



Konferans Bildirisi

Dış Mekan Döşemelerde, Toplu Taşıma Araçlarında Ve Halka Açık Alanlarda Kullanılmak Üzere Solarclean Teknolojisi İle Üretilen Kendi Kendini Temizleyen Suni Deri

Sevda MANAV^{1*}

¹ Güzelcan Suni Deri Teks.San Tic.A.Ş., Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0008-6985-3868>,
E-mail: sevdamanav@egesunideri.com

* Sevda Manav: sevdamanav@egesunideri.com; 02328531212

Received 25 October 2024

Received in revised form 11 December 2024

In final form 17 December 2024

4th International Conference on Design, Research and Development
(RDCONF 2024)
December 19 - 20, 2024

Reference: Manav, S. (2024). Self-cleaning artificial leather produced with Solarclean technology for use in outdoor flooring, public transportation vehicles, and public areas. Orclever Proceedings of Research and Development, 5(1), 400-409.

Özet

Suni deri, estetik görünümü ile dikkat çekerken, güneş ışığı, nem ve sıcaklık değişimlerine karşı dayanıklılığı sayesinde dış mekan mobilyalarında, toplu taşıma araçlarında ve halka açık alanlarda en çok tercih edilen malzemelerden biri olmuştur. SolarClean, kendi kendini temizleyen suni deri teknolojisi; fiziksel müdahaleye, kimyasal temizleyicilere, suya gerek duyulmadan otomatik bir temizleme mekanizması sunar. SolarClean suni derinin yüzeyinde uygulanan fotokatalitik ve nanoteknolojik kaplama teknolojisidir. Bu kaplama, nano boyutlu titanyum dioksit (TiO₂) partiküllerini içerir ve suni derinin yüzeyine entegre edilerek aktif bir temizleme mekanizması sağlar.

Anahtar: Fonksiyonel yüzey kaplama, suni deri, teknik tekstiller, kendi kendini temizleme, nano-boyutlu TiO₂



Conference Article

Self-Cleaning Artificial Leather Produced with Solarclean Technology for Use in Outdoor Flooring, Public Transportation Vehicles, And Public Areas

Abstract

Artificial leather, while drawing attention with its aesthetic appearance, has become one of the most preferred materials for outdoor furniture, public transportation vehicles, and public spaces due to its durability against sunlight, humidity, and temperature changes. SolarClean, the self-cleaning artificial leather technology, offers an automatic cleaning mechanism without the need for physical intervention, chemical cleaners, or water. SolarClean is a photocatalytic and nanotechnological coating technology applied to the surface of artificial leather. This coating contains nano-sized titanium dioxide (TiO₂) particles, which are integrated into the surface of the artificial leather, providing an active cleaning mechanism.

Keywords: *Functional surface coating, artificial leather, technical textiles, self-cleaning, nano-size TiO₂*



1. Giriş

Suni deri, estetik görünümüyle dikkat çekerken, güneş ışığı, nem ve sıcaklık değişimlerine karşı dayanıklılığı sayesinde dış mekan mobilyalarında, toplu taşıma araçlarında ve halka açık alanlarda en çok tercih edilen malzemelerden biri olmuştur. Suni derilerde günlük yaşamın yoğunluğunda sıkça maruz kaldıkları toz, leke ve kir nedeniyle düzenli temizliğe ihtiyaç duyulur. Mevcut uygulamalarda, suni deri yüzeylerinin temizlik ve bakım özelliklerini geliştirmek amacıyla çeşitli kaplama ve kimyasal işlemler kullanılmaktadır. Yaygın yöntemlerden bazıları, suni derinin üzerine uygulanan konvansiyonel su ve kir itici kaplamalar ile antimikrobiyal ajanlar içeren kaplamalardır. Bu yöntemler genellikle silikon bazlı veya polimer kaplamalarla sağlanır. Derinin yüzeyine koruyucu bir tabaka oluşturarak kir ve lekelerin bir dereceye kadar birikimini engellemeye çalışır. Bir noktadan sonra temizlik için yüzeyde fiziksel bir müdahale gerekir. Otomatik bir temizleme mekanizması yoktur.

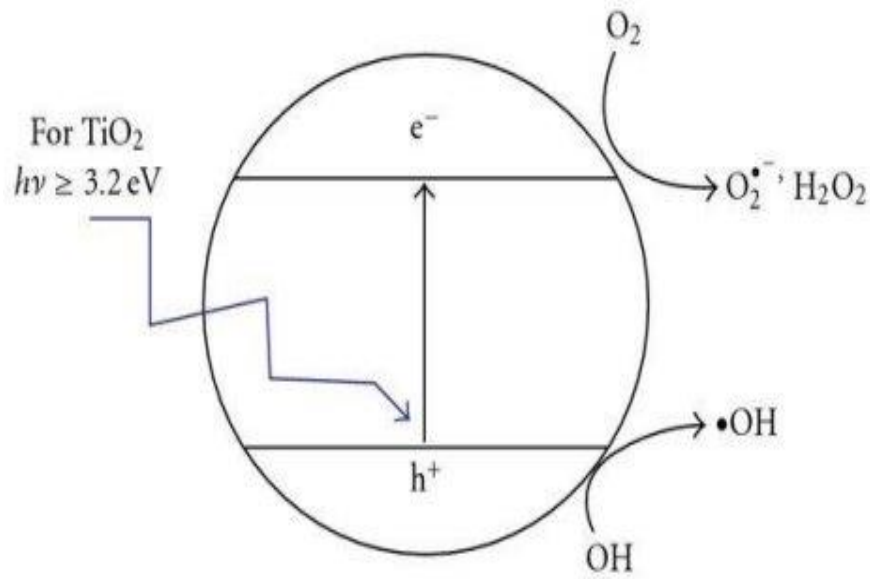
Suni deri kullanım alanlarında temizleme işlemi için insan gücü, zaman, malzeme gibi gereksinimlerin doğru şekilde planlanması ve kullanılması önemlidir. Tüm bu gereksinimler suni derinin kullanım süresi boyunca temizliğinde yüksek bir kullanım maliyeti oluşmasına neden olur. Temizleme esnasında kullanılan kimyasallar hem insan sağlığına zarar verecek hem de ürün kullanım ömrünü olumsuz yönde etkileyecektir. Ayrıca küresel ısınmadan kaynaklı olarak su kullanımının yeterince az miktarda kullanılması gerekmektedir. Ayrıca küresel ısınmadan kaynaklı olarak su kullanımının yeterince az miktarda kullanılması gerekmektedir. Ancak temizlik esnasında su kullanımı oldukça fazladır.

Tükenmez kalem, yağ, ketçap, hardal, kahve lekesi vb. zorlu lekeler kimyasal temizleyici kullanımında dahi yüzeyden çıkarılması zordur. Mevcut suni derilerin temizliğinde kullanılan kimyasal temizleyiciler malzeme ömrünü olumsuz etkilediği için kullanımı önerilmez. Ek olarak, mevcut suni deriler anti bakteriyel özellikler sağlasa da, bu özellikler zamanla azalabilir veya etkisiz hale gelebilir. Koku giderme kapasitesine de genellikle sahip değildir veya bu özelliği sınırlı bir şekilde sunar.

1.1. Fotokatalitik Kaplama

Fotokatalitik kaplama özelliğine baktığımızda, fotokatalizör, morötesi (uv) ışığın etkisiyle yüzeyde kuvvetli yükseltgen (oksitleyici) ortam oluşturan yarı iletken bir malzemedir. Uv ışığa maruz kaldığında ışığı emerek yüksek enerjili bir hale dönüşür ve bu enerjiyi etrafındaki reaktif maddelere transfer ederek kimyasal tepkimeyi başlatır. Ortaya çıkardığı yüksek oksitlenme gücü ile temas halinde olduğu mikrop, küf ve kötü koku gibi bazı zararlı maddeleri oksitleyerek karbondioksit, su ve diğer küçük

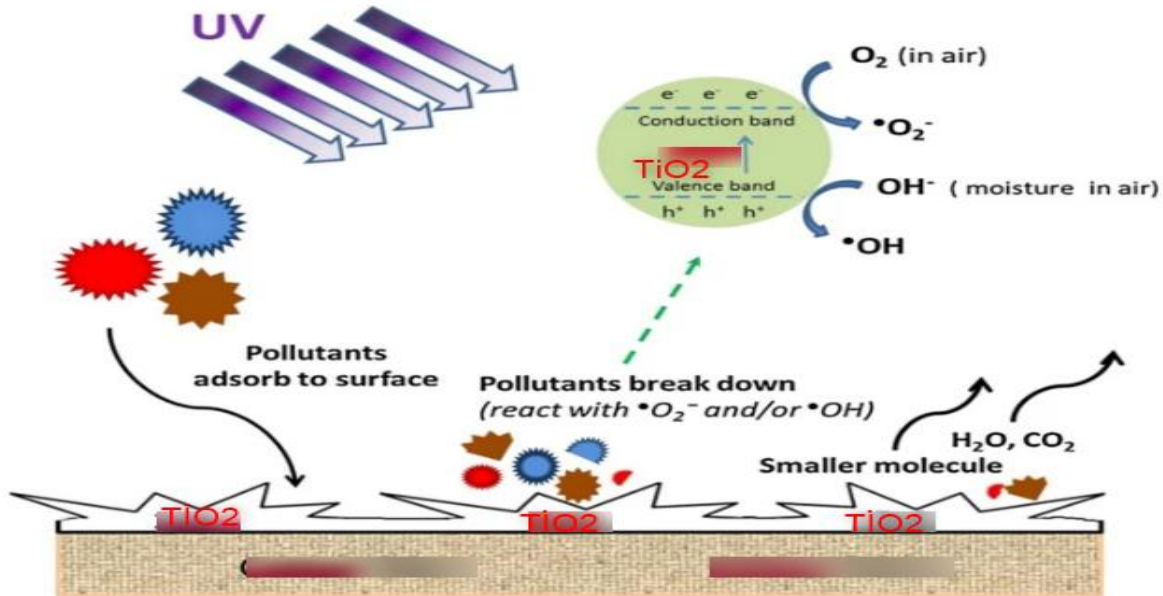
moleküllere dönüştürüp parçalar [1]. Fotokataliz reaksiyonu basit şekliyle fotonlarla aydınlanmaya bağlıdır. Fotonların enerjisi, fotokatalizörün bant boşluğu enerjisine eşit veya daha büyük olduğu zaman fotonların emilimi malzeme içinde artı ve eksi yüklü parçacık çiftlerinin oluşumuna neden olmaktadır [2]. TiO_2 , fotoelektrokimyasal ışık dönüşümünde, kendi kendini temizleyen ya da su tutmayan buğu önleyici yüzeylerde çevresel fotokataliz için önemli bir malzeme olmuştur. Fotokataliz ve su tutmama özelliğinin fotokimyasaları farklı olmasına rağmen, TiO_2 fotokatalizöründen oluşan bir yüzeyde iki özellik de görülmektedir [3]. Çevresel fotokatalizde, en önemli konulardan birisi de malzemenin erişilebilir olmasıdır. Göreceli olarak ucuz, kimyasal olarak kararlı ve dioksitten yeterli miktarda süperoksit oluşmasını sağlayan, ışıkla oluşan yüksek güçte oksitleyici artı yüklü parçacıkları içermesi, bu projede TiO_2 'nin fotokatalizör olarak seçilmesinin en önemli faktörlerindendir [4]. TiO_2 parçacığındaki fotokataliz mekanizması şematik olarak Şekil 1.'de gösterilmiştir.



Şekil 1. TiO_2 Parçacığındaki Foto Kataliz Mekanizması.

Kendi kendini temizleme işlemi fotokatalitik bir mekanizma ile gerçekleşmektedir. Katalizörün Uv ışığa maruz kalması ile değerlik bandındaki electron iletim bandına uyarılarak arkasında boşluk bırakmaktadır. Bunun sonucunda iletkenlik bandında electron (e^-) ve değerlik bandında delik (h^+) olan electron-delik çifti oluşmaktadır. Genel olarak redoks reaksiyonunda iletim bandına uyarılmış olan electron (e^-), havadaki O_2 ile reaksiyona girerek oksijenin süperoksit radikal anyonunu $\text{O}_2^{\cdot-}$ oluştururken değerlik bandında ki delik (h^+) havada ki nem (su buharı) ile reaksiyona girerek $\bullet\text{OH}$ radikallerinin oluşumuna sebep olmaktadır. Bu redoks reaksiyonları ışık ile uyarılarak elektron-delik çiftine dönüşen parçacıkların tekrar uyarılmış konuma dönmelerini yani

yeniden düzenlenmelerini önleyici etki yapmaktadır. İlk adımda oluşan O_2^- ve $\bullet OH$ radikalleri kirletici madde ile reaksiyona girerek onun parçalanmasına neden olmaktadır. Şekil 2.'de kendi kendini temizleme işleminin fotokatalitik bir mekanizma ile gerçekleştiği şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 2. Kendi Kendini Temizleme İşleminin Fotokatalitik Bir Mekanizma ile Gerçekleşmesinin Şematik Gösterimi.

1.2. Superhidrofobik – Oleofobik Kaplama

Süperhidrofobik kaplama, yüzeyi suya karşı korumak ve gelen suyu olduğu gibi yansıtarak yüzeyden uzaklaştıran bir kaplamadır.

Oleofobik kaplama, yüzeyin yağ bazlı maddeleri itme ve tutmama özelliği kazanmasını sağlar. Bu özellik sayesinde yağ, parmak izi ve kirin yüzeye yapışması zorlaşır. Buradaki amaç, düşük yüzey enerjili, güçlü bir film tabakası oluşturmaktır. Bu tabaka, su ve yağ damlacıklarının kumaş yüzeyine tutunmasını önleyterek, kirleticilerin yüzeyden kolayca akmasını sağlar. Kullanılan silikon bazlı katkı malzemeleri sayesinde jelleşmiş PVC plastisolün su ve yağ alımını azaltır. Superhidrofobik özellik sayesinde kendi kendine temizleme performansına önemli bir katkı sağlanır. Böylece kirletici maddeler suni derinin yüzeyinde tutunamayacak ve basit bir su püskürtme veya silme işlemiyle kolayca uzaklaştırılabilecektir. Bu çok katmanlı yapı, suni derinin dayanıklılığını artırarak uzun

sürekli kullanımda bile kendi kendini temizleme özelliğinin korunmasını sağlayacaktır. Şekil 3.'de superhidrofobik yüzeye sahip bir görüntü gösterilmektedir.

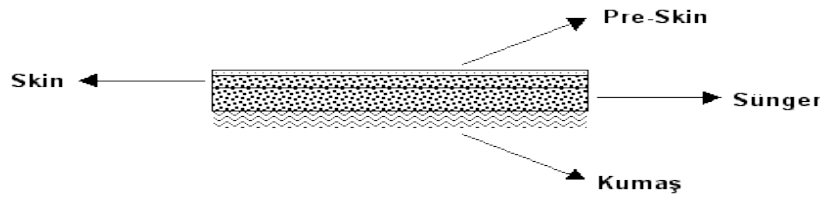


Şekil 3. Süperhidrofobik Yüzey.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Suni Deri Üretimi

Suni deri üretim yönteminde öncelikle nihai ürün, transfer kaplama yöntemi ile elde edilmiş olacaktır. Suni deri, bileşen olarak PVC, Pu, plastifiyan, stabilizatörler ve dolgu malzemeleri, pigment, antimikrobiyal ajanlar ve güç tutuşurluk katkı malzemeleri içerebilir. Ürün üzerinde herhangi bir desen yok ise talep edilen görüntüye göre desen verme uygulaması yapılabilir. Şekil 4.'de de görüldüğü üzere suni deri genel olarak 4 katmandan oluşur.



Şekil 4. Suni Derinin Oluşum Katmanları.

2.2. SolarClean, Kendi Kendini Temizleyen Suni Deri Teknolojisi

SolarClean teknolojisi, fiziksel müdahaleye, kimyasal temizleyicilere, suya gerek duyulmadan otomatik bir temizleme mekanizması sunar. Zorlu lekelerde dahi etkili



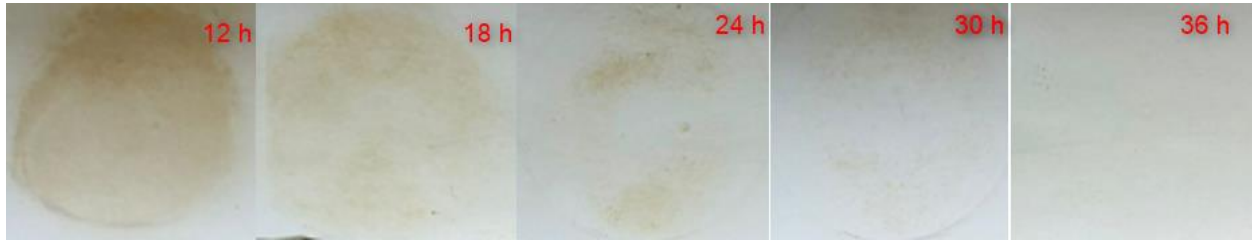
süperhidrofobik – oleofobik kendi kendini temizleyen akıllı tekstiller, tozu, kiri ve diğer kirleticileri iterken kullanılan fotokatalitik ve nanoteknolojik yöntemler ile güneşten gelen Uv ışınları sayesinde kendi kendini temizleyerek kokuyu ve organik bileşiklerini bozmaktadır. SolarClean, suni derinin yüzeyinde uygulanan fotokatalitik ve nanoteknolojik kaplama teknolojisidir. Bu kaplama, nano-boyutlu titanyum dioksit (TiO_2) partiküllerini içerir ve suni derinin yüzeyine entegre edilerek aktif bir temizleme mekanizması sağlar. Titanyum dioksit fotokatalitik özellikleri sayesinde ışık altında aktif hale gelir. Bu, kaplamanın kir ve lekeleri oksidatif reaksiyonlar yoluyla parçalayarak otomatik olarak temizlenmesini sağlar. Böylece kullanıcıların fiziksel müdahale veya kimyasal temizleyiciler kullanma gereksinimini ortadan kaldırır. Tükenmez kalem, yağ, ketçap, hardal, kahve lekesi vb. zorlu lekelerin Uv ışık altında kendi kendini temizleyebilmesini mümkün kılan bu teknoloji sayesinde ürünlerin daha uzun ömürlü ve hijyenik olması ile yaşam kalitesinin artması hedeflenmektedir. Ayrıca SolarClean, çevre dostu ve sürdürülebilir bir teknolojidir. Kimyasal temizleme çevre dostu değildir çünkü işlem çok fazla su tüketimi gerektirir ve kimyasal temizleyiciler nihayetinde çevreyi kirletir. SolarClean teknolojisi, kimyasal ve su kullanımını minimuma indirerek çevre dostu bir çözüm sunar.

3. Sonuçlar

Kendi kendini temizleme özelliğine sahip suni derinin performansını değerlendirmek için yapılan testler aşağıdaki gibidir.

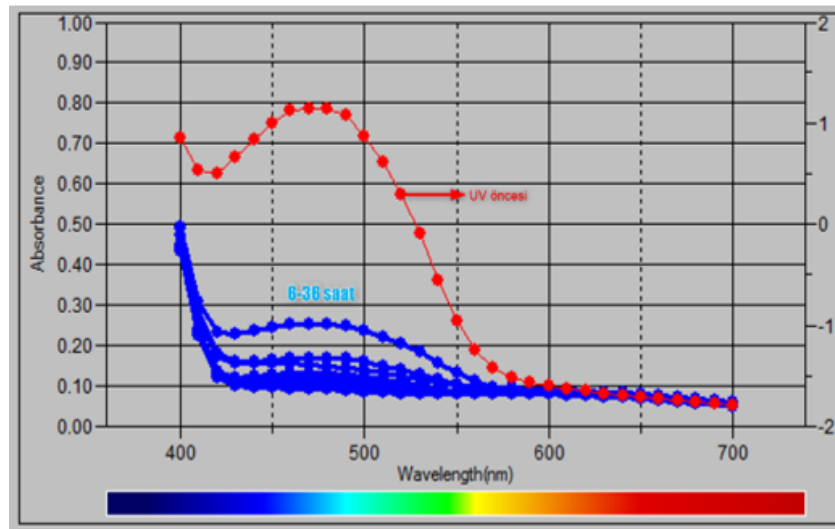
- **Kompozisyon Analizi:** Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi (FT-IR) ve X-ışını fotoelektron spektroskopisi (XPS) kullanılarak emülsiyon filmindeki kimyasal bileşenler analiz edilmiştir.
- **Morfolojik Analiz:** Tarama elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak kaplamanın yüzey yapısı ve partikül büyüklüğü incelenmiştir.
- **Temas Açısı Ölçümü:** Kaplamanın hidrofobik ve oleofobik özelliklerini değerlendirmek için su ve yağ damlalarının temas açısı ölçülmüştür. (Su temas açısı $\geq 150^\circ\text{C}$, yağ temas açısı $\geq 90^\circ\text{C}$)
- **Aşındırma Dayanıklılığı:** Aşınma test cihazı ile kumaşın sürtünme dayanıklılığı ölçülmüştür. Min. 50.000 rub – TS EN ISO 5470-2
- **Kendi Kendini Temizleme Testleri:** Farklı kirleticiler (mürekkep, çay, kahve, yağ vb.) kaplamanın yüzeyine damlatılarak kaplamanın bu maddeleri ne kadar iyi reddettiği ve temizlenebildiği gözlemlenmiştir. Kaplama üzerindeki farklı kirletici miktarlarının zamanla nasıl azaldığını gözlemlemek için spektrofotometre kullanılarak çözeltinin optik yoğunluğu (rengi) ölçülmüştür. Fotokatalitik malzemelerde absorpsiyon grafikleri önemlidir, çünkü malzemelerin etkinliği ışık enerjisinin emilimine dayanır. Absorpsiyon değerleri yüzeydeki kir, leke ve organik

madde miktarını temsil eder. Şekil 5.'de suni deri yüzeyine uygulanan kirlerin 12, 18, 24, 30 ve 36 saat sonraki temizlenme performansları yer almaktadır.

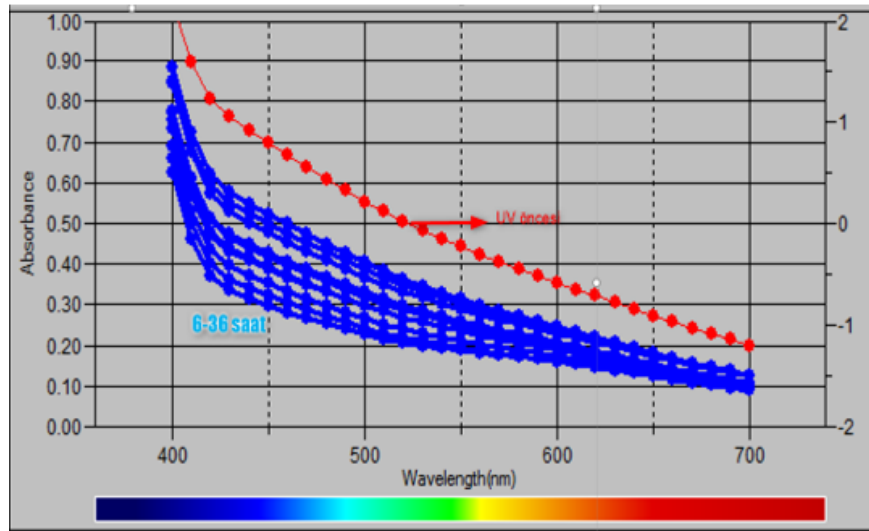


Şekil 5. Suni Deri Yüzeyine Uygulanmış Kirlerin Belirli Saat Aralıkları ile Temizlenme Performansı.

Zorlu lekeler (kahve, yağ, mürekkep vb.) Uv ışığı altında $\geq$ % 80 oranında temizlenmektedir. Şekil 6. ve Şekil 7.'de ise domates salçası ve kahve lekesi absorbans grafikleri mevcuttur.



Şekil 6. Kaplamaya Uygulanan Domates Salça Lekesi Sonrası Belirli Saat Aralıkları ile Alınmış Absorbans Grafiği.



Şekil 7. Kaplamaya Uygulanan Kahve Lekesi Sonrası Belirli Saat Aralıkları ile Alınmış Absorbans Grafiği.

4. Tartışma

Nano-boyuttaki TiO_2 kullanmanın birçok avantajı mevcuttur. Bunlar;

- **Artan Yüzey Alanı:** Nano boyutlu TiO_2 , büyük yüzey alanı sağlar. Bu, daha fazla fotokatalitik aktivite ve kirlerin etkin bir şekilde parçalanması anlamına gelir.
- **Gelişmiş Fotokatalitik Aktivite:** Nano-boyutlu TiO_2 , daha yüksek fotokatalitik performans gösterir. Çünkü küçük partiküller, ışıkla etkileşimde bulunma kapasitesini artırır. Bu, kir ve organik maddelerin daha hızlı ve verimli bir şekilde okside edilmesine yardımcı olur.
- **Düşük Işık Enerji Gereksinimi:** Nano boyutlu TiO_2 , UV ışınlarını daha etkili bir şekilde absorbe edebilir ve düşük enerjili ışık kaynaklarıyla bile etkili olabilir. Bu, enerjiyi daha verimli kullanarak çevresel koşullara çevresel koşullara uyum sağlar.
- **Yüksek Kararlılık ve Dayanıklılık:** Nano boyutlu TiO_2 , fiziksel ve kimyasal etkilere karşı yüksek dayanıklılık gösterir. Bu, uzun ömürlü kaplamalar ve malzeme ömrü anlamına gelir.
- **Estetik ve Şeffaflık:** Nano TiO_2 , şeffaf bir kaplama sağlayabilir, bu da estetik açıdan avantajlıdır. Çünkü uygulandığı yüzeyin görünümünü etkilemeden işlevselliği artırır.
- **Antibakteriyel ve Antifungal Özellikler:** Nano TiO_2 , antibakteriyel ve antifungal özellikler gösterir, bu da suni derinin mikroorganizmalarla kontaminasyon riskini azaltır ve hijyenik bir yüzey sağlar.



- **Koku Giderimi:** Kötü kokuları oluşturan organik moleküller parçalanarak koku giderici özellik sunar.

Grafen oksit, fotokatalitik aktiviteyi artırmak için optimal oranlarda TiO_2 ile birleştirilebilir. Ayrıca, yüksek yüzey alanı ve iyi iletkenlik özellikleri sayesinde elektron delik çiftlerinin ayrışmasına yardımcı olur ve yük taşıma kapasitesini artırır. Suni derinin mekanik özelliklerini artırarak esneklik ve dayanıklılık sağlar. İletkenlik özellikleri sayesinde, akıllı tekstil uygulamaları için uygun hale getirilebilir. Yüksek ısı iletkenlik, suni derinin sıcaklık kontrolünü iyileştirir.

5. Teşekkür

Bu projenin hazırlanmasında ve hayata geçirilmesinde emeği olan ve başarıya ulaşmasında önemli katkıları bulunan değerli ekip arkadaşlarımız Remziye Yıldız, İbrahim Esirden ,Esra Koçak İzmirli ,Gülşan Özvatan'a ve tüm Güzelcan Ar-ge Ekibine en içten teşekkürlerimizi sunarız.

Referanslar

- [1] A. Fujishima, K. Honda. "Electrochemical Photolysis of Water at a Semiconductor Electrode". Nature, 238(5358):37-8, 1972.
- [2] M.J. Herrmann. "Photocatalysis, Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology". John Wiley & Sons Inc., pp.1-39, 2006.
- [3] A. Fujishima, T.N. Rao, D.A. Tryk. "Titanium Dioxide Photocatalysis". Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews. p. 1-21, 2000.
- [4] J. A. Byrne, P. A. Fernandez-Ibanez, P. S. M. Dunlop, D. M. A. Alrousan, J. W.J. Hamilton. "Photocatalytic Enhancement for Solar Disinfection of Water : A Review". Journal of Photoenergy, ID 798051, p. 1-12, 2011.