallara karşı direnç özelliği, dökümlülük olarak sayılabilmektedir. Bu özelliklerin yanı sıra günümüzde moda kumaşı olarak çok katlı kumaşlar sıklıkla tercih edilmekte olup popülerliğini korumaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Çok katlı kumaş, çift katlı kumaş, dokuma.*

©2018 Usak University all rights reserved.

1. Giriş

Dokumacılığın geçmişi çok eski tarihlere dayanmaktadır. Dokuma kumaşların tarihte MÖ 5000 yıllarında dokunmaya başlandığına dair bulgular bulunmaktadır [1]. Dokuma kumaşlar, stabilite, sağlamlık, esneklik, örtme gibi özelliklerinden dolayı geçmişten günümüze farklı kullanım alanlarında kendine yer bulmuştur. Örneğin Osmanlı

*Corresponding author:

E-mail: sdemiral@pau.edu.tr

İmparatorluğunda halı, kilim, Çin ipeği, İngiliz brokarı gibi estetik alının ön planda olduğu kullanımları çok yaygındır. Dokuma kumaşların teknik özellikleri ile ısı izolasyonu için battaniye, hava geçişini engellemesi amacıyla yelken bezi veya dayanımı ile çadır tente olarak kullanımlarına da rastlanmaktadır.

Dokuma kumaşlar normal dokuma makinalarında hiçbir değişiklik yapılmadan veya küçük modifikasyonlar ile güçlendirilmiş veya çok katlı şekilde dokunabilirler. Çok katlı kumaş üretim tekniklerinde kumaşların kullanım yerlerine göre ihtiyaç duyulan özelliklerinin tek katlı kumaşlara göre geliştirilmesi ve bir fonksiyon katılması amaçlanmaktadır [2]. Bu çalışmada mekanik dayanımı, estetik özellikleri, izolasyon kabiliyeti ve boyutsal stabilitesi ile kullanım açısından üstün özellikleri ile öne çıkan çok katlı dokuma yapıları tanımlanmış, sınıflandırılmış ve bu kumaş yapıları ile ilgili yapılmış bilimsel çalışmalar incelenmiştir. Bu konudaki bilimsel çalışmaların tek başlık altında toplanması, özetlenmesi ile daha sonraki araştırmalarda kaynak olarak kullanılması amaçlanmaktadır.

Dokuma yapıları ilave iplik sistemleri eklenerek çeşitlendirilmektedir. Böylelikle yapılarına göre ve kullanım özelliği göz önünde bulundurulduğunda iki çeşit kumaş yapısı ortaya çıkmaktadır. Bunlar kuvvetlendirilmiş dokuma kumaşlar ve çok katlı dokuma kumaşlardır. Kuvvetlendirilmiş dokuma yapıları, çeşitli materyallerin kullanılmasına ve farklı görünümde yüzeylerin dokunmasına imkan tanımaktadır [2].

2. Dokuma Kumaşlar ve Genel Özellikleri

Dokuma kumaş ile ilgili farklı tanımlar mevcuttur. Tokat (2010) 'a göre, atkı ve çözgü ipliklerinin birbiriyle dik kesişmesi sonucu oluşan konstrüksiyonlar basit yapılı dokuma kumaş olarak adlandırılırken Başer (2004) ise dokuma kumaşları " Dokuma kumaşlar birbiriyle dik yönde kesiştirilen iki grup ipliğin, bu kesişme sırasında birbirlerine örgü adı verilen bir düzen içinde bağlanarak bir doku oluşturmalarıyla elde edilirler." ifadesiyle tanımlamıştır [1,2]. Kumaşların istenen özelliklere sahip olabilmesi kullanılabilirliğini ve faydasını artırmaktadır. Bunun için kumaşlara ait üç özelliğin bilinmesi gerekmektedir. Bunlar [2];

2.1. Kimyasal Özellikler

Kimyasal özellik, lifin kimyasal yapısı ve bu liflerden elde edilen ipliklerin dolayısıyla ipliklerin oluşturduğu kumaş yapılarının işlem gördüğü terbiye işlemlerine göre oluşmaktadır [2].

2.2. Fiziksel Özellikler

- Yapısal özellikler
- Mekanik özellikler
- Duyusal özellikler
- Geçirgenlik ve iletkenlik özellikleri

Fiziksel özelliklerden yapısal özellik, kumaş konstrüksiyonunu içermektedir. Yani kumaş gramajı, sıklık, kumaş örgüsü vb. özelliklerdir. Mekanik özellikler kumaşların sürekli maruz kaldığı kopma ve aşınma gibi durumlarda sahip olduğu dayanımlardır. Duyusal özellik, kumaşa dokunduğumuzdaki hissiyat, yumuşaklık olarak nitelendirilebilir [2].

Geçirgenlik, hava ve su geçirgenliğini içermektedir. Dolayısıyla kumaş içerisindeki boşluklar hava ve su geçirgenliğini etkilemektedir. Isı iletkenliğinde, kumaş yapısındaki liflerin ısı özellikleri ve kumaş kalınlığı etkili olmakla birlikte kumaşların elektriksel özelliği de benzer şekilde kumaş içerisindeki liflerin elektriksel özelliği ile doğrudan ilişkilidir. Özellikle statik elektriklenme özelliği kumaşların kir tutması bakımından önem taşımaktadır [3].

2.3. Görünüm Özellikleri

Dokuma kumaşların örgüsü, kumaşın yüzeyinde "yüzey dokusu" veya tekstür" olarak isimlendirilen bir görünüm özelliğini yansıtır. Her farklı örgüde farklı yüzey dokusu meydana gelmekte olup renklerde, kumaşların mat veya parlak görünümüne sahip olmasını sağlamaktadır. Böylece kumaşların farklı görünüm özelliklerine sahip olmaları örgü parametrelerinin değişimiyle mümkün olabilmektedir [1].

3. Çok Katlı Dokumalar

Bir grup atkı ipliği ile bir grup çözümlü ipliğinin dokunması ile oluşturulan ve biri diğerinin altında bulunan iki ayrı kumaşın birbirine bağlanmaları sonucu katlı kumaşlar oluşmaktadır. Katlı kumaş yapıları tek katlı kumaş yapılarına göre daha kalın ve gramajın daha fazla olması sebebiyle kışlık kıyafetlerde ve döşemelik amaçlı kullanılabilir [2].

Çift katlı kumaşlar, çözümlü ve atkı iplik gruplarından oluşmaktadır. Bu iki iplik grubundan biri kumaş yapılarının üst yüzünde diğer iplik grubu ise kumaş yapılarının alt yüzünde bulunmaktadır. Bu şekilde dokuma örgüleri oluşturulmaktadır. Fakat bu yapılar alt ve üstte bulunan tek katlı kumaşların birbirine bağlı olmaları sayesinde bir arada bulunmaktadır [1].

Başer (2004), çift katlı bağlama yöntemlerine göre çift katlı kumaşları şu şekilde sınıflandırmıştır;

- Kendinden bağlamalı çift katlı kumaşlar
- Ortadan bağlamalı çift katlı kumaşlar
- İki yüzlü (yer değiştirmeli) çift katlı kumaşlar [1].

Üç ya da daha çok katlı yapılar endüstriyel amaçlı olarak kullanılmakta olup kağıt keçeleri, taşıma ve hareket bantları bunlara örnek olarak verilebilir. Başer (2004), bu bakımdan çok katlı yapıları;

- Çift katlı yapılar
- Üç ya da daha çok katlı yapılar olmak üzere iki ayrı sınıfta incelemiştir [1].

Newton ve Sarkar (1979) ise çok katlı dokuma yapılarını şu şekilde sınıflandırmıştır;

- Bağlantısız çok katlı dokuma yapıları
- Tek yönlü bağlamalı çok katlı dokuma yapıları
- Çift yönlü bağlamalı çok katlı dokuma yapıları [4].

Bağlantısız çok katlı dokuma yapıları, bu alt başlık altında hortum örgüler (tubular) ismi ile de adlandırılmaktadır. Ancak bu derlemede bağlantılı çok katlı kumaşlar ve bu konuda

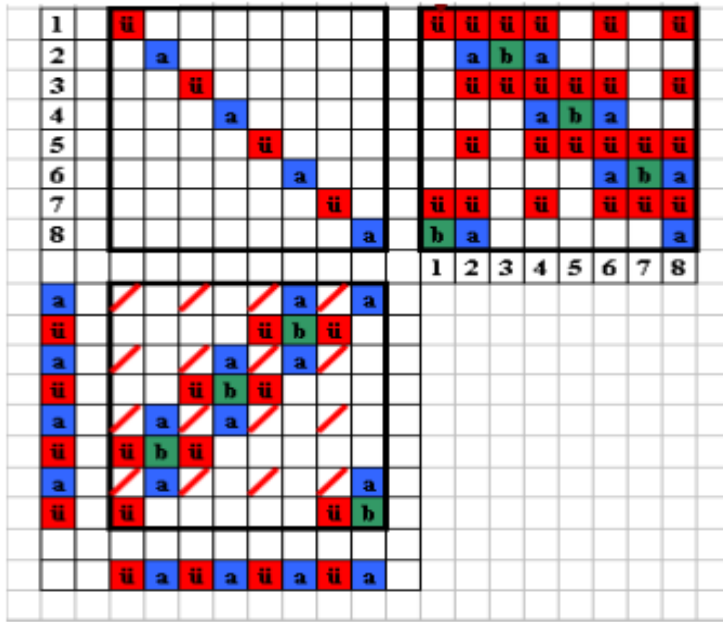
yapılmış bilimsel araştırmalar üzerinde durulacak; bağlantısız çok katlı dokuma yapıları hakkında ayrıntılı bilgi verilmeyecektir.

3.1. Çift Katlı Yapılar

Şekil 1’de, üst örgü 2/2 (Z) dimi, alt örgü 2/2 (Z) dimi örgüde ve oran 1/1 olacak şekilde dokunmuş çift katlı dokuma kumaşın örgüsü, tahar ve armür planı gösterilmektedir. Burada “ü” ile gösterilen simge üst örgüdeki çözgü veya atkıyı göstermekte, “a” ile gösterilen simge alt örgüdeki çözgü veya atkıyı göstermektedir. Alt ve üst kumaş birbirine bağlayan bağlantı ise “b” ile gösterilmiştir. Üst örgüdeki çözgülerin alt örgüdeki atkılarının üzerinde bulunduğu durum ise şekilde görüldüğü gibi örgü raporunda kaldırma işareti “/” ile belirtilir.

Kuvvetlendirilmiş kumaş yapıları, tek katlı kumaşın içerisine ilave atkı veya çözgü ipliklerinin eklenmesiyle elde edilmektedir. Böylece adından da anlaşılacağı üzere kuvvetlendirilmiş bir yapıyla kumaş daha kalın, daha ağır olmakta ve kuvvetlendirildiği yönde dayanımı daha yüksek olmaktadır. Yapısı itibariyle kuvvetlendirilmiş kumaşlar çift katlı kumaşların temelini oluşturmaktadır. Çünkü çift katlı kumaşlarda da hem atkı hem de çözgü ipliklerinin ilavesi söz konusudur [5].

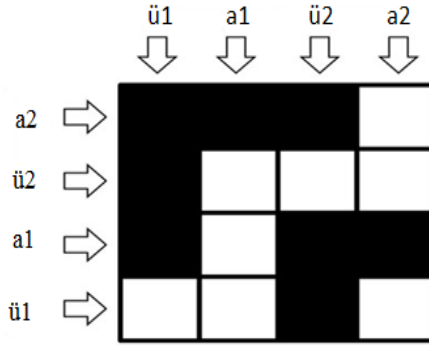
Alt kumaş katı ile üst kumaş katının farklı örgü desenlerinde ve farklı sıklıklarda dokunması mümkündür. Bundan dolayı iki ayrı çözgü levendi kullanmak dokuma işlemi açısından en uygun çözüm olarak kullanılmaktadır. Çift katlı kumaşların avantajları arasında kumaş gramajının artması, kumaş kalınlığının artması gibi özellikler sayılabilmektedir. Battaniyelerde ve kışlık kıyafetlerde (manto, palto vb.) bu nedenlerden dolayı tercih edilmektedir. Ayrıca renkli desenlerin kumaşlarda oluşumu için çift katlı kumaş yapıları kullanılabilir [5].



Şekil 1. Çift Katlı Kumaş Örgüsünün Tahar ve Armür Planı [6]

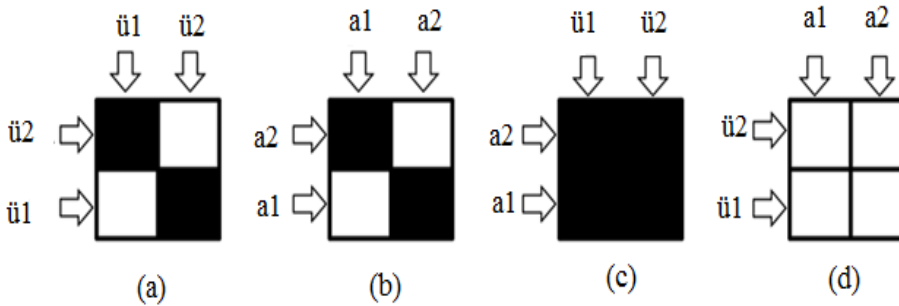
Çift katlı kumaşlarda konfor özelliğinin iyi bir biçimde sağlanabilmesi amacıyla alt kat kumaşta PA, PP, PES gibi sentetik liflerden üretilen iplikler kullanılırken, üst kat kumaşta pamuk, viskon, yün gibi nem çekme özelliği iyi olan doğal lif ya da karışımlarından üretilen ipliklerin kullanılması oldukça popülerdir [7].

Şekil 2' de bezayağı örgüde dokunan çift katlı kumaş yapısına ait örgü yapısı görülmektedir. Üst kata ait bezayağı örgüsündeki dokumanın birinci ipliği $\bar{u}1$, ikinci ipliği $\bar{u}2$ 'dir. Alt kata ait bezayağı örgüsündeki dokumanın birinci ipliği $a1$, ikinci ipliği $a2$ 'dir. Burada kural, üst kata ait çözgü iplikleri alt kata ait atkılarının üzerinde bulunmasıdır. Bununla birlikte üst kata ait çözgüler, üst kata ait atkı ipliklerinin altında bulunmaktadır. Bu durumda desende siyah ve beyaz kısımlar oluşacaktır [8].



Şekil 2. Bezayağı Dokuma Kumaşların İki Ayrı Katlarının Desenleri [8]

Şekil 3'te bezayağı örgüde dokunan iki ayrı katı gösterilen kumaşın dört farklı bölüm halindeki gösterimi bulunmaktadır. Şekil 3a'da üst katın dokuma örgüsü, Şekil 3b'de ise alt katın dokuma örgüsü bulunmaktadır. Şekil 3c ve 3d'de ise alt ve üst katların birlikte bulunduğu durum vardır. Buradaki dört ayrı desen birleştirilmesi ile Şekil 2'deki desen meydana gelmiştir. Bu birleştirme iki farklı yolla yapılabilmektedir. Birinci yöntemde şekil 3c'ye beyaz kareler eklenir. Böylece üst kattaki çözgüler ile alt kattaki atkılar arası bağlantı meydana gelir. İkinci yöntemde Şekil 3d'ye siyah kareler ekleyerek alt kattaki çözgüler ile üst kattaki atkılar arasında bağlantı meydana getirilir [8].



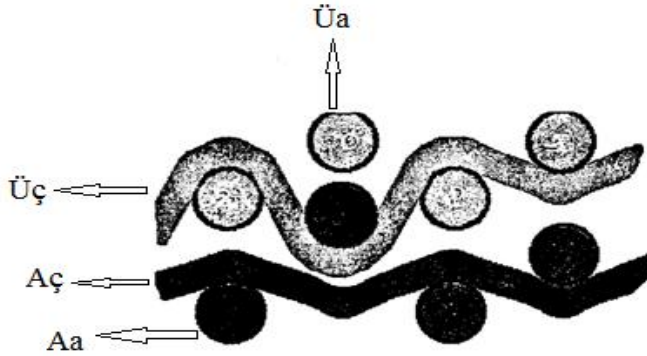
Şekil 3. Desenlerin Dört Ayrı Blok Halinde Gösterimi [8]

3.1.1. Kendinden Bağlamalı Çift Katlı Kumaşlar

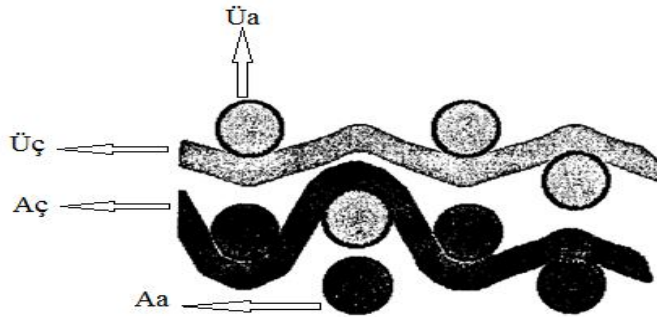
Bu tip çift katlı dokuma kumaş yapıları, çözgü ve atkı iplikleri kendilerinin içinde bulunmadığı kumaş katı ile bağlantı kurarak elde edilmektedir. Kumaşın alt katına ait bir çözgü ipliği, üst kattaki kumaş ile bağlantı meydana getirip üst katın atkı ipliği üzerinden geçerse bu yapı "çözgü bağlama" olarak adlandırılır. Kumaşın alt katına ait bir atkı ipliği, üst kattaki kumaş ile bağlantı meydana getirip üst katın çözgü ipliği üzerinden geçerse bu yapı "atki bağlama" olarak adlandırılır [2].

Şekil 4 ve Şekil 5 'te alt ve üst kumaş örgüsü 1/1 bezayağı olan ve 1/1 oranında hazırlanmış çift katlı kumaşların atki bağlama ve çözgü bağlama olarak enine kesitleri gösterilmektedir [5]. Burada;

Üç: Üst kat kumaşın çözgüsünü,
Üa: Üst kat kumaşın atkısını,
Aç: Alt kat kumaşın çözgüsünü,
Aa: Alt kat kumaşın atkısını göstermektedir.



Şekil 4. Üst Çözgü- Alt Atkı Bağlantılı (Atki Bağlama) Örgü Enine Kesiti [5]

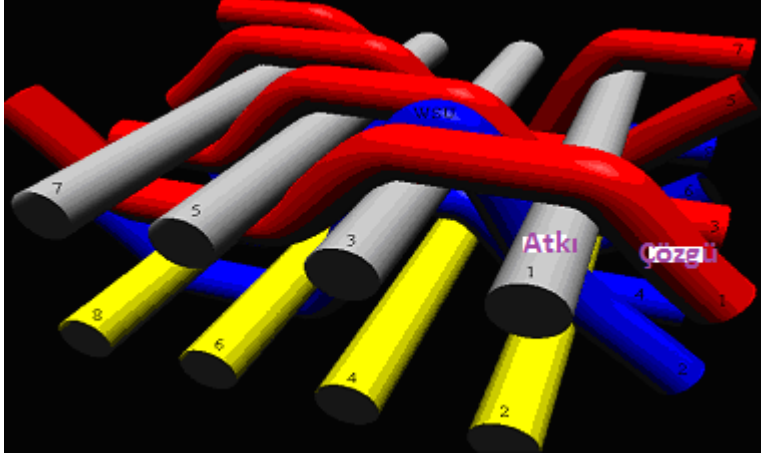


Şekil 5. Alt Çözgü - Üst Atkı Bağlantılı (Çözgü Bağlama) Örgü Enine Kesiti [5]

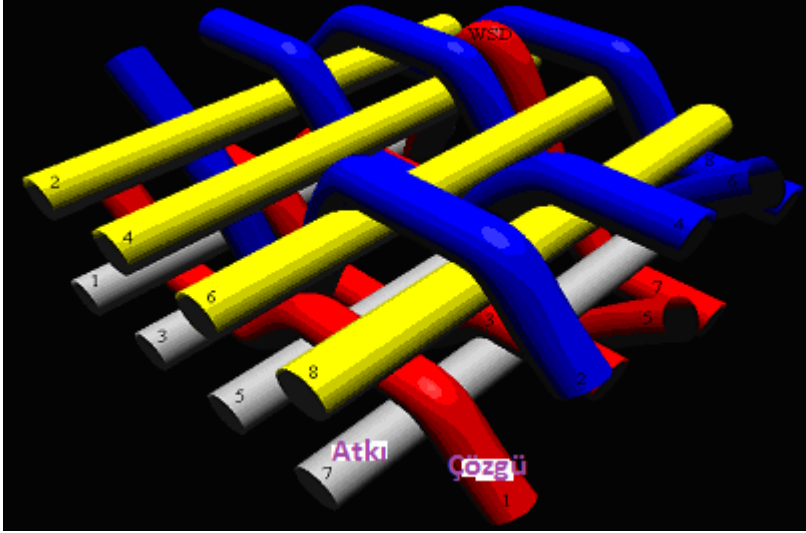
Kendinden bağlamalı yapılarda her iki kumaş katına ait dokuma parametreleri bulunmaktadır. Bunlar kumaş örgüsü, iplik numarası, iplik sıklığı ve her çözgü ipliğinin yaptığı bağlantı sayısıdır. Eğer bu parametreler her iki kumaş katı için aynı olursa tek çözgü levendi kullanarak bu yapıdaki bir kumaş dokunabilir. Bu parametrelerden birinin farklı olması ipliklerde gerginlik farklılıklarına yol açabilmektedir. Bu durum sonuçta iplik kopuşlarına ve kumaş büzölmelerine sebep olabilecektir. Kumaş üretimi açısından

bahsedilen problemler ile karşılaşmamak için çift levent kullanmak çok daha iyi bir seçenek olacaktır [5].

Şekil 6 ve Şekil 7'de alt ve üst kat kumaşın örgüsü 2/2 dimi örgü olan çift katlı dokuma yapıların CAD/ CAM yazılımı vasıtasıyla üç boyutlu olarak gösterimi bulunmaktadır. Burada görüldüğü üzere, her iki şekilde de bağlantı, çözgü ipliği vasıtasıyla sağlanmıştır.



Şekil 6. Üst Çözgü Bağlantılı Çift Katlı Dokuma Kumaş Yapısı [9]



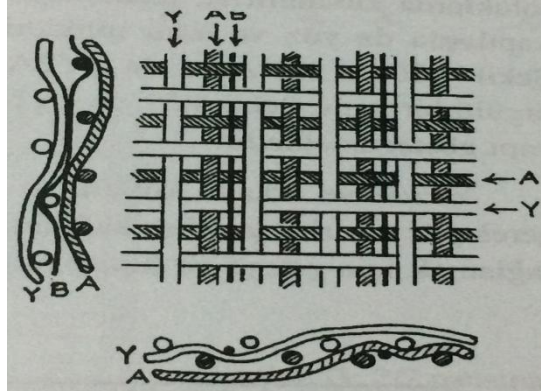
Şekil 7. Alt Çözgü Bağlantılı Çift Katlı Dokuma Kumaş Yapısı [9]

3.1.2. Ortadan Bağlamalı Çift Katlı Kumaşlar

Alt ve üst kumaş katlarındaki ipliklerle çözgü veya atkı yönünde sadece bağlantı oluşturmak için özel bağlantı ipliği kullanılmaktadır. Eklenen bu iplik ile kumaş katları birbirine bağlanarak ortadan bağlamalı çift katlı yapıları oluşturur. Bu yapılar ile kumaşın her iki yüzünde değişik renkler ve motifler oluşturulabilmektedir. Elde edilen bu yapıdaki kumaşlar kalın ve yumuşak bir yapıda olduğu için paltoluk olarak kullanılabilir.

Yalnız, bağlantı iplikleri alt ve üst kumaş katlarındaki ipliklere nazaran daha az miktarda kullanıldığı için bağlantı ipliğinin mukavemetinin iyi olması önemlidir [5].

Şekil 8'de her iki kat kumaşın örgüsü 2/2 dimi olan çift katlı kumaşın yapısı görülmektedir. Bu yapıda Y ile gösterilen sembol üst kat kumaşına ait iplikleri simgelemekte, A ile gösterilen sembol ise alt kat kumaşına ait iplikleri simgelemektedir. Ortadan B ile gösterilen bağlantı ipliği sayesinde kumaşlar birbirlerine bağlanmaktadır [1].



Şekil 8. Ortadan Bağlamalı Çift Katlı Kumaşın Yüzey ve Kesit Resmi [1]

3.1.3. İki Yüzlü (Yer Değiştirmeli) Çift Katlı Kumaşlar

Yer değiştirmeli çift katlı yapılar, her iki kumaş katına ait çözgü ve atkı gruplarının kumaş içinde yer değiştirilerek bağlantı kurması ile oluşturulur. Bu yapılarda örgü, renk ve kumaş dokusu her iki kumaş katında aynı görünmektedir. Bu nedenle bu tip yapılar farklı renklerde kumaş efekti elde edebilmek amacıyla taşımaktadır. Şekil 9'da alt ve üst kumaş 1/1 bezayağı örgüde dokunarak elde edilmiş yer değiştirmeli çift katlı kumaşın enine kesiti gösterilmektedir [5].



Şekil 9. Yer Değiştirmeli Çift Katlı Kumaş Örgüsü Enine Kesiti [5]

3.2. Üç Ya da Daha Çok Katlı Yapılar

Bu yapılardaki dokumalar içerisindeki iplik grupları arasında farklı oranlar olabilmektedir. İkinci gruptaki iplik, birinciyle karşılaştırıldığında 1:1 oranında olabilmektedir. Aynı zamanda ikinci grup, birinciye göre daha seyrek ama daha kalın

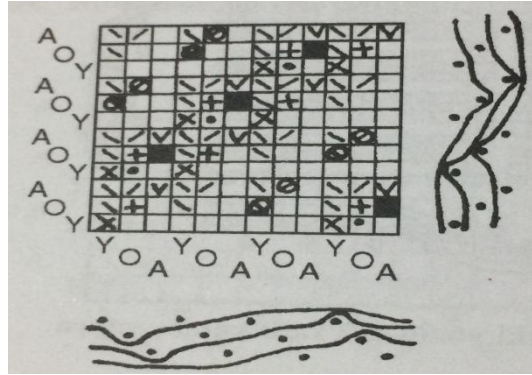
iplikler ile dokunabilmektedir. Bu da maliyeti düşüren ancak daha ağır ve kalın kumaş dokunmasını sağlayan bir durumdur [5].

Çok katlı tekstillerin geçmişi oldukça eskidir. İlk patenti Matthew Townsend 1868'de almıştır. Günümüzde popülerliğini koruyan çok katlı dokumalar teknik tekstil alanında kullanılmaktadır [10].

Kullanım alanları bakımından taşıyıcı bantların yapımı, bez kayışlar, endüstriyel kumaş yapıları sayılabilmektedir. Çok katlı yapıların dokunmasındaki prensip, çift katlı kumaşların bir çeşidi olan kendinden bağlamalı çift katlı kumaşların dokunmasına benzerlik göstermektedir [2].

Adından da anlaşılacağı üzere çok katlı kumaşlar iki ya da daha fazla katlı yapılar olarak dokunabilmektedir. Bu yapılar farklı dokuma örgülerini farklı numaralardaki iplikleri bir arada bulundurabilmektedir. Ancak çok katlı kumaşlarda üç kattan fazla dokumalar giyim sektöründe kullanışlı değildir. Çünkü giysi için kullanılacak üçten fazla katlı kumaşın çok ağır olması kullanımını ve hazır giyim üretimini güçleştirecek ve böylece tercih edilmesi zorlaşacaktır [10].

Şekil 10'da her bir kat kumaşın örgüsü 2/2 dimi olan üç katlı bir kumaş yapısı görülmektedir. Burada Alt kat iplikleri A ile, orta kat kumaşa ait iplikler O ile, en üst kat kumaşa ait iplikler Y ile gösterilmektedir [1].



Şekil 10. Üç Katlı Kumaş Yapısı [1]

Çok katlı kumaş yapıları tek katlı kumaşlara nazaran daha üstün bir teknoloji ile dokunmakta ve tek katlı kumaşlara göre daha üstün özellikler göstermektedir. Bu üstün özellikler arasında dökümlülük, basma dayanımı, hava geçirgenliği, eğilme performansı, kimyasallara karşı dayanma özelliği sayılabilir [10].

Çok katlı dokumalar kalın kışlık kumaşlar olarak kullanılabilmesi açısından ve desen çeşitliliğine imkan vermesi bakımından oldukça kullanışlıdır. Günümüz moda kumaşlarında farklılık yaratmak amacıyla ince, yazlık olarak çok katlı dokuma kumaşların kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Bu oluşum kumaş konstrüksiyonundaki değişimler (kullanılan materyal, örgü, sıklık vb.) sayesinde ortaya çıkmaktadır [11].

4.Literatür Çalışmaları

Çok katlı kumaş literatürü incelendiğinde, 70'li yıllardan günümüze birçok araştırmacının çalışma alanı olduğu görülmektedir.

Newton ve Sarkar [4] yaptıkları çalışmalarında dokuma yapılarını iki grupta incelemiştir. Bu gruplar, tek katlı dokuma yapıları ve çok katlı dokuma yapılarıdır. Tek katlı yapılarda, tüm iplikler tek bir kat içinde birbiriyle iç içe geçecek biçimde bağlantı kurmaktadır. Araştırmacılar tarafından yapılan bu çalışmada, ayrıca çok katlı yapılar kendi aralarında üç ayrı sınıfta incelenmiştir.

Bunlar;

- bağlantısız çok katlı dokuma yapıları,
- tek yönlü bağlamalı çok katlı dokuma yapıları ve
- çift yönlü bağlamalı çok katlı dokuma yapılarıdır [4].

Bağlantısız çok katlı dokuma yapılarında, iki ya da daha çok kat sayısına sahip yapı içerisindeki bağlantısız kumaşları oluşturan iplikler kolaylıkla ayrılmaktadır. Tek yönlü bağlamalı çok katlı dokuma yapılarında, çözümler ve atkılar iki ya da daha çok katlı yapılarını oluştururlar. Ancak birbirine göre farklı yöndeki iplikler bir tek dokuma kumaş katına ait durumdadır. Çift yönlü bağlamalı çok katlı dokuma yapılarında ise her iki kumaş katının bağlantı noktaları vasıtasıyla birbiriyle bağlantı kurarak bu yapıları oluşturduğundan bahsedilmiştir [4].

Ping ve Newton [12] çalışmalarında yer değiştirmeli çift katlı kumaşları tanımlamıştır. Araştırmacılar bu tanımlama ile iplik kesişmelerinin yer değiştirmeli çift katlı kumaş yapılarındaki öneminden bahsetmişlerdir. Çünkü kesişmeler yoluyla yapılan yer değiştirme ile bağlantı kurularak çift katlı yapılar oluşturulmaktadır. Araştırmacılar ayrıca bu çalışmalarında, yer değiştirmeli çift katlı dokuma kumaş yapılarını farklı sınıflara ayırmıştır. Sınıflandırmayı ise ipliklerin yer değiştirme yönüne bağlı olarak çözgü yer değiştirmeli çift katlı kumaşlar, atkı yer değiştirmeli çift katlı kumaşlar ve hem atkı hem de çözgü yer değiştirmeli çift katlı kumaşlar olmak üzere alt gruplara ayırarak yapmıştır.

İşgören [5] çift katlı bir kumaş yapısının dokuma çekmelerini nasıl etkilediğini incelemiştir. Kumaş yapısında he çözgü hem de atkı ipliği olarak Ne 30/2 pamuk ve Nm 52/2 yün ipliğini kullanmıştır. Çalışmalarında piyasada çok sık dokunan 1/1 bezayağı ve 2/2 dimi örgüleri kullanmıştır. Her bir örgüde iki farklı atkı sıklığı ile dokuma işlemi yapılmıştır. Bağlantı şekilleri olarak alt çözgü-üst atkı bağlantısı ve üst çözgü- alt atkı bağlantı şekilleri her iki örgüde kullanılmıştır. Yapılan testlerde kumaşların atkı ve çözgü sıklıklarına bakılmış, kumaş kalınlığı, m² ağırlığı, kumaş mukavemet değerleri ölçülmüştür. Tüm bu verilere ilaveten çekme değerleri ölçülmüş olup istatistiksel olarak değerlendirme yapılmıştır. Değerlendirme sonucunda; boydan ve enden çekme değerleri her koşul altında etkilenmiştir. En çok etkilenen ikinci birim ise atkı sıklıkları, üçüncü olarak en çok etkilenen ise kumaş kalınlığı olmuştur. Boydan çekme değerinin fazla olduğu durumda atkı sıklığı fazla olup bu durumda kumaş kalınlığı da artış göstermektedir. Atkı ve çözgü sıklıkları ayrı ayrı ya da birlikte arttıkça kumaş kalınlığının arttığı görülmüştür. Ayrıca atkı yönü mukavemet değerlerinin, bağlantıların sıklığı ve şeklinden önemli miktarda etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır.

Lomov ve arkadaşları[13] çalışmalarında iki bileşenli çok katlı yapıların tasarımcılara kıyafetlerin görünümü ve kalitesi açısından çok fazla olanak sağlamakta olduğunu söylemiştir. Bunlara hacimlilik, mukavemet, aşınma direnci ve hijyenik özelliklere sahip astarsız giysiler örnek gösterilebilir. Araştırmalarında bu iki bileşenli yapıların iç içe dokunmuş ana kısım ve astar kısımdan oluştuğu belirtilmiştir. Ana kısım çok katlı kumaşların dış yüzeyini oluşturmaktadır. Bu kısım dış yüzeyin mukavemetli olmasını, aşınma direncinin iyi olmasını sağlamakta olup kumaşın istenen görünüme sahip olmasını sağlar. Özellikle ipliklerin ilavesi ile dış yüzeyin mukavemetinin artması sağlanabilmektedir. Astar kısmı kumaş iç yüzey kısmını oluşturmakta olup giysiye hijyenik özellikler de katmaktadır. Ancak bazı durumlarda bu tanımların tam tersi olabilmekte ve astar kısmı sağlam ipliklerden oluşup kumaşa mukavemet kazandırırken ana kısım yani dış yüzeyde ise daha sıcak bir dokunuş elde edilmekte olduğu ifade edilmiştir.

Koltycheva ve Grishanov [14] çalışmalarında çok katlı kumaşları tanımlamada yeni bir metot kullanmıştır. Bu metot, tüm çok katlı kumaşlara uygulanabilmekte olup bu tanımlamalar "ortogonal" ve "angle-interlock" dokuma yapısına sahip kumaşlar içinde uygulanabilmektedir. Tanım yaparken esas olan dokuma matrisinin analizi ve dokuma yapıların içerisindeki katlarda bulunan ve iç içe geçmiş çözgü ve atkı ipliklerinin sınıflandırılması işlemidir. Bu sınıflandırma elde edilen kumaşın yapı matrisi ile mümkün olabilmektedir. Yapı matrisi birbiri içinden geçen tüm atkı ve çözgü ipliklerini tanımlamaktadır. Matris eşitliği iki yolla elde edilmektedir. Bu yollar ya da işlemler yapı ve dokuma matrisini birbirine dönüştürebilir. CAD / CAM sistemi, tek katlı kumaş yapılarının dizaynında bu dönüştürme işlemi için kullanılabilir. Pratik uygulamalar bize göstermiştir ki yapı matrisi ile çok katlı bir kumaş yapısının tanımlanması dokuma matrisi ile tanımlanmasına göre daha uygundur. Çünkü yapı matrisi kumaşın her bir katındaki dokuma yapısını çok açık ve net bir şekilde göstermektedir. Bu metodun avantajı; hem çok katlı dokuma kumaş yapılarının tasarımına olanak sağlaması hem de CAD/ CAM gibi yazılım ürünlerine olan bağlılığı azaltabilmesidir. Bu yolla, kumaş tasarımcısı ile kumaş üretim teknolojisi arasında direk köprü kurulması amaçlanmıştır. Ayrıca farklı bağlantı şekilleri ile dokunmuş olan ön ve arka yüzdeki kumaş katlarının tasarımı da bu metotla mümkündür. Bu yaklaşımın pratik uygulamalarda çok katlı dokuma kumaşlar için yeni ve özgün dokuma kumaş tasarımlarının yapılmasına olanak sağlayacağına inanılmaktadır. Önerilen yaklaşımda yapı matrisinin kullanılabilirliği esas alınmıştır. Bununla birlikte yeni kumaş yapılarının tanımı için çok katlı dokuma kumaşların enine kesit diyagramı ve dokuma diyagramı da kullanılabilir.

Sundaramoorthy ve arkadaşları [15] çalışmalarında bir modelleme ile çok katlı dokuma kumaşların hava geçirgenliğini ölçmeyi hedeflemişlerdir. Bunun için tek katlı kumaşların yapısal unsurları ile hava geçirgenliğini kullanarak modelleme geliştirmeyi planlamışlardır. Bu modele göre kumaş örtme faktörü ile deformasyon faktörü ana unsurlardır. Yazarlar çalışmalarında deformasyon faktörünü hava akışı sebebiyle kumaş katlarındaki ipliklerde oluşan deformasyon olarak kabul etmişlerdir. Geliştirilen bu model, uygulamalarda başarılı olup çok katlı dokuma kumaşlarda kabul edilebilir bir ölçüm durumuna gelmiştir.

Özdemir ve Yavuzkasap [16] yaptıkları araştırmada çift katlı döşemelik kumaşların fiziksel özellikleri üzerine kumaş yapısındaki hammadde, konstrüksiyon, iplik numarası gibi özelliklerin etkisini incelemişlerdir. Bu doğrultuda deneyler için farklı olarak iki hammaddeden yapılan atkılar(Ne 30/2 pamuk ve Ne 30/2 kesikli polyester) ve çözgüler (150 denye polyester ve 150 denye rayon) kullanılmıştır. Bunun yanında üç farklı atkı

sıklığı (32tel/cm, 35 tel/cm, 38 tel/cm) ve üç farklı dokuma örgüsüyle (5'li,10'lu,20'li saten) numuneler dokunmuştur. Bu numuneler üzerinde fiziksel özelliklerden kopma mukavemeti, kopma uzaması ve yırtılma mukavemeti ölçülmüştür. Özetle, PES çözüğü ile dokunan çift katlı dōşemelik kumaşın üst kat dokuma örgüsü kumaşın yırtılma mukavemetini hem çözüğü hem de atkı yönünde etkilemektedir. Fakat rayon çözüğü ile dokunduğı durumda sadece atkı yönünde etkilemektedir. PES çözüğü ile dokunan çift katlı dōşemelik kumaşın üst kat dokuma örgüsü hem çözüğü hem de atkı yönünde kopma uzamasını etkilemektedir. Fakat rayon çözüğü ile dokunduğunda sadece atkı yönünde etkili olmaktadır. Atkı yönündeki kopma mukavemeti, dokuma kumaşın üst kata ait saten örgünün rapor büyüklüğünün artması ile birlikte azalmaktadır. Mukavemetin düşmesinin nedeni çözüğü atlamalarının ya da yüzmelerinin artmasıyla bağlantı sayısının azalmasıdır.

Sarıkaya'nın[17] çalışmasında, bezayağı, dimi ve saten örgüleri kullanarak tek katlı kumaşlar dokunmuştur. Çok katlı dokuma yöntemiyle iki katlı, üç katlı ve dört katlı dokuma kumaşlar üretilmiştir. Araştırmada, kumaş kat sayısına bağılı olarak performans ve konforun nasıl değıştiğı incelenmiştir. Araştırmacı Picanol marka armürlü dokuma tezgahında 20 çeşit kumaş hazırlamış, 10 kumaşta atkı ve çözüğü olarak Ne 40/1 pamuk ipliğı kullanmıştır. Kalan 10 kumaşta Ne 70/1 %100 luxicool atkı ipliğı ile Ne 40/1 %100 pamuk çözüğü ipliğı kullanılmıştır. Dokunan kumaşlar aynı dokuma parametrelerine sahiptir. Dokunan kumaşlara terbiyede yıkama, egalize ve sanfor işlemi yapılıp bazı fiziksel ve performans özellikleri test edilmiştir. Özetle, kumaş kat sayısı arttıkça yırtılma mukavemeti, buruşmazlık derecesi, ısıl direnç, kalınlık ve su buharı direncinin arttığı gözlemlenmiştir. Bunun yanında kat sayısı arttıkça kopma mukavemeti, boncuklanma, çekmezlik, eğilme dayanımı, ısıl iletkenlik, su buharı geçirgenliğinin azaldığı görülmüştür.

İşler ve arkadaşları [10] yaptıkları çalışmalarda çok katlı dokumalardan elde edilen ürünlerle astarlı olarak dikilen ürünleri karşılaştırmıştır. Tablo 1' de görüldüğü üzere bunun için kadın etek, kapri ve elbise modelleri üzerinde durmuşlardır. Temel alınan karşılaştırma noktası maliyettir. Bununla birlikte her iki farklı üründe üretim süreci, kumaş maliyeti gibi unsurlarda farklılık bulunmaktadır.

Tablo 1

Astarlı Kumaşlardan ve Çift Katlı Kumaşlardan Üretilen Ürünlerin Toplam Ürün Maliyetleri [10]

Ürün Adı	Toplam Ürün Maliyeti (TL)		Fark (%)
	Astarlı	Çift Katlı	
Etek	7,01	4,78	31,81
Kapri	9,03	5,30	41,3
Elbise	12,31	10,12	17,79

Sarıkaya ve arkadaşlarının [18], çalışmalarında bezayağı, dimi ve saten örgüleri kullanılarak tek katlı kumaşlar ve farklı bağlantılar ile çok katlı dokuma yöntemiyle iki ve üç katlı dokuma kumaşlar üretilmiştir. Üretilen kumaşların tamamı %100 pamuktan dokunmuş olup bu kumaşlara konfor testleri yapılmıştır. Uygulanan konfor testleri ısıl direnç, ısıl soğurganlık ve su buharı direnci olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilip tahmin modelleri geliştirilmiştir. Testler sonucunda, kat sayısı ve bağlantı sayısının artması ile ısıl direnç ve su buharı direnci değerlerinin azaldığı, ısıl soğurganlık değerinin arttığı görülmüştür. Örgü olarak bakıldığında bezayağı

örgünün ısı direnci ve su buharı direncinin, saten örgüye göre düşük olup ısı soğurganlık değerinin daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Lolaki ve arkadaşları [19], çalışmalarında gözenekli, delikli ipliklerden ve içi boşluklu ipliklerden dokunan çift yüzlü dokuma kumaşların yapısal parametrelerinin etkisini değerlendirmişlerdir. Ayrıca atkı sıklığının dokuma kumaşların hava geçirgenliği ve nem transferi gibi konfor özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Yapılan çalışma ile gözenekli ve içi boşluklu ipliklerin etkisinin ortaya konulduğu gibi, dokuma kumaşlardaki atkı sıklığının hava geçirgenliği ve dokuma kumaşlardaki nem transferine etkisi de tartışılmıştır. Deneylerde çözgü ipliği ve çözgü sıklığı sabit olup çözgü ipliği Polyester/Viskon 40 tex, çözgü sıklığı 18 tel/cm olarak belirtilmiştir. Çalışmalarında iki çeşit iplik kullanmışlardır. Bu ipliklerden birisi içi boşluklu iplikler, diğeri mikro gözenekli ipliklerdir. 7 farklı atkı ipliği kullanılmıştır. Kullanılan bu ipliklerle 30 adet 7/1 saten örgüde çift yüzlü dokuma kumaş üretilmiştir. Örneklerde atkı ipliği, atkı sıklığı, gözenekli iplik yüzdesi çeşitlilik göstermektedir. Örgülerde 3 farklı atkı sıklığı kullanılmıştır. Çok katlı dokuma kumaşların hava geçirgenliği, nem transferinin belirtilen çeşitliliğe bağlı olarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Yapılan çalışmalar neticesinde, atkı sıklığının artırılması ile hava geçirgenliğinin ve nem transferi azalmakta olduğu gözlemlenmiştir. Mikro gözenekli ipliklerden dokunan kumaşların hava geçirgenliği, içi boşluklu ipliklerden dokunan kumaşlara göre daha yüksek çıkmıştır. Atkısı gözenekli olan ipliklerden dokunmuş dokuma kumaşların nem transfer değerleri, atkıdan %100 pamuk olarak dokunan kumaşlara göre daha yüksek çıkmıştır. Gözenekli ipliklerin çapları arttıkça kumaşların nem transferinin azaldığı gözlemlenmiştir.

Nazir ve arkadaşları [20], çalışmalarında çift katlı dokuma kumaşların konfor özelliklerini araştırmışlardır. Çift katlı kumaşların kışlık giysilerde kullanılabilir olduğunu fakat çok soğuk iklimlerde korunmak için değil aynı zamanda terlemeyi kontrol etme probleminin çözümüne yardımcı olduğunu ifade etmişlerdir. Bu kumaşların nemi hapsederek korumaktan ziyade dış tabakaya yani üst kata (kumaşın) iletimi sayesinde nem dengesini ve nem yönetimini daha iyi yapabilmekte olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar çalışmalarında, 8 farklı çift katlı kumaş numunesi üretmişlerdir. Atkı ve çözgü ipliği aynı numarada olup 12 tex olarak belirlenmiştir. Materyal olarak pamuk, polyester, mikro polyester ve naylon kullanılmıştır. Sadece pamuk ipliği kesikli formda olup diğerleri filament formdadır. Tüm numunelerde üst kat kumaşı 1/1 bezayağı örgüde olup %100 pamuk kullanılmıştır. Alt kat kumaşlarda ise 4 farklı materyal kullanılmış olup bunlar pamuk, polyester, mikro polyester ve naylondur. Alt kat kumaşında 2/2 dimi ve 3/1 dimi örgü kullanılmıştır. Kumaşların konfor özelliklerinden olan hava geçirgenliği, termal direnç, su buharı direnci ve nem kontrol test ölçümü yapılmıştır. Hava geçirgenliği testi sonucunda, alt kat örgüsü 3/1 dimi olan numunelerin, 2/2 dimi olan numunelere göre hava geçirgenliği daha yüksek çıkmıştır. Kullanılan materyal olarak kesikli lif olan pamuktan dokunan alt ve üst kata sahip (alt ve üst kat pamuk) kumaşların hava geçirgenliği diğer kullanılan sentetik materyallerden (üst kat pamuk, alt kat filament) dokunan kumaşlara göre daha yüksek çıkmıştır. Termal direnç testi sonucunda, her iki yüzü 100% pamuktan dokunan çift katlı kumaşın termal direnci en düşük seviyededir. En yüksek değer ise alt katı polyesterden dokunan çift katlı kumaşa aittir. Kullanılan örgü olarak alt katı 3/1 dimi olan çift katlı kumaşların atlama uzunluğu daha fazla olduğu için kumaşın geçirgenliği daha yüksektir. Böylece termal direnç değeri 2/2 dimi örgüye göre daha düşüktür. Su buharı geçirgenliği testi sonucunda, %100 pamuktan yapılmış kumaş numunelerinin (alt ve üst katı pamuk) su buharı direnci değerleri düşüktür. Ancak su buharı geçirgenliği en yüksek olan yine %100 pamuktan yapılmış (alt ve üst katı pamuk) çift katlı kumaştır. Kumaş örgüsü olarak 3/1 dimi örgüye sahip kumaşların su buharı geçirgenliği 2/2 dimiye göre daha yüksektir. Nem kontrol testi sonucunda, özellikleri iyi

olan kumaşlar daha iyi konfora sahiptir. Tüm bu testlerin sonucunda en iyi değerleri arka yüzde mikro polyester materyal kullanılan çift katlı kumaş sağlamıştır. Sonuç olarak ön yüzü pamuk, arka yüzü mikro polyester materyal kullanılan 3/1 dimi örgüde dokunan çift katlı dokuma kumaşın konfor özelliklerinin, diğer numunelere göre daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır.

Avcu [21], otomotiv koltuk döşemelerinde kullanılan çift katlı kumaşların aşınma dayanımlarının iyileştirilmesi üzerine çalışma yapmıştır. Bu amaçla çoğunlukla piyasada kullanılan 450 denye puntalı polyester iplikleri kullanılmıştır. Dokuz farklı çift katlı kumaş belirtilen ipliklerin dokunması ve üretim parametrelerinin farklılaştırılması ile elde edilmiştir. Daha sonra ham haldeki numune kumaşlar ramözde fikse edilmiş daha sonra kumaşların kalınlık ve gramaj ölçümleri yapılmıştır. Kumaşlara yırtılma dayanımı, uzama, Martindale ve Taber aşınma testleri yapılmıştır. Elde edilen test sonuçları kullanılarak Minitab yazılımında Taguchi tekniği ile optimum kumaş parametreleri ortaya çıkarılmıştır. Buradan elde edilen veriler ile üretilen çift katlı kumaşların mekanik özellikleri üzerinde etkili olan üretim parametreleri ve en iyi kumaş konstrüksiyon yapısı belirlenmiştir. Bu çalışmada tüm çift katlı numune kumaşlarda üst kat sabit ve 2/2 dimi örgüde olup alt kat kumaşın örgüsü değişkendir. Alt kat örgüsü olarak 2/2 Z dimi, 2/2 panama, çözgü ribsi 2/2 çözgü ribsi kullanılmıştır. Alt ve üst kat örgüleri atkı bağlantılı olarak dokunmuştur. Tüm numuneler için istenen çözgü sıklığı 28 tel/cm (üst ve alt kat için 14+14 olacak biçimde) ve istenen atkı sıklığı 34 adet/cm (üst ve alt kat için 17+17 olacak biçimde) olarak belirtilmiştir. Çalışma ile otomotiv döşemelik kumaş için kullanılacak çift katlı kumaşlarda aşınmaya karşı en yüksek dayanımı gösteren 2/2 panama örgünün kullanımı en iyi seçenek olarak belirlenmiştir.

Harmanbaşı [22], yaptığı çalışma ile kumaşların konfor özellikleri üzerine bir araştırma yapmıştır. Bu özelliklerin değerlendirilmesi amacıyla araştırmacı atkı numarası, atkı sıklığı, çözgü sıklığı, kalınlık, gramaj, atkı ve çözgü yönlerinde kopma ve yırtılma mukavemeti, hava geçirgenliği, ısıl direnç ve su buharı geçirgenliği testlerini yapmıştır. Yazar çalışmasında bunun için çözgü ipliği olarak 90 denye polyester kullanmıştır. Atkı ipliği olarak 16/1 Ne, 20/1 Ne ve 30/1 Ne pamuk ipliği kullanılmıştır. Bu iplikler ile tek katlı kumaş olarak bezayağı, dimi, ribs, panama ve saten örgüler kullanılmış olup bu örgülerin her birinden ayrı ayrı üretilen çift katlı kumaşlar 3 farklı atkı sıklığında dokunmuştur. Üretim sonrasında belirtilen testlerin yapılmasıyla elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Böylece kumaşların konfor özelliklerinin durumu hakkında çıkarımlarda bulunulmuş ve kumaşların konfor özelliklerinin kumaşların üretim parametrelerinden etkilendiği sonucuna varılmıştır.

Matusiak ve Wilk'in [23], yapmış oldukları çalışmanın amacı standart bir pamuklu kumaştan daha iyi bir termal dirence sahip bir yapıda dokuma kumaş tasarımı yapmaktır. Çalışmada, üç farklı çift katlı dokuma numunesi kullanılmış olup %100 pamuktan üretilmiştir. Tüm kumaşlar farklı dokuma örgüleri ve farklı bağlantı şekilleri ile dokunmuştur. Tüm numunelerde çözgü ve atkı iplik numarası sabit olup 40 tex open end ipliği kullanılmış olup çözgü ve atkı sıklıkları tüm numunelerde sabittir. Numunelerin dokunması için çift çözgü levendi kullanılmıştır. 1. numunede hem alt hem de üst kat 1/1 bezayağı örgüde dokunmuştur. 2. ve 3. numunede ise 3/1 ve 1/3 dimi örgü hem üst hem de alt kat örgüde farklı bağlantı şekilleri ile kullanılmıştır. 3 farklı numunenin temel yapısal özelliklerine, mekanik özelliklerine ve konforla ilişkili olan özelliklerine bakılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Tüm kumaşlar dokunduktan sonra aynı bitim işlemlerine tabi tutulmuştur. Bu işlemler haşıl sökme, yıkama ve kurutmadır. Sonuç olarak bağlantı şekli ve dokuma örgüsü parametreleri kumaşın konfor özelliklerini etkilemektedir. Mekanik özellikler olarak atkı ve çözgü yönlerinde kopma mukavemeti, kopma uzaması, rijitlik ve

toplam genel rijitlik değerlerine bakılmıştır. En yüksek kopma mukavemeti 2. numune kumaşta görülmüştür. Konfor ile ilişkili olarak su buharı direnci, su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği, ısı iletkenlik, ısı direnç, ısı emicilik testleri yapılmıştır. Hava geçirgenliği testi sonucunda 3. numune kumaş en yüksek hava geçirgenliği değerine sahiptir. Çünkü 3/1 ve 1/3 dokuma örgüsüne sahiptir. 1. numune kumaş ise en düşük hava geçirgenliğine sahip olup her iki katta (üst ve alt) 1/1 bezayağı örgüye sahiptir. Sonuç olarak çok katlı kumaşlarda ısı direnç değerinin tek katlı kumaş yapılarının ısı direnç değerlerinden oldukça yüksek olduğu kanısına varılmıştır. Ayrıca çift kat pamuklu kumaşlar giysi olarak soğuktan korumakta ve yumuşaklık hissiyle birlikte hijyenik özellikleri de içinde barındırmaktadır.

5. Sonuç

Bu çalışma ile çok katlı kumaş yapıları tanımlanmış, sınıflandırılarak alt başlıklar halinde incelenmiş, her bir alt başlık örnekler ve şekiller ile anlatılmaya çalışılmıştır. Bunun yanı sıra geçmişten günümüze yapılan çalışmalar kronolojik olarak sunulmuştur. Aynı zamanda, çok katlı dokuma kumaş yapılarının tek katlı kumaşlara göre avantajları ve daha üstün olan özellikleri hakkında bilgilere yer verilmiştir.

Bu yapıların avantajlara sahip olması ve günümüz modasında da sıklıkla kullanılmakta olması popülerliğini koruduğunu göstermektedir. Bu bakımdan, yapılan çalışmanın ileride çok katlı kumaşlar konusunda yapılacak araştırmalar için bir kaynak niteliğinde olduğu düşünülmektedir.

Kaynaklar

1. Başer G. Dokuma tekniği ve sanatı: Cilt 1: Temel dokuma tekniği ve kumaş yapıları. Punto Yayıncılık; 2004.
2. Tokat N. Kuvvetlendirilmiş ve katlı dokumalarda örgü analizi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi El Sanatları Eğitimi Dokuma-Örgü Bölümü, 2010.
3. Ak FN. Belirli doku konstrüksiyonlarının kumaş performans özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.
4. Newton A, Sarkar BP. 39—An analysis of compound weaves, Journal of the Textile Institute, 1979;70(10):427-438.
5. İşören NÇ. Çift katlı kumaş geometrisinin dokuma çekmeleri üzerindeki etkisinin araştırılması, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Tekstil Eğitimi Bölümü, 1996.
6. Milli Eğitim Bakanlığı. Tekstil teknolojisi - Çift katlı numune kumaş dokuma, M.E.B. Yayınları, 2011.
7. Ünal PG, Üreyen ME, Aslan Ç. Farklı özelliklere sahip pes ve selülozik ipliklerden üretilmiş sporcu kumaşlarının mekanik ve konfor özelliklerinin incelenmesi, BAP Raporu, NKUBAP.00.17.AR.13.02 nolu proje, Namık Kemal Üniversitesi, 2015.
8. Torun AR. Theory of multilayer woven structures, The Journal of the Textile Institute, 2015;106(4):443-457.
9. Smith MA, Chen X. CAD/CAM algorithms for 3D woven multi-layer textile structures, International Journal of Mechanical Systems Science and Engineering, 2009;3:30-41.
10. İşler M, Boz S, İllez AA, Güner M, Erdoğan MÇ. Çok katlı dokuma kumaşlardan üretilen giysilerin konfeksiyon üretim süreçleri ve özellikleri açısından incelenmesi, Elektronik Meslek Yüksekokulları Dergisi, 2015;5(5):182-189.
11. Yaşar N. Kumaş modasında yenilikçi etkiler, Sanat Dergisi, 2010;(13):117-127.
12. Ping G, Newton A. The analysis and identification of interchanging double weaves, Journal of the Textile Institute, 1987;78(1):54-63.

13. Lomov SV, Primachenko BM, Truevtzev NN. Two-component multilayered woven fabrics: weaves, properties and computer simulation, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 1997;9(2):98-112.
14. Koltycheva NG, Grishanov SA. A systematic approach towards the design of a multi-layered woven fabric: Modelling the structure of a multi-layered woven fabric, *Journal of the Textile Institute*, 2006;97(1):57-69.
15. Sundaramoorthy S, Nallampalayam PK, Jayaraman S. Air permeability of multilayer woven fabric systems. *The Journal of the Textile Institute*, 2011;102(3):189-202.
16. Özdemir H, Yavuzkasap D. The effects of raw material, weft setting and weave on the breaking strength, elongation at break and tear strength of upholstery double fabrics, *Journal of Textile & Apparel*, 2012;22(2).
17. Sarıkaya G. Çok katlı kumaşların performans özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014.
18. Sarıkaya G, Saybaş A, Yüksel İ. Faktöriyel deneysel tasarım uygulanarak kumaş konfor özelliklerine etki eden parametrelerin tahmin edilmesi, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 2016;4(3):165-172.
19. Lolaki A, Shanbeh M, Borhani S. Effect of structural parameters of porous yarns and fabric on air permeability and moisture transfer of double-face woven fabrics, *The Journal of the Textile Institute*, 2017;108(6):992-1000.
20. Nazir MU, Shaker K, Nawab Y, Fazal MZ, Khan MI, Umair M. Investigating the effect of material and weave design on comfort properties of bilayer-woven fabrics, *The Journal of the Textile Institute*, 2017;108(8):1319-1326.
21. Avcu Ö. Otomotiv koltuk döşemelerinde kullanılan çift katlı dokuma kumaşların aşınma performanslarının geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2017.
22. Harmanbaşı A. Pamuklu mamullerin konfor özelliklerine konstrüksiyon etkisinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2017.
23. Matusiak M, Wilk E. Investigation of mechanical and utility properties of two-layer cotton woven fabrics, *Autex Research Journal*, 2018;18(2):192-202.