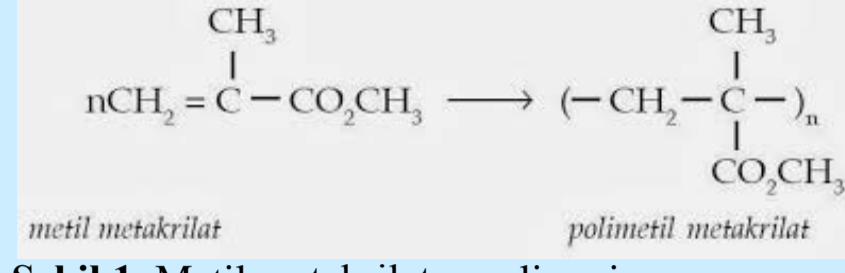


ÇİĞDEM ULU

Balıkesir Üniversitesi Fen – Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Balıkesir

PMMA'NIN ÖZELLİKLERİ



Şekil 1. Metil metakrilatin polimerizasyonu

★ FİZİKSEL ÖZELLİKLER

PMMA, amorf ve yüksek şeffaflıkta bir termoplastiktir. Su absorpsiyonu düşük olduğu için uzun süre neme maruz kalması ya da tamamen suya daldırılması ile mekanik ya da optik özelliklerinde önemli etkilenme olmaz. Hava dayanımı ve uzun süre güneş ışığına maruz kalabilmesi sebebiyle UV stabilizatör olarak kullanılır. Doğal olarak renksiz, şeffaftır. Ancak, geniş renk yelpazesiyle renklendirilebilir. Kolaylıkla kesilir, delinir, öğütülür ve şekil verilir [1].

Özellik	Ortalama Değer
Çekme Dayanımı	55 – 80 MN/m ²
Kopma Uzaması	% < 10
Bükülme Dayanımı	100 – 150 MN/m ²
Özgül Isısı	1.25 – 1.7 kJ/kg/°C
Isıl Genleşme Katsayısı	5 – 10 × 10 ⁻³ /°C
Özkütlesi	1.0 – 1.2
Su Absorpsiyonu	% 0.1 – 0.5

Şekil 2. PMMA'nın bazı fiziksel özellikleri [1].

★ Mekanik Özellikleri

Boyutsal kararlılığı iyi, mekanik dayanımı yüksek ve serttir (Sertlik: R120Shore ölçeği). Cama ve polistirene göre daha dayanıklı olsa da, polikarbonat ve mühendislik plastiklerine göre daha düşük dayanıklılığa sahiptir [1].

★ Elektriksel özellikleri

PMMA nemli çevrede dahi iyi bir yalıtıcıdır [1]. Dielektrik sabiti yüksektir (yaklaşık 3.0) [3].

★ Optik özellikleri

PMMA optik özellikleri çok iyidir ve ışığın %93'ten fazlasını geçirir. Işığı %4 oranında yansır. Camdan daha yumuşaktır. Camla yer değiştirecek mükemmel darbe direncine sahiptir. Yaygın olarak ticari akvaryumlar için kullanılır. Ancak, cama göre daha kolay çizildiği için, uçak camları gibi bazı uygulamalarda doğrudan camın yerine kullanılmayıp mukavemeti artırıcı cam kaplamalarda değerlendirilmiştir. Kırılma indisi 1,492'dir. 300 nm dalga boyundan daha düşük UV ışınlarını filtreler. Bazı PMMA ürünlerine kaplama veya katkı maddeleri uygulanarak ışığı absorplama özelliği 300-400 nm dalga boylarına kadar çıkarılır. 2800 nm dalga boyuna kadar infrared ışınlarını geçirir [1].

★ Termal özellikleri

PMMA sıcaklık değişimlerinden fazla etkilenmeyen bir polimer olmakla birlikte saf halinde 65 °C gibi düşük sıcaklıklara kadar dayanır. Kullanım sıcaklığı, içerisine ısı stabilizatörü katılarak 100 °C'ye kadar yükseltilebilmektedir. Camsı geçiş sıcaklığı 112 °C'dir [1].

★ Levha özellikleri

PMMA levhalar, yüksek ışık geçirgenliği, elektrostatik yüklemelere karşı iyi derecede yalıtım, yüksek sertlik, yüksek parlaklık ve renksizlik, dış hava şartlarına dayanıklılık, kolay işleme ve şekillenebilme, yüksek kalitede mekanik özellikler, polisaj yapılabilir yüzey, non-polar çözücülere dayanıklılık gibi özelliklere sahiptir [1].

★ KİMYASAL ÖZELLİKLER

Kimyasal direnci genellikle oda sıcaklığındaki zayıf asitlere ve bazlara, yağlara, alifatik hidrokarbonlara karşı iyidir. Ancak, güçlü asitler, güçlü ve konsantre bazlar, esterler, eterler, ketonlar, aldehitler, aromatik ve halojenlenmiş hidrokarbonlar, bazı alkoller, oksitlenmiş maddeler ve fenoller gibi kimyasallardan etkilenir [1].

Özellik	Ortalama Değer
Yapı	Amorf
Erime Sıcaklığı	137 °C
Camsılaşma Sıcaklığı	114 °C
Azami Servis Sıcaklığı (Hava)	89 °C
Dielektrik Dayanımı	17 kV/mm

Şekil 3. PMMA'nın bazı kimyasal özellikleri [2].

OPTİK FİBER UYGULAMALAR

PMMA, oran artışı ile boya UV stabilitesini artırır. İyi optik niteliklere sahip ince floresan kaplamalar, güneş uygulamaları için yüksek yoğunluk oranına sahip floresan ışık konsantratorleri hazırlanmasına izin verir [5]. PMMA, tipik olarak aydınlatmada özel kullanımlar için alternatif olarak düşünülebilir. Ticari olarak yapılandırılmış 1000 µm SI PMMA lifi ve laboratuvarında eğrilmiş 400 µm PMMA referans elyaf olarak kullanılmıştır [6]. PMMA'dan yapılmış polimerik optik fiber (POF), son 25 yıldır piyasada bulunmakta olup, basit ışık kılavuzu ve veri iletim uygulaması için kullanılmaktadır [7]. Fiber optik aydınlatma sistemlerinin kullanımı için PMMA polimeri kullanılmıştır [8]. PMMA'nın suya ve tuzlu suya karşı dayanıklılığı PMMA'yı denizcilik uygulamaları için uygun hale getirir. PMMA-SI-POF sağlam ve esnek, iyi bükülme özelliklerine sahiptir ve bu nedenle dikkatsiz kullanım için uygundur. LED'ler PMMA-SI-POF ile kullanılacak en yaygın optik kaynaktır [9].

GÜNEŞ ENERJİSİ UYGULAMALARI

Yüksek iletkenlikli bir polimer jel elektroliti kullanılarak yarı katı hal boya duyarlılaştırılmış bir güneş pili (DSSC) üretilmesi için, kompozitte bir konak matris olması için uygun bir polimerik malzemeye ihtiyaç duyulmuştur. Bu nedenle PMMA'nın bu amaç için iyi ve uyumlu bir polimer olduğu bulunmuştur [5].

Parlak NaGdF₄:Eu ile katkılı PMMA'dan oluşan aşağı dönüşüm (DC) katmanı hazırlanmış ve verimli DSSC'ler için TiO₂ anotlarının arkasına tutturulmuştur. Karşılaştırma parametresi olarak katkılı ve katkısız NaGdF₄ nanokristal katmanlarının, foton-akım etkinliği (IPCE) ile gelen fotovoltajik cihaz üzerindeki etkisinin değerlendirilmesinin sonuçları, DAPS'nin katkılı bir NaGdF₄:Eu DC-PMMA katmanı ile iyileştiğini göstermiştir. Fotoelektrik dönüşüm verimliliği %4,5 oranındadır [5].

Bir akış-spin kaplama tekniği kullanılarak kumarin boyarmaddesi (MACROLEX Fluorescent Red G) ticari boyası ile gömülü floresan PMMA filmi üretilmiştir. Maksimum yoğunluğa karşılık gelen bir boya konsantrasyonuna sahip film kullanılmış ve emisyonu, sera uygulamaları için klorofilin emme bantlarına (650-680 nm) uyacak şekilde optimize edilmiştir. Mükemmel hava koşullarına dayanıklılığı nedeniyle, bitkilerin ticari amaçlarla yetiştirildiği yetiştirme odalarında kullanılabilir [5].

PMMA'NIN KULLANIM ALANLARI

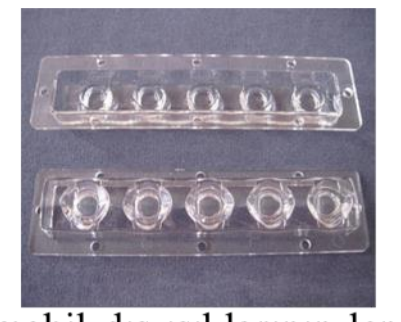
★ Şeffaf cam yerine kullanılır [4].



Akvaryum



Denizaltı görüntüleme cihazı



Otomobil dış ışıklarının lensleri

★ Tıbbi teknoloji de implantlar olarak kullanılır [4].



İntraoküler lensler



Gözlük lensleri

★ Diş hekimliğinde kullanılır [4].



Akrilik protez yapı



Yapay dişler

★ Sanatsal ve estetik olarak kullanılır [4].



Modern mobilya tasarımları



Resim çerçeveleri



Araba heykeli

★ Diğer kullanımlar [4].



Protez tırnak



Oyuncak



Gitar



İp



Saydam levhalar



Kazak

BİYOMEDİKAL UYGULAMALAR

PMMA, ilaç verme/bırakma ve kraniyoplasti için kemik çimentolarının hazırlanmasını içeren biyomedikal uygulamalar alanında kullanılmıştır. Polimeri bu uygulamalar için potansiyel bir malzeme yapan özellikler arasında şunlar bulunmaktadır: toksik olmama, daha az maliyet, kolay işlenebilirlik, uyumluluk, dokularla en az inflamasyon reaksiyonları ve özellikle kraniyoplasti kullanıldığında daha fazla kırılma direnci. PMMA ayrıca, biyomedikal ve farmasötik uygulamaları içeren çeşitli alanlarda kitosan uygulamalarını genişletmek için kullanılmıştır. Bir PMMA/Kitosan karışımının başarılı bir şekilde aşılandığı bildirilmiştir. Sonuçlar, gerilme mukavemeti ve eğilme mukavemeti gibi mekanik özelliklerde bir artış olduğunu göstermiştir. Sentetik vücut sıvısı (SBF) içindeki karışımın pH değeri 7.4 olan bozunması, gözenekliliği ve su emiciliği, kitosan yüzdesinde ve SBF'ye daldırma süresindeki artışla artmıştır. PMMA/Kitosan karışımı tarafından sergilenen bu davranışlar, ilaç salımı uygulamaları için potansiyellerini göstermektedir [5].

Poliüretan(PU)-PMMA/TiO₂ karışım baz kompozitlerinin canlı hücrelere toksik değildir, diş implantlarındaki uygulamalar için iyi mekanik mukavemet ve biyouyumluluğa sahiptir.

PMMA/Jelatin/Antibiyotik yapının hazırlanmasında bir matris polimer olarak PMMA uygulaması bildirilmiştir. Polimer yapı gözenekliliği ve antibiyotik (kolistin) salımı, PMMA matrisinde bulunan jelatin mikropartiküllerinin oranı ile kontrol edilmiştir. PMMA ayrıca bir Hidroksiapatit(HA)-PMMA kompozitinin hazırlanmasında kullanılmıştır. Kompozit, HA'nın osteokondüktivitesi, gücü ve PMMA'nın kullanım kolaylığı nedeniyle kraniyoplasti için bir implant malzemesi olarak başarıyla kullanılmıştır [5].

Dört farklı ticari PMMA kemik çimentosunun toplam eklem replasmanları gibi ortopedik protezleri yerinde sabitlemek için kullanılır [10]. Sonuçlara dayanarak, laboratuvar ortamında ya da yapay koşullarda çalışmalar hücre hasarına bağlı olarak dört kemik çimentosunun zararsız potansiyelini göstermiştir. Canlı ortamda ya da yaşayan koşullarda ise, dört kemik çimentosunun tümü 2-52 hafta boyunca değerlendirildiğinde fare dizinde uyumluluk göstermiştir [5].

Cement	Methylmethacrylate (mg/g)	N,N-dimethyl-p-toluidine (mg/g)	Terpinolene (mg/g)
Palavit	12.415	2625.43	Not detected
Palacos R	13.733	2645.96	Not detected
Surgical Simplex P	20.434	1330.25	Not detected
CMW3	11.652	191.64	Not detected

Şekil 4. Çalışmada kullanılan kemik çimentolarının bileşimi [10].

KAYNAKLAR

- <https://dspace.ankara.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.500.12575/30920/Microsoft%2520Word%2520-%2520424991.tez.doc.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- <http://www.hamaddeleransiklopedisi.com/makale-detay.php?seo=polmetil-metakrilat-ve-ozellikler-hamaddeler-ansiklopedisi>
- <http://polymerdatabase.com/polymer%20physics/Epsilon%20Table.html>
- [https://tr.qwe.wiki/wiki/Poly\(methyl_methacrylate\)#Transparent_glass_substitute](https://tr.qwe.wiki/wiki/Poly(methyl_methacrylate)#Transparent_glass_substitute)
- <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15583724.2015.1031377>
- http://www.autexrj.com/cms/zalaczone_pliki/1-03-1.pdf
- http://www.autexrj.com/cms/zalaczone_pliki/4-02-3.pdf
- https://www.researchgate.net/publication/330347385_Examination_of_Process_Conditions_in_PMMA_Based_Large_Diameter_Fiber_Optic_Cable_Production
- https://cdn.intechopen.com/pdfs/43808/InTechStep_index_pmma_fibers_and_their_applications.pdf
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/014296129290173L>