



İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ DERGİSİ

Istanbul Commerce University Journal of Science

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



Tarama Makalesi / Review Article

TEKSTİL ENDÜSTRİSİNDE PİGMENTLERİN KULLANIMI VE İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

THE USAGE OF PIGMENTS IN TEXTILE INDUSTRY AND INVESTIGATION
OF THEIR EFFECTS ON HUMAN HEALTH

Ashhan KORUYUCU¹

Sorumlu Yazar / Corresponding Author
adelituna@nku.com

Geliş Tarihi / Received
02.05.2021

Kabul Tarihi / Accepted
23.06.2021

Öz

Pigmentler; organik ve inorganik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Organik ve inorganik pigmentler arasında; parlaklık, kimyasal stabilite, renk, maliyet, dağılım, ışık emme, boyut ve yüzey alanında farklar bulunmaktadır. Pigmentler tekstil endüstrisinde; dolgu maddesi, materyallerin renklendirilmesinde, farklı fonksiyonel özelliklerin (güç tutuşur, antibakteriyel, antimikrobiyal, su itici, UV ışınım koruma özellikleri, optik özellikleri, ses ve ısı yalıtım özelliklerinin) geliştirilmesinde kullanılmaktadır. Özellikle kaplama malzemesinde; ağır metaller içeren inorganik pigmentler kullanılmamalıdır. Çünkü bu pigmentler, insan sağlığına zararlı olarak bilinmektedir. Bu çalışmada pigmentler hakkında genel bilgi verilip, tekstil materyallerinin renklendirilmesi (boyama, baskı ve kaplama yöntemleri ile) işlemi ile elde edilen farklı fonksiyonel özellikler üzerine yapılmış bazı çalışmalar anlatılmıştır. Bunun yanı sıra; pigmentlerin vücuttaki etkileri de kısaca özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İnorganik pigmentler, insan sağlığı, organik pigmentler, tekstil.

Abstract

Pigments are divided into organic and inorganic ones. There are differences between them in brightness, chemical stability, color, cost, distribution properties, light absorption, dimension and surface area. Pigments are used as filling besides in coloration of materials, in the improvement of new materials with different functional properties (such as, flammable proof, antibacterial, antimicrobial, water-repellent, UV radiation saving features, optical properties, thermo and acoustic insulation properties). Especially, inorganic pigments which contain heavy metals should not be used as coating materials. Because these pigments are known to be harmful to human health. In this research general knowledge about pigments were given then studies about their usage in textile material colouration (dyeing, printing and coating techniques) and the different functional properties being achieved by their usage were presented. Besides, the effects of pigments on human health were also briefly summarized.

Keywords: Human health, inorganic pigments, organic pigments, textile.

¹Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye.
adelituna@nku.edu.tr, Orcid.org/0000-0002-8443-5188.

1. GİRİŞ

Pigmentler, bir ortamın görünümünü iyileştiren ya da ona renk veren çözünmeyen katı maddelerdir. Çözünmez olduklarından, ortama ince toz halinde öğütülerek ve çözeltiliye karıştırılarak eklenmektedirler. Pigmentler, ışığın belirli dalga boylarını emerek ışığın yüzeyden geçme ya da yansıma şeklini değiştirmektedir. Organik ve inorganik olmak üzere iki ana pigment türü bulunmaktadır.

İnorganik pigmentler karbon zincirlerine ve halkalarına dayanmamaktadır. Bu güçlü karbon zincirleri ayrıca onları oldukça stabil hale getirmektedir. Kuru öğütülmüş minerallerden genellikle metallere ve metalik tuzlardan oluşmaktadır. Bileşimleri nedeniyle, inorganik pigmentler genellikle organik pigmentlerden daha opak ve daha çözünmezdir. Genel olarak, inorganik pigmentler, ışık haslığı ve düşük maliyeti nedeni ile endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. İnorganik pigmentlerin üretimi, özellikle endüstriyel uygulamalarda daha uygun olmaktadır. Bunun yanı sıra; organik pigmentler karbon zincirlerine ve halkalarına dayanmaktadır. Bazıları stabilizatör olarak inorganik elementler içermektedir. Bu güçlü karbon zincirleri ayrıca onları oldukça stabil hale getirmektedir. Organik pigmentlere örnek olarak; alizarin, azo pigmentleri, bakır ftalosiyaninler, quinacridone verilebilir.

Organik ve inorganik pigmentler arasında parlaklık, kimyasal stabilite, renk, maliyet, dağılım, ışık emme, boyut ve yüzey alanı bakımından farklar bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı; inorganik ve organik pigmentlerin geçmişten günümüze tekstil kaplama endüstrisinde hangi amaçlarla kullanıldığını ve insan sağlığına etkilerini ortaya koymaktır.

2. İNORGANİK VE ORGANİK PİGMENTLERİN ÖZELLİKLERİ

Pigmentler radikal oluşumunu hızlandıran metal iyonları içerebilmektedir. Pigmentler kullanıldıkları ortamda çözünmemektedir. Ortam içinde ayrı parçacıklar halinde mevcut olarak renk üretmekte, seçici olarak belirli ışığı emmekte ve yansıtmaktadır. Çözünmemeleri ve polar yapıları nedeniyle sıklıkla aglomeratlar oluşturmaktadırlar. Pigmentler organik ve inorganik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Tablo 1’de pigmentlerin özellikleri karşılaştırılmaktadır.

Tablo 1. Pigmentlerin özellikleri (Parys,1994)

	İnorganikler	Organikler
Renk canlılığı	Açık, genellikle mat	Çok açık, çok parlak
Kaplama gücü	Zayıf-orta	Orta-çok iyi
Saydamlık	Opak	Yarı opak
Isı stabilitesi	İyi	Zayıf-iyi
Migrasyon özellikleri	Migrasyon olmaz	Değişken
Işık haslığı	İyi	Orta-iyi
Dispersiyon özelliği	Dispersiyon özelliği zor	Dispersiyon özelliği kolay
Toksik özelliği	Toksik ağır metaller içermektedir	Genellikle toksik değil
Fiyatı	Genellikle ucuzdur, organiklerden daha ucuzdur	Orta-çok pahalı

İnorganik pigmentler boyut olarak daha büyüktür. Yüzey alanı daha düşüktür ve organik pigmentlerden daha yoğunlardır. Bunlar esas olarak parçacık büyüklüğü ve şekli nedeniyle ışığın saçılmasıyla işlev görmektedir.

İnorganik pigmentler; genellikle, bir kristal matris oluşturmak için, çeşitli miktarlarda metal oksit (MeOx) karışımının yüksek sıcaklıkta kalsinasyonu ile üretilmektedir. İnorganik etki pigmentinde, organik yapı bulunmamaktadır (Parys,1994).

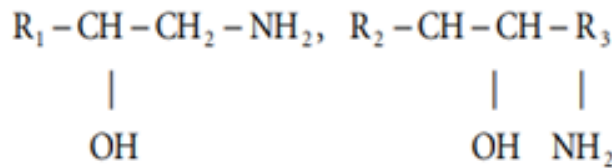
İnorganik pigmentler genellikle metal oksitler ve sentetik kimyasallardır. Bileşimleri basittir. İnorganik pigmentlere örnek olarak: kurşun oksit, kobalt mavisi, kadmiyum sarısı ve titanyum sarısı verilebilmektedir. Yeni çevre yasaları toksisite konusunda çok katı olduğundan, metal oksitler ve sentetik kimyasalların birkaçı artık kullanılmamaktadır (Parys,1994).

İnorganik pigment partikülleri; renklendirdikleri substratta çözünen boyaların aksine, fiziksel formlarını korumaktadır. Bu parçacıklar tipik olarak farklı uygulamalarda organik pigmentlere göre daha büyük, dağılması daha kolay ve renk bakımından daha kararlıdır. Bununla birlikte, organik pigmentler daha yüksek mukavemete sahip olma eğilimindedir ve genellikle daha canlı renkler sağlamaktadır (Parys,1994).

İnorganik pigmentlere örnek olarak; titanyum dioksit, beyazlığı geliştiren pigmentler, siyah pigmentler, demir-oksit toprak pigmentleri, krom pigmentleri, kadmiyum pigmentleri, metalik pigmentler verilebilmektedir. Ana pigment olan titanyum dioksit; rutil ya da anataz şeklinde iki ayrı sınıfa ayrılmaktadır. Rutil pigmentler daha az foto aktiftirler ve yüksek opaklığa sahiptirler (kırılma indeksi anataz için 2,5). Anataz pigmentleri fotokimyasal olarak aktiftirler. Polimerlerin (özellikle poliamid) ve mevcut herhangi bir renkli pigmentin foto degradasyonunu hızlandırmaktadır. Bu problem, parçacıkların MnO₂ gibi diğer inorganik oksitlerle yüzey işlemleriyle aşılabilmektedir. Saf anataz beyazdır. Diğer beyaz pigmentler; çinko sülfür ve baryum sülfattır. Demire dayanan renkli pigmentler demirli ferrasiyanür (demir mavisi) ve demir oksitler olup, (olası tonlar kırmızılar, sarılar, kahverengiler, morlar) hidrasyon ve kristal yapı oksidasyon derecesine bağlı olmaktadır. Karbon siyahı pigmentleri ısıya dayanıklı ve ucuzdurlar.

Titanyum dioksit; yüksek spesifik alanına, küçük parçacık boyutuna ve çok yüksek reaktiviteye sahiptir. Titanyum dioksit özellikle anataz formunda UV ışık altında foto katalizör olarak davranmaktadır (Yazhini ve Prabus,2015).

Alüminyum kaplı titanyum dioksit, demir oksit kırmızısı, diğer inorganik pigmentler ve dolgu maddelerinin genel formülü Şekil 1'de gösterilmektedir:



Şekil 1. Alüminyum Kaplı Titanyum Dioksinin Genel Formülü

Burada; R₁, R₂, R₃ zincirde 1 ila 22 karbon atomu içeren alkil gruplarını göstermektedir (Linden vd.,1978).

İnorganik pigment olan ZnO (çinko oksit); beyaz bir tozdur. İnorganik pigmentler ışığa karşı etkileşimlerine göre sınıflandırılmaktadır:

- Beyaz pigment,
- Renkli pigment,
- Siyah pigment ve
- Efekt pigmenti (Pfaff, 2008).

Efekt pigmentleri iki tiptir; metal etkili pigment ve inci cilası pigmentler. Efekt pigmentleri, kumaş üzerine uygulanmaktadır. Efekt pigmentleri; alüminyum, bakır, bakır-çinko alaşımları ve çinkodan oluşmaktadır (Şekar, 2013).

Efekt pigmentlerin tekstil yüzeylerine yapışmasını arttırmak için bağlayıcı madde gerekmektedir (Mahltig vd., 2016). Metal etkili pigmentler şeffaf değildir ve bu nedenle gelen tüm ışığı tek bir yönde yansıtmaktadır (Mahltig vd.,2016). Metal etkili pigmentlerin en önemlileri: demir (III) oksit, kalay dioksit, krom (III) oksittir (Maile vd., 2005; Pfaff vd., 2009).

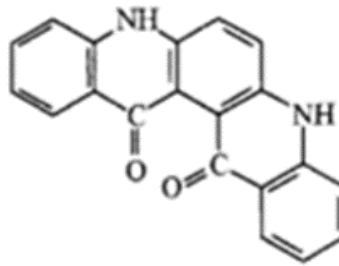
Organik pigmentler; küçük boyutlu (<0.1 mikron) olup, renk mukavemeti ve şeffaflık ile karakterize edilmektedir. Renklendirme özelliklerini yüksek emme katsayısı olan moleküler yapıya sahip bir ya da daha fazla kromoforun varlığına borçludurlar. Küçük parça boyutları nedeni ile ışığı verimli bir şekilde saçmamaktadır. Organik pigmentler iki ana gruba ayrılmaktadır:

- azo ve
- non-azo.

Azolar yaygın olarak kullanılmakta ve güçlü parlak, sarıdan kırmızıya kadar tüm renkleri sağlamakta ve ışık haslığı özellikleri ise; orta-iyi arasında değişmektedir. Azo pigmentleri bir ya da daha fazla azo kromofor içermektedir. Azo tonerler-kalsiyum tuzları ya da alüminyum hidroksit ile çöktürülerek çözünmeyen pigmentlere dönüştürülen karboksilik ya da sülfonik gruplar içeren azo bileşikleridir. Benziden ve türevlerine dayanan birleştirilmiş (sarı ila turuncu tonları) ve yoğunlaştırılmış bis azolara toksik özellikleri nedeni ile artık izin verilmemektedir. Çözünmezlik, genellikle amid grupları olmak üzere çok sayıda süstituent eklenerek, çözünmezlik elde edilmektedir.

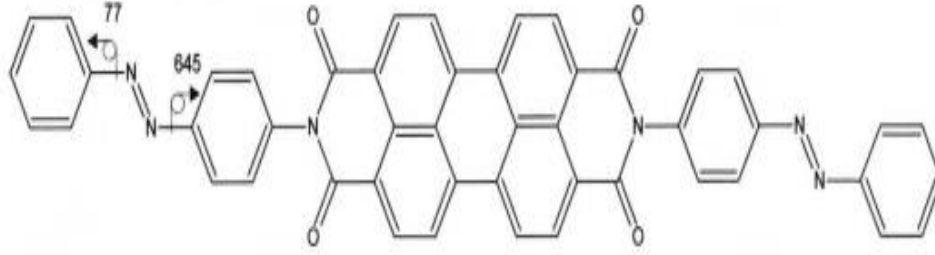
Non azo pigmentleri dörde ayrılmaktadır:

- Ftalosiyanın bakır (mavi tonları) veya klorlu bakır (yeşil mavi tonları). Ftalosiyanınlar; iyi ısı kararlılığı göstermektedir.
- Kinakridonlar pahalı olup, fiziksel forma bağlı olarak kırmızı ile mor tonlarını içermektedir. Kinakridonların yapısı Şekil 2'de gösterilmektedir:



Şekil 2. Kinakridonların Yapısı (Kurbanova vd.,1998).

- İzöindolilonlar; sarı ve yeşil tonlarında olmaktadır.
- Perilenler; kırmızı tonlarında olmaktadır (Parys,1994). Perilenlerin yapısı Şekil 3'de gösterilmektedir:



Şekil 3. Perilen PR 178'in Yapısı (Wyplosz,2003).

Organik pigmentler; organik bileşiklerdir. Kısmen ya da tamamen kromofor oluşturmak için karbon, oksijen, nitrojen içeren maddelerdir. Bazı organik pigmentler çözünmez metal iyonlarını içermektedir. Organik pigment üretiminde çevresel nedenlerden dolayı kadmiyum ve krom gibi ağır metallerden kaçınılmaktadır (Herbst ve Hunger, 2004).

Organik pigmentler; azo boyalarına ve ftalosiyanın boyalarına dayanmaktadır. Azo pigmentlerle parlak renkler elde edilmekte ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Metal kompleksli organik pigment olan ftalosiyanın boyaları; genellikle mavi ve yeşil renktedirler (Speight, 2017).

Endüstriyel olarak kullanılan sarı ve turuncu renklendiriciler; kromat pigmentlerinden oluşmaktadır. En önemli kromat pigmentleri; kurşun kromat (krom sarısı) ve kurşun molibdat pigmentlerini içermektedir.

2.1. Tekstil Kaplama Endüstrisinde Pigmentlerin Kullanımı

Pigmentler; kaplamalara hoş bir renk vermek, optik özellikler ile mekanik özellikleri değiştirmek için kullanılabilir. Ultraviyole ve görünür radyasyonu yansıtan ya da saçabilen pigmentler; kaplamaların iyi korunmasını sağlamaktadır. Pigmentlerin partikül boyutu; renk özelliklerini de önemli ölçüde etkilememektedir.

Renk pigmentleri hem doğal hem de organik ve inorganik sentetik materyalleri içermektedir. Renk pigmentleri:

- doğal pigmentler,
- sentetik inorganik pigmentler ya da
- sentetik organik pigmentler olmak üzere 3'e ayrılmaktadır (Roberts, 1968).

En yaygın kullanılan sentetik inorganik pigmentler:

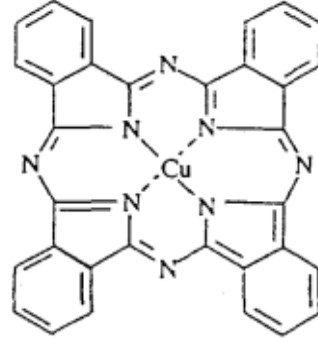
- kromat pigmentleri,
- krom yeşilleri ve krom sarıları,
- krom oksitler ve hidratlar,
- ultramin mavisi.

Kromat pigmentleri; özellikle krom sarıları ve krom yeşilleri kaplama alanında kullanılmaktadır. Krom yeşilleri ve krom sarıları özel bir demir mavisi karışımından oluşan kompozit pigmentlerdir. Krom oksitler ve hidratları başlıca ışığa, sıcağa ve alkaliye karşı stabiliteyi yüksek kullanım alanına sahiptir.

Ultramin mavisinin örtme gücü ve renklendirme özelliği düşük olmasına karşın; iyi ısı stabilitesi ve dekoratif kaplamalarda renklendirme pigmenti olarak kullanılmaktadır.

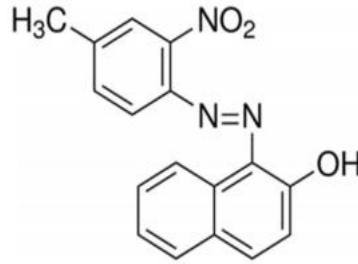
Sentetik organik pigmentler çok büyük ve önemli bir grup içermektedir. En yaygın kullanılan sentetik organik pigmentler şunlardır:

- Bakır ftalosiyanın mavileri ve yeşil pigmentleri; kimyasal olarak inert yüksek renklendirme ve mükemmel ışık haslığına sahiptir. Ftalosiyaninler esas olarak nispeten açık tonlarda kullanılmaktadır. Şekil 4’de bakır ftalosiyanın yapısı gösterilmektedir.



Şekil 4. Bakır Ftalosiyanın, C.I. Pigment Blue 15 (Roberts, 1968).

- Toluidin kırmızılıarı; suda doğal olarak çözünmeyen azo grubu pigmentlerini içermektedir. Toluidinler; iyi örtme gücüne, mükemmel parlaklığa, dayanıklılığa ve renk kalıcılığına sahiptir. Toluidin kırmızılıarı endüstriyel alanda geniş kullanım alanına sahiptir. Şekil 5’de toluidin kırmızısının yapısı verilmektedir.



Şekil 5. Toluidin Kırmızısının Yapısı (Lewis, 1988).

- Para kırmızılıarı; çözünmeyen azo pigment grubuna sahiptirler.
- Lithol kırmızısı; çözünür azo pigment grubuna sahiptirler.

İnorganik pigmentler; boya ve plastik ürünleri renklendirmek amacıyla kuru toz halde yaygın olarak kullanılır. İnorganik pigmentlerden biri olan çinko oksit; elastomerlerde reaktif bir dolgu maddesi ve UV-stabilizatörü olarak kullanılmaktadır. İnorganik etki pigmentleri; özel optik uygulama alanında (renk ve ışık yansıtma efektleri olarak) kullanılmaktadır (Rashid ve Mahlting, 2018). Titanyum dioksit pigmentleri; tekstil endüstrisinde UV emiciler olarak kullanılmaktadır (Yazhini ve Prabus, 2015). Bütün bunların yanı sıra; boya sentezinde de kullanılırlar (Yazhini ve Prabus, 2015).

Pigmentlerin bir başka önemli grubu; kadmiyum ve kadmiyum pigmentleridir. Krom ve kadmiyum bazlı inorganik pigmentlerin kullanımında çevresel problemler bulunmaktadır. Endüstriyel olarak kullanılan malzemelerin çoğunu; sarı inorganik pigmentler, kadmiyum, kurşun ve altı değerlikli krom temsil etmektedir. Örnek olarak; kurşun kromat $PbCrO_4$ ve PbO verilebilir.

Krom pigmentler; boyalarda, kaplamalarda ve plastiklerde kullanılmaktadır. Parlak renk tonları, iyi renklendirme gücü, gizleme gücü, ışık haslığı ve hava direnci ile karakterize edilmektedir.

Metalik pigmentler; boyalarda kullanılmaktadır. Metalik pigment olarak en çok alüminyum kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra diğer metalik pigmentler; sınırlı ölçüde nikel, kalay ve kurşun alanında kullanılmaktadır. Karbon siyahı; renklendirme gücü en yüksek olan pigmenttir. Opaklık ve kaplamalarda geniş kullanım alanına sahiptir. Kadmiyum sarıları ve kırmızıları alkaliye karşı dirençlidir. Alkaliye dayanıklı olanlar; emülsiyon boyalarda kullanılmaktadır (Roberts,1968).

2.1.1. Daha önce yapılan bazı çalışma sonuçları

Günümüzde pigmentlerin tekstil kaplama endüstrisinde kullanımı ile ilgili çeşitli araştırmalar mevcuttur:

Rashid ve Mahlting (2018) yapmış oldukları bir çalışmada; inorganik etki pigment-binder sistemini sol-jel prosesi ile %100 pamuklu dokuma kumaşlara uygulamışlardır. Çözeltinin vizkozitesini sabit durumda tutmak için kıvamlaştırıcı ilave etmişlerdir. Çözeltinin dağılımını sağlamak için dispers ajanı kullanmışlardır. Pigment, binder, kıvamlaştırıcı, dispers ajanı ve inorganik kimyasallar temin edilerek, prosesi tamamlamışlardır. Kurutma işleminden sonra, refleksiyon ve transmisyon karakteristikleri spektrofotometre kullanılarak ölçmüşlerdir. Dalgaboyunun fonksiyonu olarak kaplamanın refleksiyon ve transmisyon değerlerini; inorganik efekt pigmenti ve bağlayıcı ile kaplanan pamuklu kumaşın optik özelliklerini geliştirmede kullanmışlardır. Bu çalışmanın bilime katkısı; inorganik efekt pigmentlerinin tekstil materyalinin optik özelliklerini geliştirmektir (Rashid ve Mahlting, 2018).

Mahlting vd. (2017) yaptıkları çalışmada; poliester kumaşlar için metal efektli pigmentler ve poliüretan bağlayıcı içeren kaplama sistemini geliştirmişlerdir. Çalışmalarında bakırdan yapılan metal pigmenti kullanmışlardır. Kullanılan metal pigment mikro ölçekli boyutta olup, anizotropik şekle sahiptir. Optik modifikasyon ve diğer fonksiyonel özellikleri göstermek için kullanmışlardır. Pigmentlerin tekstil yüzeyine sabitlemesi için poliüretan bağlayıcı gereklidir. Mevcut araştırmanın amacı; pigmenti tekstil yüzeyine bağlayıcı ile sabitlemektir. Bağlayıcı; bir nem giderme işleminin sonucu olarak pigment yüzeyinin üzerinde mikro yapıların oluşmasına yol açmıştır. Bu mikro yapı pigment yüzeyinin bilime katkısı; kaplama alanında su itici, antimikrobiyal ve antistatik özelliklerin iyileştirilmesi olmaktadır (Mahlting vd., 2017).

Manasoğlu vd. (2014) yaptıkları çalışmada; selüloz tozlarının tekstil kaplamacılığında dolgu maddesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Ön işlem görmüş, %100 poliester dokuma kumaşa, bıçaklı kaplama tekniği kullanılarak selüloz tozları uygulanmıştır. Öncelikle, fiksaj sıcaklığının ve süresinin selüloz tozlarının sararma davranışı üzerine etkisi araştırılmış ve minimum sararmanın meydana geleceği optimum fiksaj şartları belirlenmeye çalışılmıştır. Kaplamada kullanılan selüloz tozu konsantrasyonunun ve tanecik büyüklüğünün kaplanmış kumaş özellikleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla, farklı konsantrasyon ve farklı tanecik boyutlarına sahip selüloz tozları ile kaplanan kumaşların çeşitli fiziksel özellikleri ile ses ve ısı yalıtım özellikleri değerlendirilmiştir. Selüloz tozları ile yapılan kaplamalar sonucunda özellikle orta ve yüksek frekanslarda poliester kumaşların ses yalıtım davranışının belirgin şekilde geliştiği ve genelde ısı iletkenlik değeri düşük kaplamaların elde edilebildiği görülmüştür. Bu çalışmanın bilime katkısı; kaplamada kullanılan polimerlerin ısı iletkenliği genellikle sıcaklıkla azalmaktadır. Isıl iletkenlik değeri düşük olan malzemeler; yalıtkan olarak kullanılmaktadır (Manasoğlu vd.,2014).

Topp K. vd. (2014) yaptıkları çalışmada; efekt pigmentleri kaplama ile çeşitli malzeme yüzeylerinin optik etkileri geliştirilmiştir. Metalik efekt pigmentleri; antimikrobiyal etkiler, elektriksel iletken kaplamalar ya da radyo dalgalarına karşı koruma özellik göstermiştir. Bu

makalede; metalik etkili pigmentlerin tekstil malzemeleri üzerine kaplanmasıyla yeni fonksiyonel tekstiller elde edilmiştir. Toplamda, dört farklı metalik etki pigmentleri incelenmiş, gümüş ve grafit pigmentlerle karşılaştırılmıştır. Bakır yada gümüş içeren efekt pigmentlerinin kaplama ile uygulanmasıyla *E.coli* ve *S.aureus*'a karşı önemli antibakteriyel özellikler elde edilmiştir. Radyo dalgalarına karşı etkili koruma sağlayan iletken tekstiller elde etmede bakır pigment içeren gümüş kaplama; en iyi özelliklere sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada; geniş bir uygulama sunan fonksiyonel tekstiller elde etmek için etkili bir kaplama yöntemi geliştirilmiştir (Topp vd., 2014).

Rashid vd. (2019) yaptıkları çalışmada; pamuklu kumaşların optik fonksiyonelliğini geliştirmek için efekt pigmentleri pamuklu kumaşlara uygulanmıştır. Bu çalışmada; metalik efekt ve inci cilası pigmentleri kumaş üzerine kaplanarak optik özellikleri incelenmiştir. Efekt pigment ile tekstilin optik işlevselliği geliştirilmiştir. Bu çalışmanın bilime katkısı; efekt pigmentinin tekstil materyalinin optik özelliklerinin geliştirilmesinde kullanılmasıdır (Rashid vd., 2019).

Özdemir ve Özgüney (2017) yaptıkları çalışmada; keskin mavi-yeşil renkli, oldukça sağlam, iki boyutlu 18 π -elektron konjuge sistemine sahip aromatik makrosiklik bileşikler olan ftalosiyanimler kullanılmıştır. Makro halka yapının merkezi koordinasyon boşluğuna; aromatik yapının periferik ve nonperiferik konumlarına ise çeşitli fonksiyonel süstitüentlerin bağlanmasıyla ftalosiyanimlere; katalitik, elektrokromik, elektriksel iletkenlik, fotovoltajik, fotoiletkenlik, ışık absorpsiyonu, foto uyarıcı gibi çeşitli özellikler kazandırmak mümkündür. Geleneksel bakır ftalosiyanim pigmenti dışında ftalosiyanim türevlerinin de tekstil materyallerinin renklendirilmesinde kullanılmasıyla; farklı fonksiyonel özellikli (güç tutuşur, antibakteriyel...vs) teknik tekstillerin elde edilebileceği düşünülmektedir. Bu çalışmanın bilime katkısı; ftalosiyanim türevi pigmentlerin tekstil materyalinin güç tutuşur, antibakteriyel işlevselliğinin geliştirilmesinde kullanılmasıdır (Özdemir ve Özgüney,2017).

Özgüney vd. (2013) yaptıkları çalışmada; tetra periferik eugenol süstitüentli çinko ftalosiyanim sentezlenmiştir. Pigment öğütme işleminden sonra pamuklu kumaşlar pigment baskı yöntemiyle renklendirilmiştir. Elde edilen kumaşların antibakteriyel özellikleri, sürtme ve ışık haslıkları incelenmiştir. Basılan kumaşların *Staphylococcus aureus* bakterisine karşı etkili olduğu; *Klebsiella Pneumoniae* bakterisine karşı ise etkili olmadığı tespit edilmiştir. Genel olarak pigment baskıda elde edilen haslık değerlerden daha iyi yaş ve kuru sürtme haslığı değerleri elde edilmiştir. Işık haslığı değeri ise daha düşük ifade edilmiştir. Bu çalışmanın bilime katkısı; çinko ftalosiyanim pigmentinin tekstil materyalinin baskı yöntemine göre renklendirilerek, *S.aureus* bakterisine karşı antibakteriyel özellikler ile yaş ve kuru sürtme haslık değerlerinin geliştirilmesinde kullanılmasıdır (Özgüney vd., 2013).

Güzel B.'nin (1989) yaptığı çalışmada; ülkemizde üretimi olmayan pigment boyarmaddelerden naftol ve naftol sülfonik asit türü pigmentlerin sentezlenmesi ve uygulanabilirlikleri incelenmiştir. Sentezlenen pigmentlerin toz haslıkları incelenmiş ve tekstil baskı boyamacılığında kullanılan pigmentler için verilen haslıklara benzer sonuçlar alınmıştır. Ayrıca sentezlenen pigmentler pamuk lifine uygulanarak, boyama özellikleri incelenmiş ve bazı haslık testleri yapılmıştır. Bu çalışmanın bilime katkısı; naftol ve naftol sülfonik asit türü pigmentlerin pamuklu mamüllerin boyanmasında kullanılarak, haslık özelliklerinin geliştirilmesinde kullanılmasıdır (Güzel,1989).

Bilgehan ve Serin (1993) yapmış oldukları bir çalışmada; iki aktif metilen grubu içeren N, N-bis(2,4-dimetoksi-5-klorofenil)- B, B-dioxo-1,4-benzen dipropan amid'e; 2-aminofenol, 2-amino benzoik asit, N, N-dietil-3- amino-4-metoksisülfonamid gibi değişik anilin türevleri ürünlerinin sentezini elde etmişlerdir. Elde edilen ürünlerin solvent haslıkları, tane büyüklükleri ve renk canlılıklarının istenilen standartlara uygun olduğunu tespit etmişlerdir. Baskı tekniği ile pamuklu life uygulayarak, lif üzerine uygulanan testlerden olumlu sonuçlar elde etmişlerdir. Diğer yandan

elementel analiz, IR, NMR, Uv-vis gibi spektroskopik tekniklerden yararlanılarak, yapının hidrazon formunun keto ve enol formlarında olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmanın bilime katkısı; keto ve enol formlarında anilin türevi ürünlerinin pamuklu life baskı tekniği ile uygulanarak, solvent haslıkları ile renk canlılıklarının geliştirilmesinde kullanılmasıdır (Bilgehan ve Serin, 1993).

Sharma ve Biragi (2018) yapmış oldukları bir çalışmada; foto lüminesans pigmentlerin tekstil alanında ışık yayma eğiliminde olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada; foto lüminesans kavramı ve performansını etkileyen faktörler araştırılmaktadır. Bu makale tekstil alanında çeşitli uygulamaları kapsamaktadır. Bu çalışmanın bilime katkısı; foto lüminesans renk yayan pigmentlerin akıllı tekstil alanında uygulanabilirliğini ifade etmektedir (Sharma ve Bairagi, 2018).

Soruç 'un (2017) yaptığı çalışmada; stor perdelik kumaş yapıları olmak üzere, tekstil bazlı kaplanmış malzemelerin kullanıldığı çadır, branda, tente, hafif çatı malzemeleri gibi güneş ışınlarına karşı korumanın/enerji tasarrufunun önemli olduğu farklı alanlarda pigmentlerin yakın kızılötesi (NIR) ışınları yansıtma davranışlarını incelemiştir. Bu amaçla, farklı renklere sahip (siyah, sarı, mavi, yeşil ve kahverengi) organik pigmentlerin, demir oksit pigmentlerin ve kızılötesi yansıtıcı özel pigmentler; farklı konsantrasyon değerlerinde kullanılarak, güneş ışınlarını yansıtma (solar reflektans), absorblama ve geçirme (transmitans) özellikleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın bilime katkısı; organik pigmentlerin tekstil kaplama alanında kullanılarak, güneş ışınlarına karşı koruma özelliklerinin geliştirilmesinde kullanılmasıdır (Soruç, 2017).

Miao vd (2015) yaptıkları çalışmada; ışık kontrollü kumaşların üretilmesi için radyo frekans (RF) magnetron püskürtme teknolojisi kullanılarak poliester kumaş üzerine Azo/Ag/Azo çok katmanlı filmleri uygulamışlardır. Bu çalışmada Azo/Ag/Azo kaplanmış poliester kumaşların yüzey morfolojisi, kristal yapısı, ıslanabilirliği, hava geçirgenliği, UV ışınım koruması, görünür bölge geçirgenliği ve kızılötesi özellikleri araştırılmıştır. Kaplama sonrasında %95 oranında infrared refleksiyon değeri, yaklaşık 91,5° temas açısı, 100 Pascalda 18ml/s/cm² hava geçirgenliği ve 35.01 UPF değeri elde etmişlerdir. Kaplama sonrasında özellikle infrared refleksiyon oranını arttırdığını ifade etmişlerdir. Bu çalışmanın bilime katkısı; çok katmanlı Azo/Ag/Azo film kaplamanın tekstil materyalindeki su iticilik, hava geçirgenliği ve UV ışınım özelliklerinin geliştirilmesine katkısıdır (Miao vd., 2015).

Soumya vd (2016) yaptıkları çalışmada; siyah pamuklu kumaşlar üzerine silan ve nano ZnO hibrit kapsüllü PMMA kaplamalar uygulanarak, NIR yansıtma özelliği kazandırılmaya çalışılmıştır. Kızılötesi ve morötesi enerji kalkanlama kaplamalar ile tekstil yüzeylerinin solar ısı koruyucu yüzeylerin üretimini gerçekleştirmişlerdir. Bu kolloidal hibrit polimer çözeltisi kumaş yüzeyi üzerine daldırma tekniği ile uygulanmıştır. Bu çalışmanın bilime katkısı; silan ve nano ZnO hibrit kapsüllü PMMA kaplamaların pamuklu kumaşların kalkanlama özelliklerinin geliştirilmesinde kullanılmasıdır (Soumya vd.,2016).

Yano vd (2006) yaptıkları çalışmada; FePc (COOH)₄ ile boyanmış liflerin, çeşitli protein esaslı allerjenleri (sedir, hamam böceği, uyuz böceği, tahıl tozları, kedi kaynaklı) üzerine adsorbe ettiğini kanıtlamıştır. Bu şekilde çalışmalarından yola çıkarak atopik hastalar için yıkayıp tekrar kullanılabilen, allerjenleri yakalayan (üzerine adsorbe edebilen) çeşitli tekstil ürünleri üretilebileceğini savunmuşlardır. Allerjen proteinlerdeki disülfid bağının allerjik etki yarattığı düşünülmektedir. Pc ise bu bağı bozmamakta fakat adsorbe edebilmektedir (Yano vd.,2006).

Kobayashi vd (2010) yaptıkları çalışmada; merserize edilmiş ve edilmemiş örme kumaşları, bakır içerikli C.I Reactive Blue 71 ve C.I Reactive Blue 237 ile boyamıştır. C.I Reactive Blue 71 (Kayacion Turquoise E-NA) turkuaz renkli yapısı açıklanmamış ftalosiyanın yapıları boyarmadadır. Çalışmada pamuklu kumaşlara sırasıyla bakır (II) sülfat çözeltisi ile ön

mordanlama, boyama ve yine bakır (II) sülfat çözeltisi son mordanlama işlemi uygulanmıştır. Sadece ön mordanlanmış, mordanlanıp boyanmış ve son mordanlanmış boyalı mercerize ve mercerize olmayan kumaşların; etantiyol maddesine karşı koku giderici özellikleri ve *Staphylococcus aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkileri incelenmiştir (Kobayashi vd., 2010).

Gül vd (2011) yaptıkları çalışmada; iki değerlikli metal tuzlarının Zn(II), Co(II), Ni(II), Cu(II) varlığında, 4- (karboksimetilsülfonil)ftalonitril başlangıç maddesinin siklotramerizasyonu ile dört periferel tiyoglikolik asit grupları içeren metallsiz ve metalli ftalosiyanimler hazırlanmıştır. Hazırlanan yeni bileşikler IR, UV-Vis, kütle spektrumları ve ¹³C-NMR ve ¹H-NMR ile karakterize edilmiştir. Hazırlanan suda çözünür metalloftalosiyanim türevleri ile katyonik pamuklu kumaş çektirme yöntemine göre boyanmıştır. Boyanan kumaşın su ve yıkama haslıkları incelenmiştir. Bakır, nikel ve kobalt içerikli ftalosiyanimler ile boyanan numunelerde homojen, etkili bir boyama elde edilmiştir. Haslık sonuçları da kullanım açısından yeterli çıkmıştır. Çalışmanın, özellikle hava temizleyici materyallerin üretimi gibi alanlarda; heterojen ftalosiyanim katalizatörlerinin tekstil endüstrisinde kullanımına yönelik gelecekte yapılacak çalışmalara yararlı olacağı vurgulanmıştır (Gül vd., 2011).

Hao vd (2012) yaptıkları çalışmada; polimerik dispergir madde ile ham sübstitüentsiz mavi bakır ftalosiyanimi mikro-jet öğütme metoduna (mikrofluidizer ile) göre öğütürerek, partikül boyut dağılımı 80 nm olacak şekilde nanoskala pigment süspansiyonu hazırlamıştır. Nanoboyutlu hazırlanan pigmentlerin katyonize edilmiş pamuklu kumaş üzerine adsorbsiyon özellikleri incelenmiştir. Katyonize kumaş çektirme yöntemine göre pigment çözeltisiyle işleme sokulup, daha sonra binder çözeltisi içine sokulmuştur. Sürtme ve yıkama haslık değerleri ile renk verimi (K/S) değerleri incelenmiştir. Öğütme sonucu iyi dispersiyon stabilitesi sağlanmıştır. Boyama sırasında, banyoya eklenen tuz miktarı arttıkça, pH derecesi (6-9) arttırıldıkça ve sıcaklık arttıkça, pigment adsorbsiyonu azalmıştır. Pigment konsantrasyonu arttıkça renk verimi değerleri artarken, yıkama ve sürtme haslığı değerleri azalmıştır. Reaktif boya ile kıyaslandığında elde edilen sürtme haslığı değerleri daha düşüktür. Genel olarak bakıldığında, birçok endüstriyel uygulama açısından kabul edilebilir haslık değerleri elde edilmiştir (Hao vd.,2012).

Özdemir vd (2016) yaptıkları çalışmada; azo grupları içeren suda çözünebilen çinko ftalosiyanim (Şekil 13) ile çektirme yöntemine göre boyanmış pamuklu kumaşın; boyanma özelliklerini (K/S, L, a*, b*, C*, h* değerleri), renk haslık değerlerini (ışık, su, ter, klorlanmış su, sürtme, yıkama) ve antibakteriyel aktivitesini incelemiştir. Farklı konsantrasyonlarda yapılan boyamalar sonucunda homojen yeşil boyalı yüzeyler elde edilmiştir. Boya konsantrasyonu arttıkça renk verimi artmıştır. Boyanan kumaşların *Staphylococcus aureus* ve *Klebsiella Pneumoniae* bakterisine karşı oldukça etkili olduğu görülmüştür. Su, yıkama, kuru sürtme ve ter haslığı değerleri iyi derecededir. Işık haslığı değerleri kötü, yağ sürtme haslığı ve klor haslığı değerleri ise orta derecededir. Geliştirilen kumaşın gelecekte askeriye, koruyucu giysiler ve özellikle medikal tekstillerde kullanılabilceği vurgulanmıştır (Özdemir vd., 2016).

Ağar vd (2003) yaptıkları çalışmada; bazı ftalosiyanim ve polimerik ftalosiyanim komplekslerinin yedi farklı bakteri (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis*, *Morexella catarrhalis*, *Escherichia coli*, *Enterobacter cloacae* ve *Pseudomonas aeruginosa*) ve iki maya (*Candida Albicans* ve *Candida tropicalis*) türüne karşı agar disk metoduna göre antimikrobiyal etkinliklerini incelemiştir. Onbeş farklı ftalosiyanim kompleksinin değişik seviyelerde bir veya daha fazla bakteriye karşı antimikrobiyal etki gösterdiği gözlenmiştir. İki ftalosiyanim tipinin *Staphylococcus aureus* bakterisine karşı, onbeş ftalosiyanim kompleksinin *Morexella catarrhalis* bakterisine karşı ve bir ftalosiyanim kompleksinin ise *Pseudomonas aeruginosa* bakterisine karşı etkili olduğu gözlenmiştir. Genellikle en yüksek antibakteriyel aktivite çinko metal iyonu içeren ftalosiyanim komplekslerinde saptanmıştır (Ağar vd.,2003).

Moinuddin vd (2012) yaptıkları çalışmada; simetrik sübstitüentli 2, 9, 16, 23-tetrafeniliminofthalosiyanın metal bakır (II), kobalt (II), nikel (II) ve çinko (II) komplekslerinin sentezi (Şekil 14), karakterizasyonu ve antimikrobiyal özelliklerinin incelenmesi gerçekleştirmiştir (Moinuddin vd., 2012).

Kalhotka vd (2012) yaptıkları çalışmada; seçtikleri, suda çözünür periferel sübstitüentli on iki farklı ftalosiyanın türevinin antimikrobiyal etkisini incelemiştir. Alüminyum ve çinko merkez atomlu yapılar sentezlenmiştir. Çalışmanın amacı; geniş spektrumlu antimikrobiyal etkiye sahip katyonik suda çözünür ftalosiyanınlar hazırlamaktır. Sentezlenen ftalosiyanınlar *Escherichia coli* 3988 (Gram negatif), *Enterococcus faecalis* CCM 4224 (Gram pozitif) ve *Pseudomonas aeruginosa* CCM 1960 (Gram negatif) bakterilerine karşı antibakteriyel özellikleri incelenmiştir. Farklı konsantrasyonlarda alınan ftalosiyanın türevleri, bakterilerle karıştırılarak çözeltiler hazırlanmıştır. Numune çözeltiler yapay ışık altında, oda sıcaklığında, belirli sürede karıştırılmıştır. Daha sonra petri kaplarında uygun besi ortamına aşılınmış ve oluşan koloniler sayılmıştır. Sonuçlar CFU/ml cinsinden (CFU: Koloni oluşturan birim) ifade edilmiştir. Sonuç olarak; gram negatif bakterilerin seçilmiş ftalosiyanınlere karşı daha dayanıklı olduğu gözlenmiştir. Negatif ve nötr ftalosiyanınlar, gram pozitif bakteri üzerinde etkili iken katyonik esaslı ftalosiyanınlar her iki grup üzerinde de etkilidir. Kuaterner amin sübstitüentli çinko metalloftalosiyanın ve üre türevli sübstitüent içeren alüminyum metalloftalosiyanınlarının yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip oldukları görülmüştür (Kalhotka vd., 2012).

3.İNORGANİK VE ORGANİK PİGMENTLERİN İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ

Kumaş boyama için sentetik boyaların üretimi ve kullanımı günümüzde büyük bir endüstri alanına sahiptir. Kükürt, naftol boyları, nitratlar, asetik asit, sabunlar, enzimler, krom bileşikler, bakır, arsenik, kurşun, kadmiyum, civa, nikel, kobalt ve bazı yardımcı kimyasallar gibi ağır metallerin varlığı toplu olarak tekstil atıklarını zehirli hale getirmektedir. Boya ve boya dumanlarına uzun süre ya da yüksek oranda maruz kalmak; baş ağrısına, alerjiye, astım reaksiyonlarına neden olmakta; cildi, gözleri ve solunum yollarını tahriş etmektedir. Boyalardan kaynaklanan en önemli çevresel etki, uçucu organik maddenin salınmasıdır.

Organik pigmentlerin bazıları alerjik reaksiyonlara neden olmaktadır. Kimyasal ayrışma ve dolayısıyla organik pigmentlerden küçük moleküler toksinlerin salınması; risk faktörü olarak algılanmaktadır. Kurşun; boyada önemli sağlık ve çevre sorunlarına yol açtığından kullanımı yasaklanmıştır.

İnorganik pigmentler; kristal yapıları nedeniyle toksikolojik olarak nötr maddelerdir. Bu yaklaşım, inorganik pigmentlerin bileşimini ve parçacık boyutunu içermektedir. Günümüzde pigmentlerin yerini almak için çevre dostu inorganik pigmentler geliştirilmiştir. Cd, Co, Cr, Hg, Pb gibi elementler toksiktir. Sağlık ve çevre için tehlikeli olan elementler ise; Sb ve Se'dir. Günümüzde sarı inorganik pigmentlerin çoğu kadmiyum, kurşun, krom (IV), yani zararlı olabilecek ağır metal inorganik kimyasalların çevre ve insan sağlığı üzerine etkileri ve kullanımı bazı ülkelerde yasaklanmıştır (Mahltig vd,2016; Faulkner ve Schwartz,2009; Kumari vd,2009). En yaygın kullanılan inorganik pigment; titanyum dioksittir. Yüksek örtme (yüksek kırılma indisi) özelliği nedeniyle matlaştırma maddesi olarak kullanılmaktadır.

TiO₂ nano partiküllerine inhalasyon maruziyeti; bağışıklık tepkilerine ve nöro toksik etkilere neden olmaktadır. Titanyumun gecikmiş aşırı duyarlılığının ve oksitleri yüksek duyarlılığı olan bireyler için bir sağlık riski oluşturabilmektedir (Sargeant ve Goswami,2007; Hallab vd.,2001). Nano boyutlu TiO₂ ile aynı özellikleri istenmeyen, zararlı etkilerle ilişkili olabilmekte ve bazı yararlı uygulamalar için kullanılabilir. TiO₂ pigmentleri cildi veya mukoza zarlarını tahriş

etmemektedir. Titanyum dioksit veya başka bir pigment, pigment tozunun solunmasından kaçınılması gerekmektedir. Titanyum dioksitlerin; sudaki çözünürlükleri oldukça sınırlı olmaktadır.

Çinko iyonları organizma üzerine etki etmektedir. Büyük miktarlarda çözünür çinko; toksik olmaktadır. Bununla birlikte, insan vücudu 2 g. çinko içermekte ve metabolik süreçler için günlük miktarlarda 10 ila 20 mg gerekmektedir. Çinko sülfür pigmentleri, ağır metal bileşikleriyle bulaşma olmadıkça toksik değildir. Akut toksisite göstermezler. Pigment tozunun solunması mekanik solunum yolu başlangıcına neden olabilmektedir. Cilt veya gözlerle temas, mekanik sürtünme ile tahrişe neden olabilmektedir (Sargeant ve Goswami,2007; Hallab vd., 2001).

4. SONUÇ

Pigmentlerin tekstil materyaline uygulanması gittikçe artmaktadır. Çeşitli organik ve inorganik pigment türlerinin tekstil materyalleriyle kombine edilmesi farklı özelliklerde ürünlerin üretimini sağlayabilmektedir. Pigmentlerin tekstil materyallerine uygulanması ile ilgili incelenen çalışmalardan da görüldüğü gibi, değişik pigment kombinasyonları ve farklı yapıda çok çeşitli pigment türlerinin sahip olduğu özellikler, renklendirilme işlemiyle (boyama, baskı ve kaplama yöntemleri ile) tekstil materyallerine farklı fonksiyonel özellikler (optik, su itici, antimikrobiyal, antistatik, ses ve ısı yalıtım, antibakteriyel, elektriksel iletkenlik, ısıl iletkenlik, radyo dalgalarına karşı koruma, hava geçirgenlik, UV ışınım koruma) kazandırılabilir. Bu fonksiyonel özellikler yanında; yaş-kuru sürtme, solvent ve de renk haslık özellikleri de geliştirilebilir.

Ftalosiyaninler tıp alanındaki birçok çalışmada kullanılan önemli bir kimyasal bileşiktir. Bu alanlardan en önemlisi ise kanserin fotodinamik tedavisinde (PDT) de ftalosiyanin bileşiklerinden yararlanılmaktadır.

Pigmentlerin tekstil materyaline kazandırmış olduğu fonksiyonel özellikler yanında; biyolojik etkileri (vücuttaki etkisi) Tablo 2’de özetlenmiştir.

Tablo 2. Pigmentlerin Biyolojik Etkileri (Vücuttaki Etkileri)

Pigment Çeşidi	Biyolojik Etkisi (Vücuttaki Etkisi)	Kaynak
Berilyum oksit (inorganik pigment)	Granuloma	Parmeggiani Dr.L.(Ed),1983
Kadmiyum oksit	Tahriş, sistematik zehir	Parmeggiani Dr.L.(Ed),1983
Demir oksit	Fibrozis Birikme (akciğerlerde)	Parmeggiani Dr.L.(Ed),1983
Nikel oksit	Tahriş, kanser	Parmeggiani Dr.L.(Ed),1983
Titanyum dioksit	Solunumla akciğerlere ulaşmalarına rağmen akciğerlerde fonksiyonel bozukluk yapmayan tozlar	Parmeggiani Dr.L.(Ed),1983
Çinko oksit	Solunumla akciğerlere ulaşmalarına rağmen akciğerlerde fonksiyonel bozukluk yapmayan tozlar	Parmeggiani Dr.L.(Ed),1983
Ftalosiyanin (Çinko ve alüminyum türevlerinin fotodinamik	Mide bulantısı, kusma, saç dökülmesi, halsizlik gibi birçok yan etkisi bulunmaktadır.	(Prasad,2003; Zheng,2005; Patrice,2003)

kanser terapisinde kullanılması sayılabilir)		
Kurşun molibdat	Yüksek miktarda ve tekrarlanarak alınan kurşun, ağızda metalik tat, mide ağrısı, kusma ve diyareden başlayan; sinir sistemi hasarına bağlı intoksikasyon, koma, solunum durması ve hatta ölüme kadar uzayan sonuçlar doğurabilir. Kurşunun klinik önemi kan hücreleri ve sinir hücrelerindeki kronik etkilerinden kaynaklanmaktadır. Önemli bir enzim inhibitörü olarak hücrelere geçen kurşun, selenyum ve sülfür içeren enzimlerin antioksidan etkinlik göstermesini engellemektedir.	(Grandjean,1992; Göker,1996)
Kurşun kromat	Kurşun bir nevi nörotoksindir ve anormal beyin ve sinir sistemi fonksiyonlarına sebep olmaktadır. Çocuklar üzerinde yapılan araştırmalarda kanda kurşun miktarı arttıkça IQ seviyesinin düştüğü tespit edilmiştir.	(Baldwin vd.,1999)

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

KAYNAKÇA

Ağar, E., Karaoğlu, A.Ş., Şaşmaz, S., (2003), “Antimicrobial Activities of Some Phthalocyanine Derivatives”. Journal of Faculty of Pharmacy of Gazi University, 20(2), 79-86.

Baldwin, D.R., Marshall, W.J., (1999), “Heavy Metal Poisoning and Its Laboratory Investigation” (Review Article), Annals of Clinical Biochemistry, 36, 267-300.

Bilgehan, G., Serin S., (1993), “Benzendipropanamid Türevi Organik Pigment Sentezi ve Tekstilde Kullanımı”, IX Kimya ve Kimya Mühendisliği Sempozyumu, 20-24 Eylül, Trabzon.

Faulkner, E.B., Schwartz, R.J., (edt.) (2009), “High Performance Pigments”, 2nd ed. Weinheim: Wiley.

Göker, Ş., (1996), İstanbul Çocuklarında Kan Kurşun Taraması, İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Uzmanlık Tezi, İstanbul.

Grandjean, P., (1992), Health Significance of Metals-Lead. Maxcy-Rosenau-Last Buc-blic Health and Preventive Medicine Ed: Last JM, Wallace.

Gül, A., Sevim, A.M., Ilgün, C., (2011), “Preparation of Heterogeneous Phthalocyanine Catalysts by Cotton Fabric Dyeing”. Dyes and Pigments, 89, 162-168.

Güzel, B., (1989), “Pigment Boya Sentezi ve Tekstilde Kullanımı”, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.

- Hallab, N., Merritt, K., Jacobs, J.,** (2001), “Metal Sensitivity in Patients with Orthopaedic Implants”, *J Bone Joint Surg Am*, 83, 428-36.
- Hao, L., Wang, R., Liu, J., Cai, Y., Liu, R.,** (2012), “Investigating The Adsorption Performance of Nanoscale Pigment on Cationized Cotton Substrate”. *Powder Technology*, 222, 176-181.
- Herbst, W., Hunger, K.,** (2004), “Industrial Organic Pigments,” Third edition, Wiley-VCH, Weinheim.
- Kalhotka, L., Hrdinova, Z., Korinkova, R., Prichastalova, J., Konecna, M., Kubac, L., Lev, J.,** (2012), “Test of Phthalocyanines Antimicrobial Activity”. 2012 Nanocon, Brno, Czech Republic, EU.
- Kobayashi, Y., Kosaka, K., Nakanishi, T.,** (2010), “Deodorizing and Antibacterial Abilities of Knitted Cotton Fabrics Mordant Dyed with Reactive Dyes and Copper (II) Sulfate”. *Textile Research Journal*, 80(3), 271-278.
- Kumari, L.S., Rao, P.P., Koshy, P.,** (2009), “Red Pigments Based on CeO₂-MO₂-Pr 6O11 (M = Zr and Sn): Solid Solutions for The Coloration of Plastics,” *Journal of the American Ceramic Society*, 93, 1402-1408.
- Kurbanova, R., Mirzaoglu, R., Ahmedova, G., Şeker, R., Özcan, E.,** (1998), “Boya ve Tekstil Kimyası ve Teknolojisi,” Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Yayınları., 34, 1-102.
- Lewis, P.,** (1988), *Pigment Handbook*, volume 3, (2nd edition), Wiley, New York.
- Linden, H., Rutzen, H., Wegemund, B.,** (1978), *Process for Dispersing Pigments and Fillers Using Ammonoalkanol and Salt, Alkoxylation and Quaternization Derivatives Thereof*, 930,229, Henkel.
- Mahltig, B., Zhang, J., Huth, M., Fahmi, A.,** (2017), “Microstructuring of Metal Effect Pigments in Functional Coatings on Textile Substrate”, *The Journal of The Textile Institute*, 108(4), 538-542.
- Mahltig, B., Zhang, J., Wu, L., Darko, D., Wendt, M.,** (2016), “Effect Pigments for Textile Coating: a Review of The Broad Range of Advantageous Functionalization,” *Journal of Coatings Technology and Research*, 14, 35-55.
- Maile, F.J., Pfaff, G., Reynders, P.,** (2005), “Effect Pigments - Past, Present and Future,” *Progress in Organic Coatings*., 54(3), 150-163.
- Manasoğlu, G.,** (2014), “Selüloz Tozlarının Tekstil Kaplamacılığında Kullanımı Üzerine Bir Araştırma, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
- Miao, D., Jiang, S., Zhao, H., Shang, S., Zhu, P.,** (2015), “Fabrication of High Infrared Reflective Azo/Ag/AzO Films on Polyester Fabrics,” *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 26(2), 1198-1204.
- Moinuddin, K.M.H., Venugopala, R.K.R., Keshavayya, J.,** (2012), (Bobbarala V.A.) *Synthesis, Spectral, Magnetic, Thermal and Antimicrobial Studies on Symmetrically Substituted, Search for Antibacterial Agents*, InTech, 305-318.

Özdemir, P., Özgüney, A., (2017), “Ftalosiyanın Esaslı Boyarmaddelerin Kimyasal Yapıları ve Fonksiyonel Tekstillere Üretmesinde Kullanımı”, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilim Dergisi, 23(7), 809-817.

Özdemir Saral, P., Özgüney, A.T., Kaya Kantar, G., Şaşmaz, S., Seventekin, N., (2016), “An Investigation of Fastness and Antibacterial Properties of Cotton Fabric Coloured with Water-Soluble Zinc Phthalocyanine Containing Azo Groups”. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 26(1), 92-99.

Özgüney, A.T., Kantar, C., Saral Özdemir, P., Seventekin, N., Şaşmaz, S., (2013), “Investigation of Fastness Properties and Antibacterial Effect of Metallophthalocyanine (M:Zn) Containing Eugenol Printed on Cotton Fabric,” *Tekstil ve Konfeksiyon*, 23(2), (2013), 261-266.

Parmeggiani, L., (Edt), (1983), *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*, International Labour Office, Volume I., Third Ed., Ceneva

Parys, M.V., (1994), “Coating,” Eurotex, Germeen schapsonderwijs-CTL-Gent, Belgium.

Patrice, T., (2003), *Comprehensive Series in Photochemistry and Photobiology Vol2*, The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK,

Pfaff, G., (2008), “Special Effect Pigments Technical Basics and Applications,” Vincentz Network GmbH & Co KG.

Pfaff, P.G., Kieser, M., Maile, F.J., Weitzel, J., (2009), “Special Effect Pigments: Technical Basics and Application,” Hannoprint, Germany.

Rashid, M., Mahltig, B., (2018), “Inorganic Effect Pigment-Binder System following Sol-Gel Process-Application for Optical Textile Functionalization”, *Journal of Fashion Technology& Textile Engineering*, 6(3), 1-6.

Rashid, M., Mahltig, B., Mamun, K., (2019), “Surface Modification of Cotton Fabric with Effect Pigment-A Review of Improved Textile Optical Functionalization”, *International Journal of Textile Science*, 8(1),10-15.

Roberts, A.G., (1968), “Organic Coatings: Properties, Selection and Use,” *Building Science Series 7*, Washington.

Sargeant, A., Goswami, T., (2007), “Paper VI – Ion Concentrations”, *Mater Design*, 28, 155-171.

Sekar, N., (2013), “Advances in the Dyeing and Finishing of Technical Textiles,” *Woodhead Publishing Series in Textiles*, 26,46.

Sharma, R., Bairagi, N., (2018), “The Role of Photoluminescent Pigments in Textiles”, *Trends in Textile Engineering&Fashion Technology*, 2(2), 164-167.

Soruç, S., (2017), “Kızılötesi (IR) Işımları Yansıtan Kaplamalı Kumaş Yapılarının Geliştirilmesi”, *Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Bursa.

Soumya, S., Kumar, S.N., Mohamed, A.P., Ananthakumar, S., (2016), “Silanated Nano ZnO Hybrid Embedded PMMA Polymer Coatings on Cotton Fabrics for Near-IR Reflective, Antifungal Cool-Textiles,” *New Journal of Chemistry*, 40(8), 7210-7221.

Speight, J., (2017), “Endüstriyel İnorganik Kimya,” Mühendisler için Çevresel İnorganik Kimya.

Topp, K., Haase, H., Degen, C., Illing, G., Mahltig, B., (2014), “Coatings with Metallic Effect Pigments for Antimicrobial and Conductive Coating of Textiles with Electromagnetic Shielding Properties”, *J.Coat. Technology Res.*, 11(6), 943-957.

Wyplosz, N., (2003), “Laser Desorption Mass Spectrometric Studies of Artists’ Organic Pigments,” Citation for Published Version (APA), 2003.

Yano, H., Sugihara, Y., Shirai, H., Wagatsuma, Y., Kusada, O., Matsuda, T., Kuroda, S., Higaki, S., (2006), “Phthalocyanine-Dyed Fibers Adsorb Allergenic Proteins”. *Amino Acids*, 30, 303-305.

Yazhini, K., Prabus, H., (2015), “Polymer Metal Oxide Composites on Textile Applications,” *Journal of Environmental and Applied Bioresearch.*, 3(1), 28.

Zheng, H., (2005), A Review of Progress in Clinical Photodynamic Therapy, *Technol Cancer Res Treat.* 4(3), 283–293.