

KUMAŞ YAPISAL PARAMETRELERİ İLE REFLEKTANS DEĞERLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

*Mine AKGÜN**
*Halil Rifat ALPAY**
*Behçet BECERİR**

Özet: Işık malzeme yüzeyi ile temas ettiğinde bir kısmı yüzeyden yansır ve bir kısmı da yüzey tarafından absorbe edilir. Işık yansımaları tekstil malzemesinin yüzeyine bağlıdır ve rengin ışıklılığını ve doygunluğunu etkiler. Kumaşın renk algısını kumaş yapısını oluşturan ipliklerin renk ve reflektans (yansıma) özellikleri etkiler. Dokuma kumaşların renk ve reflektans değerlerine bağlı olarak algılanması kumaşı oluşturan ipliklerin kimyasal (hammadde), fiziksel (numara, büküm, eğirme işlemi, filament sayısı) kompozisyonuna ve konumlanmasına (iplik sıklığı, örgü vb.) bağlıdır. Kumaş yapısal parametrelerinde yapılan değişikliklerin kumaş reflektans değerlerini hangi yönde etkileyeceğinin bilinmesi kumaşlardan istenen reflektans değerlerinin elde edilebilmesini sağlayacak kumaş yapısal parametrelerinin tasarım aşamasında belirlenebilmesini sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: reflektans, kumaş yapısal parametreleri

Review of the Relations between Fabric Constructional Parameters and Fabric Reflectances

Abstract: When light falls on the surface of an object, some part of the incident light is absorbed and the remaining is reflected which is detected as colour. The composition of the reflected part of the incident light depends on the properties of the surface and detected in terms of lightness and saturation. The perception of the colour of fabric surfaces are affected by constructional properties including the properties of fibres (origin), yarns (spinning process, count, yarn twist, number of filaments) and fabrics (yarn density, weave pattern, etc.). Assessment of the effects of constructional properties on the reflectance properties of fabric surfaces will allow obtaining the required reflectances of proposed fabric construction in the stage of design.

Key Words: percent reflectance, fabric constructional parameters

1. GİRİŞ

Kumaş reflektansı (yansıma) kumaşı oluşturan ipliklerin reflektans özelliklerine ve bu ipliklerin yapı içindeki konumlanmalarına (birbirleri ile kesişim düzenlerini belirleyen örgü yapılarına) dayanır. Lifler, tüm kumaşların hammaddeleridir. İplikler liflerden oluşur, bu nedenle liflerin yansımaları ipliklerin yansıma karakteristiklerine büyük oranda etki eder. Kumaşların reflektans ve rengini etkileyen en önemli yapısal parametreler; malzeme (lif ve ipliklerin tipi, yüzeyin pürüzlülük ve tüylülüğü, rölyef ve tekstür vb.) ile gelen ışık arasındaki (yansıma, saçılma ve absorpsiyon) ilişkiler, iplik yüzey alanları ve oranı (iplik sıklığı, iplikler arası boşluklar), renk yüzeylerinin düzenlenme şekli (örgü ve renk raporu), gözeneklilik (porosite) ve örtme faktörü (kumaş kompaktlığı)'dür.

2. IŞIK İLE TEKSTİL YÜZEYİ ARASINDAKİ ETKİLEŞİM

Bir tekstil mamulü birçok ince lifin bir araya gelmesi ile oluşur. Her lifin üst yüzeyine gelen ışığın bir kısmı bir cam çubukta veya pencere camında olduğu gibi yansıtılır veya

* Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 16059, Görükle, Bursa.
İletişim Yazarı: M. Akgün (akgunm@uludag.edu.tr)

reflekte edilir. Bir tekstil mamulünde birçok beyaz (renksiz) lif birbiri ardınca bulunduğu için, hemen hemen gelen ışığın tamamına yakını yansıtılır. Fakat tekstil yüzeyini oluşturan lifler yüzeyde çok çeşitli şekillerde oryante edildiklerinden ışık yansımaları bir aynada olduğu gibi değil, çeşitli yönlere doğru dağınık şekilde olur. Boyanmamış bir tekstil materyali hemen hemen gelen ışığın tamamına yakını yansıtıldığından bunlar beyaz ışık altında beyaz görünürler (Duran, 2001).

Işık malzeme yüzeyi ile temas ettiğinde bir kısmı yüzeyden yansır ve bir kısmı da yüzey tarafından absorbe edilir. Malzemenin rengi bu yüzeyden yansıyan ve absorbe edilen oran arasındaki ilişkiye bağlıdır. Malzeme içine giriş sırasında gelen ışık kırılır ve yüzey normaline olan açısını değiştirerek hareketine devam eder. Bu durum malzemenin yoğunluk farkından kaynaklanır (Tilley, 2000; Mc Donald, 1997). Yüzeyin pürüzsüz (düzgün) olması durumunda bu yansımaya açısı, gelen ışın açısı ile aynı olurken, pürüzlü yüzeylerde farklı olur. Bir nesnenin gözle görülen rengi görünür spektrumdaki en tepede yansımaya yapan ışık kısmı ile ilgilidir. Pratikte yansıyan ışığın değeri gelen ışığın yüzeyden yansıtılan miktarı olarak tanımlanır. Bundan dolayı yansıyan ışık miktarı (%R) yansımaya eğrilerinde gösterilir (Field, 1999).

Işık absorpsiyonu malzemenin belirli bir dalgaboyundaki ışığı absorblama kapasitesidir. Tüm malzemeler elektromanyetik radyasyonun ultraviyole, görünür ve infrared spektrumunu absorblama yeteneğine sahiptir. Ancak sadece görünür bölgede absorblanan dalgalar göz tarafından renkli algılanır (Christie ve diğ., 2000).

Işık yansımaları tekstil malzemesinin yüzeyine bağlıdır ve rengin ışıklılığını ve doygunluğunu etkiler. Genelde yansımaya yüzeyin üç temel parametresi olan parlaklık (brilliance), tekstür (texture) ve aydınlığına (lustre) bağlıdır. Parlaklık, rengin ışıklılığı ve doygunluğu üzerinde etkilidir. Yüksek parlaklık görünümüne sahip yüzeyde yüzeyden saçılan ışık bakış açısına bağlıdır. Yüzeyin tekstürü parlaklık ile ilişkilidir. Rölyefli (çukurlu) bir tekstür yapısı az bir parlaklık gösterir. Diğer bir parametre olan aydınlık ise ışığın ayna benzeri yansımalarını karakterize eder (Field, 1999). Parlaklık, kalınlık, yüzey ve kumaşın sıklığı kumaş görünümünü üzerinde etki eden önemli faktörlerdir. Renk ve tekstür elementleri kumaş görünümünün biçimlenmesinde oldukça önemlidir (Choo ve diğ., 2003). Kumaşın anizotropik (yöne bağlı olmayan) doğasından dolayı kumaş parlaklığının çeşitli açılarda analiz edilmesi gerekir. İplik bükümü arttıkça, makro seviyedeki parlaklığın düşmesi sonucunda, parlaklık ünitesinin boyu da buna bağlı olarak azalacaktır (Kim ve diğ., 2004).

Yüzeyle temas eden ışığın bir kısmı geliş güzel parçalar şeklinde dağılarak yansır. Yansıyan ışığın spektral kompozisyonu bu parçaların özelliklerine ve tipine bağlıdır. Yüzeyden yansıtılmayan ışık malzeme içine nüfuz eder. Nüfuz eden bu ışığın bir kısmı seçimli absorblanır ve bir kısmı da gözlemciye geri yansır. Renk algısı gözlem açısına da bağlıdır ve göze gelen ışık gözlemlenen nesnenin pozisyonuna bağlı olarak değişir (Field, 1999). Tekstil liflerinden olan yansımada ışığın büyük bir bölümü dağınık yansır (Mc Donald, 1997).

Dokuma kumaşların yüzeyi genellikle pürüzlü yüzeyin türü ile ilgilidir ve yansımaya genellikle pürüzlü yüzeylerde meydana gelen mat yüzey yansımaları, yani düzgün ve dağınık yansımaların gerçekleştiği Lambertian yansımaya olarak varsayılmaktadır. Kumaşların hepsi Lambertian yansımaya göstermedikleri için kumaşların yansımaya özelliklerinin değerlendirilmesinde kumaş materyallerinin özellikleri ve kumaş yapıları göz önüne alınmalıdır. Gelen ışık yüzeyde absorblanabilir, yansiyabilir ve/veya geçebilir. Yansıyan ışık belirli bir yönde olabilir, bu durum düzgün yansımaya (specular) olarak isimlendirilir veya belirli bir yöne değildir, bu durumda dağınık (diffuse) yansımaya olarak isimlendirilir. Bunların ikisi de ışık dalga boyu ve malzeme özellikleri ile ilişkilidir. Pürüzlü yüzeylerden olan yansımaya oldukça karmaşıktır, dağılma (kırılma, kırınım) ve yüzeyin mikro yapısı ile ilişkili olarak girişim etkisi olur ve durum çok katlı yansımaya içerir. Yüzey pürüzlülüğü arttıkça, yansımaya açısı artarak, reflektans azalacaktır (Yang ve diğ., 2003).

Tekstil malzemesine çarpan ışığın bir kısmı çözgü ve atkı iplikleri arasında ve lifler arasında var olan boşluklar nedeni ile arka zemine geçerler. Saçılma durumu parçacıklar şeklinde olur ve parçacıklar tekrar çarpışmaya uğrar. Bu çarpışan parçacıklar gelen ışığın dalga boyu ile karşılaştırıldığında oldukça küçüktür. Bu saçılmayı meydana getiren parçacıkların boyutunun gelen ışık dalgaboyu boyutunun onda birinden daha küçük olduğu tahmin edilmektedir (Tilley, 2000). Saçılmanın bir sonucu olarak kumaş içinden geçen ışık ışınlarının yoğunluğu kumaşın merkezinde olan saçılmalar sonucunda azalmaktadır (Gabrijelčić, 2007).

Nesnenin görünümünün değerlendirilmesinde renk kadar tekstür (doku) yapısı da önemlidir (Rigg, 1987; Mc Laren, 1987). Renk görünümü olgusu iki bağımsız değişken olan tekstür ve temel renk özellikleri ile modellendirilmiştir (Oulton ve diğ., 2004). Nesnenin rengini beyaz ışıktan yansıyan bileşen belirlemektedir. Transparan (şeffaf) materyaller az bir değişimle ışığın geçmesine izin verirler. Yarı saydam materyaller ışığı dağıtır, geçirir ve absorblarlar. Opak materyaller ise ışığı yansıtır ve absorblarlar, geçirme yapmazlar. Parlaklık, eğrilik ve tekstür gibi yüzey karakteristikleri ışığın yansıma derecesini etkilerler. Okubo ve diğ. (1998) dijital görüntüde, renk ölçümüne engel olacağından, görüntü üzerine yansıyan ışığı elimine etmek için arka zeminde siyah karton üzerinde çalışılmasını uygun görmüşlerdir.

Renk ölçümünde ışığın cisim tarafından ne şekilde etkilendiği önemlidir. Tamamen geçirgen cisimler üzerlerine gelen ışığı çevreye saçmazlar fakat opak cisimler ise hiçbir ışığın diğer tarafa geçişine izin vermezler ve üzerlerine gelen ışığı hem absorblarlar, hem de saçarak ortama geri yansıtırlar. Renkli transparan cisimlere gelen ışık, temel olarak absorblanıp saçılmazken, renkli opak cisimlere gelen ışık, hem absorblanır, hem de ortama geri saçılır. Renkli transparan cisimlerin renk ölçümünde ışığın geçirilmesi esasına dayanan cihazlar kullanılırken, renkli opak cisimlerin renk ölçümünde reflektans esasına dayanan cihazlar kullanılır. Reflektans spektrofotometreleri opak cisimlerin renk ölçümünde kullanılmaktadır (Becerir 1998). Spektrofotometrik eğriler nesnenin renginin ve yansımasının belirlenmesinde kullanılmaktadır (Green ve diğ., 2002; Field, 1999).

Renk algısını etkileyen en önemli parametre yapıyı oluşturan ipliklerin renk değerleri ve yansıma özellikleridir. Dokuma kumaşların rengi ve algılanması onun fiziksel, kimyasal kompozisyonuna ve yapısına bağlı olduğu kadar, gözlemlenen yüzey üzerine ışık kaynağından gelen ışık ışınlarına, malzemenin optik-yansıtma özelliklerine ve gözlemcinin duyarlılığına da bağlıdır (Christie ve diğ., 2000; Tilley, 2000; Mc Donald, 1997). Akgun ve diğ. (2005a, 2005b, 2006, 2010b) tarafından yapılan çalışmalarda, kumaşların aşınmaya bağlı olarak değişen reflektans ve renk değerlerinin kumaş yapısal parametrelerine bağlı olarak değişim gösterdiği görülmüştür.

3. KUMAŞ YAPISAL PARAMETRELERİNİN REFLEKTANS ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

3.1. Lif Özelliklerinin Kumaş Reflektansı Üzerindeki Etkisi

Lif ve ışık arasındaki ilişki analiz edildiğinde kumaş reflektansını etkileyen parametreler lif yüzeyi, oryantasyonu, yoğunluğu, enine kesit şekli ve matlaştırma oranları olarak belirtilmektedir (Etters, 1997). Liflerin yüzey, boyut, kristalinite ve enine kesit şekli lif içinde ve/veya yüzeyinde olan ışık yansıma/absorbsiyon ve kırılma/saçılma durumunu belirler (Christie, 2000).

Liflerin optik özellikleri yalıtkan, lif yüzeyinden parlak yansıma yapan ve geçirgen olarak nitelendirilir. Bir lif yarı saydamdır, ışığı yansıtır ve aynı zamanda kırar. Bu davranış kırılma indeksi (birim uzunluk başına düşen her bir dalga boyundaki yansıma ve geçirgenlik) tarafından tanımlanır. Genelde açık kumaş modelinde lif kesişim noktaları görülememektedir.

Bu kesişim noktalarında farklı ipliklerin lifleri birbirleri ile çok yakın bir şekilde kesiştiğinden dolayı doğru olmayan ışık yayılma modeline neden olmaktadır. Tam bir kesişim ortaya çıkartan algoritma elde etmek güç olduğu için, liflerin hafifçe kesiştiği varsayılmaktadır (Volevich ve diğ., 1997).

Kumaş içindeki liflerin enine kesitleri tekstil materyalinin görünüşünü etkiler. Liflerin parlaklığı, lifin enine kesit şekli ile yakından ilişkilidir. Genelde, sentetik liflerin yapısı doğal liflerden daha pürüzsüzdür ve doğal lifler çoğunlukla kıvrılma eğilimi gösterirler. Bundan dolayı, sentetik liflerin yüzeylerinden daha fazla düzgün yansıma meydana gelir ve bundan dolayı daha fazla parlaktırlar. Mikro alanlar ve malzemelerin mikro yapısı ile ilgili olarak, sentetik mikrolif tarafından yansıtılan ışık farklı olabilir. Bu durum liflerin yüzeyindeki multifilament grupların sayısından kaynaklanmaktadır (Shin ve diğ., 2005). Lifler arasında ara yansımalar meydana gelmektedir. Ara yansımalar üzerindeki bazı analizlerde göz önüne alınan yüzey yansıması Lambertian veya ideal düzgün olarak varsayılmaktadır. Gerçekte bu oldukça karmaşık bir yansıma işlemidir ve ara yüzey yansımalarının hesaplanması oldukça zordur. Bu durumda, ara yüzey yansıması tarafından elde edilen parlaklık, yan parlaklık ve çok katlı yansıma gibi yüzey yansıması üzerinde özellikle lif eksenine dik yönde oldukça önemli etki eder (Yang ve diğ., 2003).

Kumaşın optik yapısında lifler yalıtkan ve lif sınırından ışığı yansıtma ve absorbe etme gibi özelliklere sahiptirler. Lif yarı saydam bir yapıdadır, ışığı yansıtır ve aynı zamanda kırar. Bu davranış birim uzunluk başına düşen her bir dalga boyu başındaki kırınım indeksi, yansıma ve geçirgenlik, yani yüzey ve absorpsiyon hacmi ile belirlenir. İplik yapısı içindeki lifler birbirleri ile sıkı bir şekilde karışmış halde bulunurlar. Bu durum liflerin birbirleri ile çok sayıda kesişimine neden olduğundan ışık yansıma modelinde düzgünsüzlüğe neden olmaktadır. Bu lif kesişimi olarak değil lif yerleşiminde ufak bir hata olarak ele alınmaktadır. Eğer ışın orijini lif içinde ise sadece bu lif yüzeyi ile kesişim kontrol edilir. Eğer ışın bir liften diğer bir life geçerse ışın ikinci lifin arkasına kayacaktır (Volevich ve diğ., 1997).

Doğal lifler eşit olmayan boyutlarda ve pürüzlü yüzeylere sahiptirler. Doğal liflerin enine kesitleri lif boyunca değişiklik gösterir ve düzensiz enine kesit yapısına sahiptirler. Doğal lifli yapılardan olan ışık yansıması bu nedenlerden dolayı oldukça dağınıktır. Düzgün yüzeye sahip olmayan bu yapılardan olan ışık yansıması tüm yönlere dağılarak yansır. Bu liflerin parlaklığı düşük ve bakış açısına bağlıdır (Christie ve diğ., 2000; Eters, 1997; Ingamells, 1993).

Sentetik liflerin yüzeyleri oldukça pürüzsüzdür ve bu yüzeylerden olan ışık yansıması oldukça düzgün ve ayna benzeridir. Liflerin lif yüzeyinden olan ışık yansıma ve saçılma durumları liflerin enine kesit şekline, liflerin uzunluk ve yerleşimine ve liflerin temas yüzeylerine bağlıdır (Gabrijelčić, 2007). Pürüzsüz yüzeye ve üçgen (trilobal) enine kesite sahip poliester lifleri yüksek yansıma değerlerine sahiptir (Yang ve diğ., 2003). Sentetik liflerin enine kesit şekli ve çapları lif çekimi (ekstrüzyon) sırasında belirlenir ve aynı zamanda lif özellikleri de kullanım alanına göre ayarlanabilir. Multifilament liflerin boyu sonsuzdur ve eğirme işleminden sonra istenilen uzunluğa göre uygun boyutlara getirilir (Ingamells, 1993).

Doğal liflerde olduğu gibi dağınık ışık yansıması renklerin daha ışıklı görünmesini etkiler ve bu durum rengin daha az doygun görünmesine neden olur. Parlaklığı yüksek liflerin kullanılması durumunda bakış açısına bağlı olarak ışık demeti göze ulaştığında görsel olarak daha yoğun renk algılanmasına sebep olur. Bu durum ayna etkisi ve düzgün ışık yansımasının sonucudur. Liflerden olan ışık saçılması eğirme çözeltisine aktif saçılma parçacıkları eklenerek (titanyumdioksit vb.) artırılabilir ve malzemenin görünümü daha az parlak ve mat olur (Gabrijelčić, 2007).

Işık ve lif arasındaki ilişkide önemli olan durumlardan birincisi, liflerin yerleşimi ve liflerin birbiri ile ilişkisidir. Liflerin gelişi güzel yerleşimi tekstil malzemesinin rengini önemli derecede etkiler. Filament liflerin renk görünümü büyük oranda bakış açısına bağlıdır. Çünkü

ışık bu liflerin yüzeyinden düzgün olarak yansır. Kısa liflerde ise kısa liflerden olan geliş güzel yansımadan dolayı gözlemcinin algısı bakış açısına bağlıdır. Liflerin yüzey alanı genişletildiğinde liflerin optik teması artar ve bu kumaş yüzeyinden olan saçılma miktarını azaltır. Bu durum Kubelka - Munk eşitliğindeki (Eşitlik 1) saçılma katsayısının (S) azalması ile tarif edilir ve renklilik değeri (K/S) artar (Morton, 1976; Gabrijelčić 2007). Opak (ışığı geçirmeyen) malzemelerde renk biçimlenmesini ve görünümünü etkileyen üç parametre absorpsiyon, saçılma ve yansımadır. Tekstil materyalleri gibi opak numunelerde yüzeyin ışığı absorblama ve ışığı saçma özelliği ile bu yüzeyin üzerine düşen ışığı yansıtması arasındaki ilişki Kubelka - Munk denklemi ile ifade edilir ve bu değerler boyanmış kumaşın maksimum absorpsiyon (minimum reflektans) dalga boyunda ölçülür (Kubelka, 1948; Mc Donald, 1987; Mc Laren, 1986). Bu parametrelerin arasındaki ilişki Eşitlik (1)' de verilen Kubelka - Munk eşitliği tarafından tanımlanmıştır.

$$K/S = (1-R)^2 / 2R = A \cdot c \quad (1)$$

Bu eşitlik, maksimum absorpsiyon dalga boyunda kumaşın ışığı absorblama katsayısı olan absorpsiyon katsayısı K , kumaşın ışığı saçma katsayısı olan saçılma katsayısı S ve kumaş yansıması (reflektans) R 'den oluşmaktadır. K/S değeri bir nesnenin renkliliği (renk kuvveti) olarak adlandırılır ve boyarmaddenin absorpsiyon katsayısı A (absorbans) ile boyarmaddenin absorpsiyon konsantrasyonu c 'nin çarpımına eşittir. (Tilley, 2000; Mc Donald, 1997

Lif enine kesit şekli yanında boyutu da oldukça önemlidir. Düşük yoğunluğa sahip lifler genelde küçük enine kesite sahiptir. Sonuç olarak bu yapılar daha az ışık absorbe ederler, ancak geniş lif yüzeylerinden dolayı daha fazla aktif saçılma yaparlar. Eşit miktarda boyarmadde absorblamış ince ve kalın liflerin renginde görsel olarak farklılık meydana gelmektedir. İnce lifler kalın liflerden daha parlak görünür ve aynı görsel etkiyi elde etmek için daha fazla boyarmadde alımı gerektirir (Etters, 1997; Ingamells, 1993; Sasaki ve diğ., 1993; Akgun ve diğ., 2007; Akgun ve diğ., 2008).

Lif inceliği azaldıkça, liflerin kumaş yüzeyinde ayna benzeri efekt gösterdiği ve gelen ışığın bir kısmının boyarmadde ile etkileşime girmeden geri yansıdığı bilinmektedir (Kobsa ve diğ., 1993; Rubin ve diğ., 1994; Sasaki ve diğ., 1993; Akgun ve diğ., 2007; Akgun ve diğ., 2008). İpliği meydana getiren her bir filamentin inceliği arttıkça kumaş yüzeyinden olan geri yansıma da artmaktadır (Rubin ve diğ., 1994).

Lif inceliğinin kumaş reflektansı üzerindeki etkisi incelendiğinde, lif yüzeyi üzerine düşen ışığın belirli bir miktarını ortama geri yansıtır. Bu miktar lifin renginden bağımsız olup toplam lif yüzey büyüklüğüne bağlıdır ve lif içinden dışarı çıkan geri yansımanın oranını artırır. Lif çapı azaldıkça tekstil materyallerinin görünen renk koyuluğu da azalır. Bu nedenle ince liflerde düşük boya veriminin nedenlerinden biri lif inceliğine bağlı olarak ışığın lif içinde aldığı yol uzunluğunun kısılmasıdır. Lif inceliğine bağlı olarak liflerin ışık absorbansı incelendiğinde, boyanmış ince lif tutamlarında ışık yolunun kısa olması nedeniyle, lif inceliği azaldıkça lif tarafından yapılan ışık absorbansı da azalmaktadır. Lifin iç tabakalarından dışarı yansıyan ışık miktarı lif içinde bulunan ışığı absorblayıcı boyanın miktarına da bağlıdır. Boyama koyulaştıkça lif yüzeyinden geriye yansıyan ışığın, lif içinden geriye yansıyan ışığa oranı artar ve bunun sonucunda aynı miktar boyarmadde ile boyanmış ince lifler, kalın liflerden renk olarak daha açık görünürler. Renk koyuluğu arttıkça bu durum daha belirgin hale gelir. İplikler için yapılan benzer bir çalışmada tüm durumlar için aynı boya konsantrasyonu dikkate alındığında, lif tutamındaki filament sayısı arttıkça lif tutamının renginin, renk derinliğinin azaldığı görülmüştür (Nakamura ve diğ., 1995; Kobsa ve diğ., 1993; Rubin ve diğ., 1994; Sasaki ve diğ., 1993).

Tekstil kumaşının optik görünümü lif inceliğinin yanında kumaşın yüzey yapısına da büyük ölçüde bağlıdır. Eğer kumaş ince liflerden ve düz olarak dokunmuş ise yüzey ayna benzeri etki gösterir ve daha fazla ışık yansıtır. Kumaş boyandığında kalın liflerden yapılmış kumaşa göre daha soluk görünür. Kalın liflerden yapılmış kumaşlarda lifler arasındaki büyük boşluklarda ışık pek çok defa ard arda absorblanır ve daha açık olan kumaş yapısı daha koyu gibi görünür ve kumaşın rengi koyulaştıkça bu etki artar. Bu yüzden kalın liflerden yapılmış bir kumaşın rengini ince liflerden yapılmış kumaşa elde etmek için kumaşa daha fazla boyarmadde kullanılması gerekir. Teorik boya gereksinimi lif inceliği ile üstel olarak değişmektedir (Jerg ve Baumann, 1996; Partin, 1991a; Partin, 1991b).

3.2. İplik Özelliklerinin Kumaş Reflektansı Üzerindeki Etkisi

İpliklerin görünümünü, özelliklerini ve yapısını tanımlayan parametreler; hammadde, lif tipi ve enine kesit şekli, iplik tipi, numarası ve çapıdır. İplik liflerden oluşan doğrusal bir tekstil formudur. Bundan dolayı lifler için tarif edilen tüm özellikler dolaylı olarak ipliklere aktarılmaktadır. Bunun yanı sıra iplik yapısal parametreleri lifler arası ilişkilerden elde edilir. Kumaşın renginin belirlenmesinde etkili olan iplik parametreleri; iplik tipi, iplik lineer yoğunluğu, iplik bükümü, iplik çapı, renk parametreleri, tüylülük, eğirme tipi, rijitlik ve kompaktlık, nem ve kimyasal madde absorpsiyonu şeklinde sıralanabilir (Adanur, 2001).

Filament iplik sonsuz uzunlukta bir veya daha fazla filamentin birleşiminden oluşmaktadır. Lifler iplik eksenine boyuna yönde oryante olduğu için ışık yansımalarının yönü ve saçılan ışık yoğunluğu büyük oranda lif tipi ve şekline bağlıdır. Eğrilmiş ve bükülmüş iplikler içindeki lifler eğirme ve büküm işlemleri sırasında kısmen de olsa iplik eksenine doğrusal olarak oryante olurlar. Bu oryantasyon eğirme işlemine ve büküm yoğunluğuna bağlıdır (Gabrijelčić, 2007).

Ring ve rotor eğrilmiş iki pamuk ipliği ele alındığında, ring iplik yüksek iplik bükümüne sahiptir ve bundan dolayı bu ipliklerin görünümü daha parlaktır. Rotor iplik uzunluk boyunca geliş güzel konumlanmış ve yönlenmiş liflerden oluşur ve bunun sonucunda ışık yansımaları dağınık ve her yöne eşit değildir. İplik gruplarındaki kesit farklılıkları ve rölyeflerden dolayı iplik tipine bağlı olarak ışık yansımaları farklılık göstermektedir (Gabrijelčić, 2007).

Liflerin ve ipliklerin yansıma özellikleri göz önüne alındığında, bunlar kumaşların görsel görünümünü etkileyen başlıca faktörlerdir. İplikler genellikle paralel veya bükülmüş, sıkı veya gevşek olarak çeşitli liflerin birleşmesi ile oluşur. Liflerin enine kesitleri çok çeşitlidir. İplikler genellikle, klasik ve sonsuz uzunlukta küçük silindirikler tarafından simüle edilirler. İpliklerin yansıma formları, maskeleme ve gölgeleme durumları göz önüne alınarak geometriye göre türetilir. İplik çok sayıda liften oluşur ve liflerin kesiti uzunlukları ile karşılaştırıldığında çok küçüktür. Bu yoğunluk ışığı yapıda sadece tek bir kesit varmış gibi (üçgen prizma gibi) yansıtır (Yang ve diğ., 2003)

İpliklerin reflektans özelliği kumaş yansımalarının temelini oluşturur. Rovandi ve diğ. (1995), Lawrence ve diğ. (1963) ve Motamedian ve diğ. (2003) tarafından yapılan çalışmalarda, ipliklerin reflektans özelliklerinin tespitinde liflerin ve kumaşların geometrik özellikleri göz önüne alınarak, ipliklerin reflektans analiz metodu sunulmuştur. Genel bir model olarak bu çalışmada liflerin, eliptik iplik yüzeyi etrafında yerleştiği ve iplikten yansıyan ışınların, liflerin yüzeylerinden yansıyan ışınlardan oluştuğu varsayılmıştır. Liu ve diğ. (2006) tarafından yapılan çalışmada ipliklerden yansıyan ışınların değerlendirilmesinde kullanılan iplik yansıma modelinde, iplik formları silindirik olarak kabul edilmiş ve iplik yansıma dağılımının iplik merkezindeki liflerde daha büyük olduğu gözlenmiştir. İplikteki her bir lifin yansıma aralığı farklıdır, çünkü her bir lif etrafındaki liflerden etkilenenektir. Gelen ışın veya yansıyan ışının komşu lifler tarafından etkilenmesi söz konusudur.

İplikte çap ve ışık yansımaları arasındaki ilişki liflerde olan ilişki ile benzerdir. İplik çapının kumaştaki renk algısı üzerinde ve iplik numarasının kumaş rengi üzerinde doğrudan etkisi vardır. Kumaş yüzeyinde kesişen iplik sayısı arttıkça iplik boyutlarında meydana gelen değişim kumaşın rengini etkilemektedir. Çift katlı bezayağı örgülü yapılarda görsel ve sayısal renk analizi üzerinde yapılan bir çalışmada aynı iplik sıklığında, ince çözgü ve kalın atkı iplikleri ile oluşturulan örgü tekrarlarında, atkı iplik renginin kumaşın toplam rengi üzerinde oldukça baskın olduğu görülmüştür. Kumaşlardaki çözgü ve atkı ipliklerinin incelikleri her zaman sabit değildir, aynı kumaş yapısında farklı numaralara sahip ipliklerde kullanmak mümkündür. İplik numaralarındaki farklılık farklı renklere sahip kumaş çeşitliliğini de arttırmaktadır. İplik enine kesiti lifli yapıların ara yüzey boşluklarının hava ile doldurulduğunu göstermektedir. Bundan dolayı iplik sıkıştırılabilir ve esnek bir forma sahiptir. Kumaş içinde iplik kesişimleri sırasında iplik eğilir ve sıkıştırılır ve bundan dolayı kesit ve çap değişimi meydana gelebilmektedir. İplik çapı ipliğin kumaşın ön yüzünden arka yüzüne geçtiği noktada çok küçük bir yer kaplar ve diğer iplik sistemi tarafından harekete zorlanır. Kumaş ön ve arka yüzeylerinde ise basınç ve lifler arası sürtünmeler düşerek iplik çapı yine eski haline gelerek denge durumuna geçer. Bu durum kumaşın görünümü, renk ve tekstürüne etki eder. İplik içindeki lifler arasında boşluk miktarının yüksek olduğu durumda kumaş içine dahil olan iplik yapısında meydana gelen boyut değişimi daha fazla olacağından ipliğin toplam renginde meydana gelecek bir değişim kumaşı önemli oranda etkileyecektir. İplik kesiti ve kumaşın yapısal parametreleri arasındaki bu ilişkiden dolayı iplik çaplarının kumaş renk efekti üzerinde doğrudan etkisi vardır (Gabrijelčić 2007).

İplik bükümünün optik olarak önemi ise iplik katlarına verilen bükümün yönüne bağlı olmaktadır. Büküm yönü iplik içindeki liflerin yerleşimini belirlediğinden, gelen ışık yansımalarının yönünü de belirlemektedir. Kısa lifli ipliklerde parlaklık, liflerin iplik eksenine boyunca oryante olması sonucu, büküm sayısının artması ile artar. Yapısal özellik olarak bükümsüz olan multifilament ipliklerde ise parlaklık, yüzeyden gelen ışık saçılmasının artmasından dolayı ilave olarak verilen büküm ile azalır. İplikler bükümleri bakımından bükümsüz veya minimum bükümde, S veya Z yönlü bükümlü iplikler olarak gruplandırılırlar. Büküm yönü gelen ışık yansımalarının yönünü etkiler. Bu durum kumaş içindeki ipliklerin yerleşimi ve örgü yönü ile daha çok belirginleştirilir. Liflerin lineer yoğunluğu ve çapı birbirine bağlı iki iplik parametresidir. Lineer yoğunluğun artması ile ortalama iplik çapı ve sonuç olarak da kesişen yüzey alanında artış meydana gelmektedir. Ancak ipliğin kompaktlığı göz önüne alındığında oldukça yüksek ortalama çapa sahip hacimli iplikler düşük lineer yoğunluğa sahiptirler (Gabrijelčić, 2007).

Çözgü ve atkı iplik sıklıkları birim uzunluktaki iplik sayısı ile belirlenir. Bu parametre kumaşların mekanik ve fiziksel özellikleri üzerinde önemlidir. İplik sıklıkları kumaş örgüsü ile ilişkilidir ve yüzeydeki ipliklerin yoğunluğunu belirler. İplik sıklıkları arttıkça bu ipliklerin renk etkisi ve/veya rölyef yoğunluğu da artar. İplik sıklığı değeri büyük oranda ipliklerin lineer yoğunluğu ve örgüye bağlıdır. İplik kalınlığı arttıkça ipliklerin kumaş yapısında kapladığı alan artar ve birim uzunluktaki ipliklerin sayısı azalır. İplik sıklıkları dokuma işlemi sırasında ve sonrasında önemli ölçüde değişmektedir. İplik sıklıklarının kumaşın nihai görünümü üzerindeki etkisini tahmin etmek için dokuma işlemi sonrasında relakse olmuş kumaş üzerinde ölçümler yapılarak çeşitli değerlendirmeler yapılabilmektedir. Örgü ve iplik sıklıkları arasındaki ilişkinin tanımlanması biraz karmaşık olup, genelde, çözgü ve atkı ipliklerinin kumaştaki kesişme sayısı arttıkça iplik sıklıklarının azaldığı belirtilmektedir. Çözgü ve atkı ipliklerinin kesişme noktalarındaki iplik durumları kumaşın ön yüzeyinden arka yüzeyine doğru yer değiştirmesi şeklinde olmaktadır. Bu durumda iplikler diğer iplik sistemindeki ipliklerin arasındaki boşluklardan geçmekte ve onlarla geniş yüzeylerde temas etmektedirler (Gabrijelčić, 2007).

İpliğin lifli ve pürüzlü yapısı temas noktalarında yoğun sürtünme kuvvetleri meydana getirir. Bu durum ipliklerin kayma ve hareketini önler. Sürtünme kuvveti ve ipliklerin gerilimleri arasında bir denge kurulur. Bezayağı örgülü yapılarda iplikler ard arda kesişim yaptığından dolayı iplik sıklıkları dimi veya saten örgülü yapılara göre daha düşük olmaktadır. Geniş tekrarlı saten ve panama örgülerde yüksek iplik yüzmelerinden dolayı ipliklerin üst üste gelmesi mümkün olup, bu durum ilave olarak iplik sıklıklarının artmasına neden olmaktadır (Gabrijelčić, 2007).

Aynı çözgü ve atkı numarasında ve aynı iplik sıklıklarında oluşan dokuma kumaşlar kare yapılı dokuma kumaşlardır. Böyle bir yapıda kumaşın mekanik ve fiziksel özelliklerinde iki iplik sistemi de benzer etki edeceklerdir. Ancak ipliklerin kumaş yüzeyi üzerindeki etkilerinin derecelerini tahmin edebilmek için aynı zamanda örgü yapısı da dikkate alınmalıdır. Aynı kumaş yapısında çözgü ve atkı iplik sıklıklarını değiştirmek için özel teknikler kullanılmaktadır. Bu durum farklı tipte çözgü iplik tarakları ve atkı regülatörü kullanılarak elde edilmektedir. Bu durumda atkı ve çözgü iplikleri bazı noktalarda daha yoğun bazı noktalarda daha seyrek olabilmektedir. Bu durumda belirgin renk veya örgü efektleri gözlenmektedir (Gabrijelčić, 2007).

3.3. Kumaş Özelliklerinin Kumaş Reflektansı Üzerindeki Etkisi

3.3.1. Örgü Yapısının Etkisi

Örgü, çözgü ve atkı ipliklerinin kesişimlerini belirlemektedir. Örgü tekrar boyutu, çözgü ve atkı ipliklerinin kesişim noktalarının oranı, sayısı ve dağılımı ve onların birleşimi (oryante ve oryante olmayan örgüler), yüzme uzunluğu, özel tekstür efektleri ve renkli yüzeylerin boyutu ve düzenlenmesi gibi parametreler kumaş yapısının yansıma, renk ve rölyefli yapısını etkilemektedir (Adanur, 2001; Gabrijelčić, 2007). Örgü tekrarının boyutu, ard arda gelen çözgü ve atkı ipliklerinin kesişim noktalarının en küçük birimini belirler. Böyle bir tekrarlı yapının en küçük boyutu 2x2 (bezayağı örgü) örgü yapısıdır. Çözgü ve atkı ipliklerinin kesişim oranı, her bir iplik sisteminin tüm renk etkisi üzerindeki etkisini belirler. Bu oranın temelinde örgüler homojen örgüler (çift taraflı örgüler), çözgü etkili örgüler ve atkı etkili örgüler olmak üzere üç gruba ayrılır. Homojen örgülerde, birim tekrar eden raporda aynı sayıda çözgü ve atkı kesişim noktası vardır. Bu durum çözgü ve atkı rölyef ve kumaş görünümü üzerindeki renk efektinin etkisinin aynı olduğu anlamına gelir. Bu tür örgülere bezayağı, panama, rib ve çift taraflı güçlendirilmiş dimiler verilebilir. Tek taraflı örgüler, bir tek iplik sisteminin yüzeyde baskın olduğu örgü yapılarıdır. Çözgü etkili örgülerde, çözgü iplik kesişim noktalarının yüksek olmasından dolayı çözgü ipliklerinin tekstürü ve rengi kumaş yüzeyinde etkindir. Benzer şekilde, atkı etkili örgülerde atkı ipliklerinin tekstürü ve rengi kumaş yüzeyinde etkindir. Bu tür örgülere çözgü ve atkı dimi ve satenleri ile diğer kompleks yapılı örgüler verilebilir (Gabrijelčić, 2007).

Çözgü ve atkı ipliklerinin kesişim noktalarının dağılımı kumaş yüzeyi üzerindeki renk ve rölyef durumlarını etkiler. Çözgü ve atkı iplikleri örgüye rölyef ve renk karakteristikleri verir. İplik kesişim noktalarının farklı şekillerde kümelenmesi ile farklı boyuta sahip renk yüzeyleri elde edilir. En küçük boyutlu yüzeyler, izole edilmiş kesişim noktaları durumunda görülür. Çünkü burada kesişim noktaları arasında geniş temas yüzeyleri yoktur. Örneğin Kesişim noktalarının üst üste gelmesinden dolayı sadece belirli ipliğin yüzeyde olduğu durumda (panama vb.), kumaş yüzeyinde renk ve rölyef efekti artar (Gabrijelčić, 2007).

Kumaş yüzeylerinin optik olarak algılanmasında üniform, düzgün ve geniş kesitlerin algılanması daha hızlı ve kolay olmaktadır. İpliklerin kesişim noktalarının kumaş içindeki yerleşimi de önemli bir parametredir. İplik kesişimleri kumaşta S veya Z yönlü olarak ya da farklı eğim açılarında olabilir. Optik olarak bu tarz örgüler özeldir, çünkü renklerin

algılanması bakış açısına bağlıdır ve gelen ışık örgüdeki ipliklerin yerleşimine bağlı olarak düzgün yansır. Dimi ve saten gibi örgülerde bakış açısının farklı olması kumaş parlaklığının farklı algılanmasına sebep olur. Yönlü olmayan bezayağı ve panama gibi örgülerde ışık yansımaları taneli (granüler) tekstür yapısından dolayı dağınıktır ve bakış açısına bağlı değildir. Örgü yönünün önemi aynı zamanda ipliklerin büküm yönüne de bağlıdır. İplik ve örgü yönünün aynı olması durumunda iplikler mümkün olduğunca birbirine yaklaşır ve kumaştaki oryantasyon etkisinin önemi azalırken, iplik bükümü ve örgü yönünün birbirine zıt olması durumunda iplikler birbirleri ile uyum içinde dağılırlar (Gabrijelčić, 2007).

Dokuma materyallerden düzgün olmayan dağınık yansıma ve yüzey saçılma durumunun teorik olarak dokuma yapısı içinde ipliklerin yaklaşık olarak sinüsoidal formda olmasından ve iplik yüzeyinden olan yansımanın ipliğin en tepe noktasında olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayna benzeri reflektansa sahip ipliklerle dokunan orta derecede düz dokumalar düzgün olmayan dağılma pikleri ve yüzey saçılması gösterirler. Dokuma yapısı içindeki ipliklerin aldığı geometrik sinüs dalga modeli sonucunda ipliğin aldığı konumlanmadan kaynaklanan tepelerde düzgün olmayan yansımalar meydana gelmektedir (Pont ve diğ., 2003).

Kumaşın bu yapısal parametreleri kumaşın bazı mekanik ve fiziksel özellikleri gibi kumaşın renk efekti de dokuma kumaş yüzeyindeki ipliklerin atlama uzunluklarına bağlıdır. İplik sıklıkları yüzen ipliklerin uzunluğu ile yakından ilişkilidir. Yüzme yoğunluğu arttıkça yüksek sürtünmeden dolayı yüksek sıklık değerlerinin elde edilmesi zorlaşır. Bezayağı örgüde, çözgü ve atkı kesişim noktaları yüzeyde yer değiştirir. Böylece düşük iplik sıklığına sahip kumaşlar meydana gelmektedir. Örneğin sekizli satende yedi iplik üzerinden yüzme yapılır ve böylece oldukça yüksek iplik sıklıklarına sahip kumaşlar elde edilir. İplik yüzmesi veya atlama tekstil alanında çözgü ve atkı ipliklerinin diğer iplik sisteminde birden fazla ipliğin üstünden geçerek atlama yapması olarak tanımlanır. Yüzen iplik uzunluğuna bağlı olarak kumaşın mekanik ve fiziksel özellikleri incelendiğinde yüzme azaldıkça kumaşın kompaktlığı artar, mekanik ve fiziksel özellikleri iyileşir. Ancak diğer yapısal parametrelerinde göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Gabrijelčić, 2007).

Opak cisimler, üzerine gelen ışığı diğer tarafa geçirmeyen yapılardır. Materyalin üzerine düşen ışık enerjisinin bir kısmı yüzeyde ve içinde absorblanırken bir kısmı da ortama geri yansır. Ortama geri yansıyan bu ışık yüzey tarafından absorblanan enerjiyi içermez ve gözlemci tarafından renk olarak algılanır. Ölçüm yapılan opak cismin yüzeyi pürüzsüz ise yüzeyden hem düzgün ışık yansımaları hem de dağınık ışık yansımaları olacaktır. Düzgün yansıyan ışık dalga boyundan bağımsızken, dağınık yansıyan ışık opak malzemenin absorpsiyon ve ışığı saçma karakteristiklerine ve malzeme içindeki mevcut renklendiricilerin parçacık büyüklüğü ve dağılımına bağlıdır. Genel olarak hem düzgün, hem de dağınık ışık hem aydınlatma hem de gözlem şartlarıyla değişiklik gösterir. Tekstil materyallerinin yüzey özellikleri lif, lifin matlığına, ipliğin bükümüne ve kumaşın yapısı ve örgüsüne bağlıdır (Becerir, 1998).

İpliklerin yüzme uzunlukları kumaşın yansıma, renk ve rölyef alanını etkiler. İpliğin kumaşın ön ve arka yüzündeki atlama uzunluğu arttıkça bu ipliğin etkisi daha çok belirginleşir ve bu yapılar üzerinde ışığın etkisi daha farklı olmaktadır. Bezayağı kumaşlar, kumaş yapısındaki çözgü ve atkı kesişim noktalarının maksimum olmasından dolayı düşük parlaklığa sahip kumaş yapıları olarak tanımlanır. Bu kumaş yüzeyinin tanecikli yapısından dolayı ışık dağınık olarak, yani tüm yönlere doğru yansır. Saten kumaşlarda, kumaştaki kesişim noktalarının özel dağılımı ve yüksek atkı ve çözgü yüzmeleri sonucunda belirli bir yönde paralel olarak yönlendirilmiş ipliklerden oluşan düzgün ışık yansımalarından dolayı yüksek parlaklık elde edilir. Bu oluşumdan dolayı bezayağı kumaşın görünümü bakış açısına bağlı değilken, saten örgünün görünümü bakış açısına bağlı olarak farklılık gösterir (Gabrijelčić,

2007). Kumaşların parlaklık dereceleri örgü ile ilişkili olup bezayağından saten örgüye doğru gidildikçe artmaktadır (Shin ve diğ. 2005).

Yapıyı oluşturan ipliklerin rengi göz önüne alındığında, aynı renkli çözgü ve atkı ipliği ile dokunan tek renkli kumaşların renginin yapıyı oluşturan ipliklerin rengi ile benzer olduğu düşünülebilir. Bu kumaş yapılarında, kumaşın yapısal parametreleri (iplik numarası, sıklık, örgü vb.) değiştirilerek optik ve ışık etkisinden faydalanarak değişik örgü efektleri elde edilir. Farklı yönlerde olan ışık yansımaları ve kumaş yüzeyinden olan farklı yoğunluklardaki ışık saçılmaları, kumaş hacminin ve tekstürünün farklı algılanmasını sağlar. Örgü etkili kumaşlarda ışık yansımalarının değişimi örgünün tipine bağlıdır (Gabrijelčić, 2007).

3.3.2. Gözenekliliğin Etkisi

İplikler arası boşluklar yani gözenekler kumaşın önemli bir parametresidir. Kumaş renk algısı üzerinde kumaş yüzeyindeki kümelenmiş ipliklerin renk alanlarının boyutu ve düzenlenişi kadar iplikler arası boşlukların düzenlenişi de önemlidir. Bu gözenekler hava ve su geçirgenliği, kumaş kompaktlığı, ısı ızalasyonu ve kumaş geçirgenliği gibi kumaş özelliklerine de etki eder (Gabrijelčić, 2007).

Yansıma ve renk bakımından kumaş geçirgenliği çok önemlidir. Kumaş yapısının rengi iplikler arası gözeneklerden geçerek arka zeminden yansıyan ışığın durumuna da bağlıdır ve bundan dolayı gözeneklilik kumaşın rengine etki eden bir parametredir. Kumaş gözenekliliği kumaşın yapısal parametrelerine bağlıdır ve sadece çok sıkı (kompakt) kumaş yapılarında elimine edilebilir. Ancak farklı kumaş oluşumuna sahip kumaşlarda rengin spektrofotometrik ölçümlerinde bu oluşumun tüm renk üzerinde önemli bir etkisinin olduğu kanıtlanmıştır. Bu özel durumlarda kumaşın reflektans durumunun incelenmesi kumaşın renk analizinde önemli olmaktadır (Gabrijelčić, 2007).

Farklı yapısal parametrelere sahip kumaş yapılarında iplikler arası boşluklar boyut, şekil, hacim bakımından farklılık gösterirler. Ayrıca iplikteki lifler arası gözeneklilikte göz önüne alınmalıdır. Gözeneklerin boyutu kumaştaki iplik çapı ve iplik sıklığına önemli derecede bağlıdır. İplik sıklığı ve kalınlığı arttıkça, kumaştaki gözenek boyutu küçülür. Örgü tipi iki iplik sistemindeki her bir ipliğin temas yoğunluğunu belirler. Bu şekilde iplikler arasındaki boşlukların yüzeyleri belirlenmiş olur ve bu durum kumaşın şekli ve görünümü üzerinde de etkilidir (Gabrijelčić, 2007).

Gelen ışık kumaş ile temas ettiğinde sadece kumaş yüzeyinde kalmayıp aynı zamanda üçüncü kumaş boyutu olan derinliğe doğru geçer. Işık parçaları kumaşın iç boşluklarına doğru ilerler ve yüzeyin yansıma etkisi azalır, bu durum malzemenin rengine doğrudan etki eder. Kumaşın iç katmanlarından yansıyan ışığın optik özellikleri hafif bir değişime uğrar (Gabrijelčić, 2007).

İplikler deforme oldukları, sıkıştırıldıkları ve enine kesitleri farklı şekil aldığı için iplikler arasında oluşan boşlukların kesitleri de farklılık gösterecektir. İpliklerin sıkıştırılabilirliği kumaş yapısal parametrelerinden doğrudan etkilenir. Bundan dolayı iplikler arasındaki gözenek hacmi kolaylıkla tahmin edilemez. Kumaş enine kesiti incelendiğinde iplikler arası boşluk şeklinin ipliklerin enine kesit şekline bağlı olduğu bulunmuştur. Bu özel durum kumaş içindeki gerginlik ve kuvvetlere de bağlıdır. İplik enine kesit şekli yuvarlak olduğu durumda gözeneklilik ipliğin kumaştan ayrılma noktasında en fazla, iplikler arasında en azdır. Gözenek hacmi ipliklerin konumlanma düzenine bağlı olarak değişir. Kumaş içinde yüksek gerilim durumunda (yüksek iplik sıklığı, daha fazla iplik sistemi vb.) ard arda gelen iki ipliğin hafifçe üst üste gelme durumu söz konusu olabilmekte ve bunun sonucunda da gözenekler eğimli bir pozisyonda konumlanabilmektedirler. Burada belirtilen gözenek parametreleri kumaş içine giren ışık ışınlarını etkiler, sonuçta saçılma ve içten yansıma etkisi meydana gelir. Işık ışınları iplikler arası boşluklardan geçtiğinde iplik duvarına çarparlar ve

farklı açılarda birçok kez yansır. Gözenek pozisyonlarının eğimli bir halde olması durumu daha da karmaşıktır (Gabrijelčić, 2007).

3.3.3. Örtme Faktörünün Etkisi

Örtme faktörü, çözgü ve atkı iplikleri tarafından kumaşın kapladığı alanın derecesi olarak tanımlanır ve kumaşın kompaktlığı ve geçirgenliği hakkında değerlendirme yapılabilmesini sağlar (Newton, 1995; Seyam ve diğ., 1994). Kumaş içindeki lif inceliği, çözgü ve atkı sıklığı ve dokuma deseni dokuma kumaşların reflektans özellikleri ve görünümünü belirler. İpliklerin bağlantı noktaları, kumaşın çözgü ve atkı sıklığı kumaşın örtme faktörü ile yakından ilişkilidir (Becerir, 2003).

Kumaş örtme faktörü ışığın kumaşın ön yüzünden arka yüzüne doğru liflerin ve ipliklerin arasındaki boşluklardan geçiş miktarının değerlendirilmesini sağlar Örtme faktörü arttıkça, ışığın ipliklerin ve liflerin arasından geçişi azalır. Kumaşın örtme derecesi doğrudan ipliğin yapısal parametrelerine ve sıklığa, dolaylı olarak da kumaş örgü yapısına bağlı olup, örgü yapısı iplik sıklığının sınırlarını belirler. Bezayağı kumaşlarda iplik yerleşimleri seyrek ve gözeneklerin pozisyonu dikeydir. Bundan dolayı kumaş yüzeyinin renk efekti kumaş yüzeyinin kapladığı alana bağlıdır. Genelde kumaşların kapladığı yüzey alanı %80-90 arasındadır. Kumaşın kapladığı alan miktarının düşük olduğu durumlarda kumaş yapısının kumaş görünümü üzerindeki etkisi daha önemli olmaktadır. Hesaplama ile yapılan teorik metotların yanında kumaşın kapladığı yüzey alanı iplik sistemlerinin mikroskopik olarak belirlenmesi şeklinde analiz edilerek de bulunabildiği ve elde edilen sonuçların yaklaşık olarak benzer olduğu görüldüğünden, pratikte kumaşın kapladığı yüzey alanı teorik olarak hesaplanarak elde edilmektedir. Araştırmaların sonuçları teorik hesaplamaların kesin bir sonuç verdiğini kanıtlamıştır (Gabrijelčić, 2007).

Akgun ve diğ. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada kumaş reflektans değerlerinin kumaşı oluşturan çözgü ve atkı ipliklerinin reflektans değerlerine iplik örtme faktörlerinin kumaş örtme faktörüne oranı dahilinde bir etki ettiği matematiksel olarak ifade edilmiş ve deneysel olarak geçerliliği gösterilmiştir.

Kumaş reflektans özelliklerini açıklamak için, örtme faktörü ile lif inceliğini birleştirecek kapsamlı eşitliklere ihtiyaç olduğu görülmektedir. Renk ölçümünde belirli bir ölçüm alanından yansıyan ışık toplanarak, görünür dalga boyu aralığında (400-700 nm) analiz edilir. Yansıyan ışık miktarı lifler, iplikler ve kumaş kompozisyonu ve fiziksel özellikleri tarafından etkilenir. Renk ölçümü için sadece yüzeyden gelen ışık önemlidir (Becerir, 2003).

Liflerin ve ipliklerin özellikleri kumaşın toplam reflektans özelliklerinde göz önüne alınabilir. Lif enine kesiti, iplikteki filament sayısı ve kumaş içindeki ipliklerin bağlantı noktalarının sayısı yüzeyden olan reflektans özelliklerini etkiler. Liflerin ve ipliklerin tüm bu özellikleri ile ilgilenmek mümkün olmayabileceğinden dolayı, kumaş örtme faktörü tek bir eşitlik yardımı ile kumaşın görünüm özelliklerini değerlendirebilmemizi sağlamaktadır (Becerir, 2003).

Yüksek örtme faktörüne sahip kumaşlar yüksek ışık absorpsiyonu ve yüksek K/S değerlerine sahiptir. Çünkü yüksek örtücülük ipliklerin ve liflerin boşluklarından kumaşın diğer yüzüne daha az ışık geçtiğini ve daha fazla ışığın absorpsiyonunu gösterir. Bu nedenle kumaş yüzeyine çarpan tüm ışığın absorpsiyonu veya yansıması ve yüzey ile etkileşime giren hiçbir ışığın kaybolmadığı (SCI; düzgün yansıyan ışığın dahil olduğu geometri) farz edilebilir (Rubin ve diğ., 1994).

4. DEĞERLENDİRME

Dokuma kumaşların reflektans değerleri kumaş yapısını oluşturan ipliklerin kimyasal (hammadde), fiziksel (numara, büküm, eğirme işlemi, filament sayısı, sıklık vb.) kompozisyonuna ve konumlanmasına (örgü) bağlıdır. Kumaş yapısının teorik temellerini belirleyen parametreler olan lif yapısı ve özellikleri (lif tipi, karışımı, geometrik, fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri), iplik yapısı ve özellikleri (iplik tipi, geometrik, fiziksel, mekanik ve yapısal özellikleri, eğirme işleminin teknolojik parametreleri), kumaş geometrisi (sıklık, örgü, gramaj, kalınlık, fiziksel ve mekanik özellikleri), örgü ve desen tasarımı ve kumaş oluşum teknolojisi kumaş reflektansını doğrudan etkileyen parametrelerdir. Bu yapısal parametrelerin reflektans üzerindeki etkilerinin bilinmesi yeni dokunması düşünülen bir kumaştan istenilen reflektans etkisinin elde edilebilmesini sağlayacak kumaş yapısal parametrelerinin tasarım aşamasında belirlenebilmesi sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

1. Adanur, S. (2001). *Handbook of Weaving*, Lancaster, A Technical Publishing Book Company, Technomic, Basel, Sultzer.
2. Akgun, M., Becerir, B. ve Alpay, H.R. (2006). Abrasion of polyester fabrics containing staple weft yarns: color strength and color difference values, *AATCC Review*, 6(3), 40-43.
3. Akgun, M., Becerir, B. ve Alpay, H.R. (2007). Assessment of color strength and color difference values of polyester fabrics containing continuous weft yarns after abrasion, *Fibers and Polymers*, 8(5), 495-500.
4. Akgun, M., Becerir, B. ve Alpay, H.R. (2008). Assessment of color strength and chroma values of polyester fabrics having different cover factors after abrasion, *Tex. Res. J.*, 78(3), 264-271.
5. Akgun, M., Becerir, B. ve Alpay, H.R. (2010a). Assessing the relationship among fabric constructional parameters, fractional reflectances and cover factors of polyester fabrics by experimental and mathematical methods, *Fibers and Polymers*, 11(2), 291-302.
6. Akgun, M., Becerir, B. ve Alpay, H.R. (2010b). Investigation of the effect of yarn locations on color properties of polyester automotive upholstery woven fabrics after abrasion, *Tex. Res. J.*, 80(14), 1422-1431.
7. Alpay, H.R., Becerir, B. ve Akgun, M. (2005a). Assessing reflectance and color differences of cotton fabrics after abrasion, *Tex. Res. J.*, 75(4), 357-361.
8. Alpay, H.R., Becerir, B. ve Akgun, M. (2005b). Assessment of reflectance and color differences of wool fabrics after abrasion, *Tex. Res. J.*, 75(8), 607-615.
9. Becerir, B. (1998). Renk ölçüm cihazlarının temel özellikleri, *Tekstil Terbiye & Teknik*, 33(9), 58-63.
10. Becerir, B. (2003). An experimental investigation on fabric cover factor, fabric reflectance and fibre fineness, *Colourage*, TexIndiaFair, 53-56.
11. Choo, S. ve Kim, Y. (2003). Effect of color on fashion fabric image, *Color Res. Appl.*, 28(3), 221-226.
12. Christie, R.M., Mather, R.R. ve Wardman, R.H. (2000). *The Chemistry of Colour Application*, Oxford, Blackwell Science.
13. Duran, K. (2001). *Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma*, E.Ü.Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını, No:17 (1.Baskı), Bornova/İzmir.

14. Eppers, J.N. (1997). Influence of fabric surface effect on color depth and hue of garment-dyed, *Textile. Am. Dyest. Rep.*, 86(5),15–18.
15. Field, G.G. (1999). *Color and Its Reproduction* (2nd Edition), GAFT Press, Pitsburg.
16. Gabrijelčič, H. (2007). Colour and optical phenomena on fabric, *Tekstilec*,50(4-6), 93-132.
17. Green, P. ve Macdonald, L. (2002). *Colour Engineering: Achieving Device Independent Colour*, Chichester, J. Wiley & Sons., U.K.
18. Ingamells, W. (1993). *Colour for Textiles: a User's Handbook*, The Society of Dyers and Colorists, Bradford.
19. Jerg, G. ve Baumann, J. (1996). Polyester microfabrics: a new generation of microfabrics, *Text. Chem. Color.*, 22(12), 12-14.
20. Kim, J.J., Shin, K.I., Ryu, H.S., Kim, E.A., Lee, M. ve Oh, K.W. (2004). Luster properties of polyester filament yarn woven fabrics, *Text. Res. J.*, 74(1), 72-77.
21. Kobsa, H., Rubin, B. ve Shearer, S.M. (1993). Using optical ray tracing to explain the reduced dye yield of microdenier yarns, *Text. Res. J.*, 63(8), 475-479.
22. Kubelka, P. (1948). New contributions to the optics of intensely light-scattering materials part I, *J. Opt. Soc. Am.*, 38(5), 448-457.
23. Lawrence, E.H. ve Lester, P.B. (1963). A study of the effect of cotton fiber structure on luster, *Text. Res. J.*, 33, 205-217.
24. Liu, J. ve Yamaura, I. (2006). Discussing reflecting model of yarn, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 18(2), 129-141.
25. Mc Donald, R. (1987). *Colour Physics for Industry*, SDC and Dyers Company Publications Trust, London.
26. Mc Donald, R. (1997). *Colour Physic for Industry* (2nd Edition), Society of Dyers and Colourists, Bradford, England.
27. Mc Laren, K. (1986). *The Colour Science of Dyes and Pigments*, Adam Hilger Ltd., ABD.
28. McLaren, K. (1987). *Colour Space, Colour Scales and Colour Difference*, Colour Physics for Industry, Dyers Company Publications Trust, Bradford.
29. Morton, T.H. (1976). Apparent color yield in dyed textiles, *J. Soc. Dyers Colour.*, 92(4), 149–157.
30. Motamedian, F. ve Arthur, D.B. (2003) Modeling the influence of dye distribution on the perceived color depth of a filament array, *Text. Res. J.*, 73(2), 124-131.
31. Nakamura, T., Ohwaki, S. ve Shibusawa, T. (1995). Dyeing properties of polyester microfibers, *Text. Res. J.*, 65(2), 113-118.
32. Newton, A. (1995). The comparison of woven fabrics by reference to their tightness, *J. Text. I.*, 86(2), 232–239.
33. Okubo, S.R., Kanawati, A., Richards, M.W. ve Childress, S. (1998). Evaluation of visual and instrument shade matching, *Journal of Prosthetic Dentistry*, 80, 642–648.
34. Oulton, D.P. ve Young, T. (2004). Colour specification at the design to production interface, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 16(1/2), 274-284.
35. Partin, A.R. (1991a). Wet processing of polyester microfiber fabrics, *Am. Dyest. Rep.*, 56(10), 45-49.
36. Partin, A.R. (1991b). Wet Processing of polyester microfiber fabrics, *Am. Dyest. Rep.*, 56(11), 43-44.

37. Pont, S.C. ve Koenderink, J.J. (2003). Split off-specular reflection and surface scattering from woven materials, *Appl. Optics*, 42(8), 1526-1533.
38. Rigg, B. (1987). *Colorimetry and the CIE System. Colour Physics for Industry*. Dyers Company Publications Trust, Bradford, UK.
39. Rovandi, S.A.H. ve Toriumi, K. (1995). Fourier transform analysis of plain woven fabric appearance, *Text. Res. J.*, 65(11), 678-683.
40. Rubin, B., Kobsa, H. ve Shearer, S.M. (1994). Modelling the dependence of fabric reflectance on denier per filament, *Text. Res. J.*, 64(11), 685-689.
41. Sasaki, H., Yanai, E. ve Araki, H. (1993). Correcting fabric dyeing rates by evaluating contact points of yarns, *Text. Res. J.*, 63(10), 614-618.
42. Seyam, A. ve El-Shiekh, A. (1994). Mechanic of woven fabric, part IV: critical review of fabric degree of tightness and its application, *Text. Res. J.*, 64(11), 653-662.
43. Shin, K.I., Kim, S.H. ve Kim, J.J. (2005). Image analysis of the luster of fabrics with modified cross-section fibers, *Fibers and Polymers*, 6(1), 82-88.
44. Tilley, R. (2000). *Colour and Optical Properties of Materials: an Exploration of The Relationship Between Light. The Optical Properties of Materials and Colour*, Chichester, J. Wiley & Sons., England.
45. Volevich, V.L., Kopylov, E.A., Khodulev, A.B. ve Karpenko, O.A. (1997). An approach to cloth synthesis and visualization, *The 7th International Conferenec on Computer Graphics and Visualization*, 21-24.
46. Yang, J. ve Ikeuchi, K. (2003). A rendering method for woven clothes reflections, *Computer Vision and Image Media (CVIM-140)*, 88, 33-40.

Makale 21.02.2012 tarihinde alınmış, 04.05.2012 tarihinde düzeltilmiş, 10.05.2012 tarihinde kabul edilmiştir.