

## POLİÜRETAN



İyi bir ısı yalıtım malzemesi olan poliüretan, 1950' lerden bugüne yapılarda kullanılmaktadır. Dünyanın her yerinde poliüretan dolgulu sandviç paneller yatırımcılar ve tasarımcılar tarafından artan bir oranla tercih edilmektedir. Yapılarda kullanılan yalıtım malzemeleri arasında en iyi yalıtım değerine sahip olan poliüretan, gittikçe artan ısıtma ve havalandırma giderlerine %40'a varan tasarruf sağlar. Fosil yakıtların kullanımı dünyadaki CO2 salımının %80'ini oluşturmaktadır. Küresel ısınmanın da baş sorumlusu olan CO2 salımının azaltılması için de poliüretan kullanımı akılcı bir yaklaşımdır. Yatırımcılar her zaman düşük maliyetle yüksek performans beklerler ve bu beklentiye en iyi cevap poliüretandır.

Poliüretan, NCO grubuna sahip İzosiyanat'lar ile OH grubuna sahip Polyol'ların reaksiyonları sonucu oluşan (plastik) polimerlerdir. Katılım reaksiyonu, tamamen bir polimerizasyon reaksiyonu olup plastik ailesinin bir alt grubudur. Poliüretan köpük aşağıdaki dört hammaddenin karışımı ile elde edilmektedir;

- Polyol
- İzosiyanat
- Şişirici gaz (N-Pentan)
- Katalizör

İki akışkan izosiyanat ve polyolun yanısıra aktivatörlerin kimyasal reaksiyonu sonucu kapalı hücre yapısına sahip ideal köpük poliüretan oluşmaktadır. Köpük oluşum hızları katalizör tarafından kontrol edilmektedir. İki hammaddenin doğru formülasyonu ve köpük reaksiyonunun kontrolü ile poliüretanın aşağıdaki özellikleri belirlenmektedir:

- Yoğunluk
- Mekanik Dayanım
- Kapalı Hücre Yapısı
- Isı Dayanımı
- Solventlere karşı dayanım
- Reaksiyon hızı
- Yapışma Dayanımı

Kimyasal reaksiyonlar kabaca dört aşamada değerlendirilebilir. Birinci aşama Polyol formülasyonunun izosiyanat ile karıştırılmasıdır. Bu durumda hemen akışkan bir sıvı oluşur ve

ikinci aşamada ise köpük oluşmaya başlamaktadır. Üçüncü aşamada köpük karışımı ısı oluşturarak hacminde 25 kata varan faktörle genişler. Bu aşamada köpüğün yüksek yapışkan özelliği nedeniyle farklı malzemeler ile sıkı ve sürekli mükemmel yapışmaktadır. Dördüncü aşamada serbest köpürme dış yüzeyinde mukavim bir katman oluşturmaktadır. Bu aşamada bile halen akışkan sıvılar kaldıysa, köpürme oluşumu devam ederek küçük boşluklara doğru yolunu bulmaktadır. Poliüretan, homojen kesitler ile ancak en homojen köpürme prosesi elde etmektedir.



Köpük reaksiyonları sona ermesi ile milyonlarca küçük kapalı hücreler oluşmaktadır. Her hücre şişirici gaz orjinli gaz ile dolu haldedir. Poliüretan köpüğün mükemmel ısı yalıtımının altında yatan en önemli neden düşük ısı iletkenliğe sahip hücre içi gazlar ve görel olarak düşük ısı iletkenliğine sahip poliüretan malzemesidir. Assan Panel "Çevre Dostu" kimliği ile ürünlerinde şişirici gaz olarak ozona zarar vermeyen HC Pentane (n) kullanmaktadır.

Farklı Malzemelerin Eşdeğer  
Isı Yalıtımı Sağlayan Kalınlıkları (mm)

Poliüretan Sert Köpüğün  
Yalıtım Etkinliği



Değerler TS 825' ten alınmıştır.

Poliüretan, bu özellikleri sayesinde sürekli hat sandviç panel üretiminde ideal bir dolgu malzemesidir. Ayrıca discontinue hatlarda ve yapı boşluklarında dolgu malzemesi olarak da kullanılabilir.

Poliüretanın özellikleri büyük ölçüde yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir. Yoğunluktaki artış basma ve çekme dayanımını da artıracaktır. İhtiyaca bağlı olarak poliüretan malzemeler 30 ila 100 kg/m<sup>3</sup> arasında değişen yoğunluklarda üretilebilmektedir. Ortalama 40 kg/m<sup>3</sup> yoğunluğa sahip poliüretanın ancak %4,5 mertebesindeki hacmi katı poliüretan malzemesinden oluşmaktadır. Geri kalan hacmin %95,5 kısmı gazlardan oluşmaktadır. Yoğunluğu belirlerken aşağıdaki üç kriter çok önemlidir;

- Metallerle en iyi yapışma değeri
- Çatı ve cephe uygulamalarında en iyi taşıma kapasitesi
- En iyi ısı yalıtım değeri

Ayrıca, yoğunluğun yanısıra poliüretanın üretim prosesi ve hücre yapısı mekanik dayanım özelliklerini etkilemektedir. Dolgu malzemesi olarak poliüretanın yüksek kayma dayanımı sayesinde sandviç panel sistemin taşıma kapasitesini çok iyi artırmaktadır.

Tüm katı, sıvı ve gaz malzemeler sıcaklığın değişimine bağlı olarak boyutlarında değişiklik gösterirler. Enerji miktarındaki artışla yapı genişlemeye başlar, tersine enerji miktarında azalma ise büzölmeye sebep olmaktadır. Poliüretan yapısında katı hücre ve içerisinde gaz da genişleyerek aynı davranışı sergilemektedir. Dolayısıyla sıcaklık artış ve azalışına bağlı olarak hücre duvarlarında basınç ve büzölmeye neden olmaktadır. Poliüretanda diğer malzemeler gibi ısı iletkenlik değeri yoğunluğa bağlıdır.

Poliüretanın kapalı hücre yapısı sayesinde kapiler etki ile içerisine su emmez. Sadece uygulamaya bağlı olarak difüzyon etkisiyle içeriye su girmesi mümkündür. Nem dengesi ortamın sıcaklığı ve bağıl nemden etkilenmektedir. %100 Bağıl neme sahip ortamda bile poliüretan ağırlığında en çok % 5, hacimde ise en çok % 0,15 etkilenmektedir. Bu durumda özellikle sandviç panellerin metal yüzeylerinin kapalı yüzeyler oluşturması nem hareketinin pratik önemini azaltmaktadır. Suyun 0,60 W/mK gibi yüksek ısı iletimini düşündüğümüzde, içerisine nem almayan poliüretan malzemenin ısı yalıtım özelliğine de katkı sağlayacaktır.

Su buharı geçirgenliği yapılarda konfor açısından çok önemlidir. Su buharı difüzyon dayanımı ( $\mu$ ) ve difüzyona tabi kalınlık ( $S_d$ ) iki önemli karakteristik değerlerdir. Su buharı difüzyon dayanımı ( $\mu$ ) değeri malzemeye özel olup, 1 kabul edilen havanın dayanımıyla karşılaştırılarak belirlenir. Sandviç panel sistemlerde su buharı geçirgenliği de poliüretanın yoğunluğuna, üretim prosesine ve metal yüzeyin tipine bağlıdır.

Su Buharı Difüzyon Dayanımı	$\mu$ Değerleri
Hava	1
Tahta	40
EPS	20-100
Taşyünü	1
Poliüretan	30-100
Bitümlü membran	10.000-80.000
Polietilen Folyo	100.000
Metaller	$\infty$

Sayırsız kimyasal malzemenin poliüretan ile temas edebileceği ihtimaline karşın normalde Poliüretanın kendisi şantiye ortamında genellikle yer alan yapıştırma için kullanılan solventler, boyalar, kaynak malzemeleri, ahşap koruyucular vb. kimyasallara temas edebilir ve bunlara karşın dayanımı yüksektir. Dahası mineral yağlar, baca gazları, agresif endüstriyel atmosfer koşulları, asit ve alkalilere kanıtlanmış dayanım göstermektedir. Poliüretan çürüme ve küflenmeye karşın dayanıklıdır, dağılmaz, bünyesinde bakteri ve haşere barındırmaz.

Kapalı hücre yapısına sahip poliüretanların akustik koruma özelliği açık hücre yapısına sahip poliüretanlara göre daha az olmasına rağmen yapının ihtiyacına bağlı olarak normal endüstriyel yapılarda yeterli ses yutma özelliğine sahiptir fakat sese hassas bölge ve ofislerde yeterli olmayıp ilave çözümler gerekebilir.

#### Ses İletim Kaybının Frekansa Bağlı Değişimi (dB)

PUR Kal.	Frekans ( Hz )																		
	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
50 mm	7,3	9,3	11,7	8,5	11,4	12,3	13,3	14,1	14,7	15,9	15,3	11,5	11,8	23,4	29,2	32,4	29,8	32,5	36,9
60 mm	8,1	22,1	14,2	14,5	13,0	13,9	13,8	14,6	15,3	16,0	15,3	13,0	18,3	24,2	29,2	32,5	29,8	32,5	36,9

#### Ses Yutma Katsayısının Frekansa Bağlı Değişimi (dB)

PUR Kal.	Frekans ( Hz )											
	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
50 mm	0,08	0,11	0,22	0,20	0,05	0,59	0,09	0,11	0,04	0,07	0,18	0,07
60 mm	0,14	0,21	0,25	0,49	0,06	0,69	0,12	0,12	0,22	0,08	0,20	0,11

Testler İTÜ Makina Fakültesi, Makina Dinamiği Titreşimler ve Akustik Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

## Poliüretan Fiziksel Özellikleri

Yoğunluk	40 (± 2) kg/m <sup>3</sup>
Isı İletim Katsayısı (λ )	max. 0,024 W/mK
Su Absorbsiyonu (168 saat) (% Hacim)	2%
Yangına Tepki (EN 14509)	B.S2.d0
Kapalı Hücre Oranı	95%
Buhar Difüzyon Direnci	30-100
Kayma Dayanımı	min. 0,11 Mpa
Kayma Modülü	min. 2 MPa
Uzun süreli yüklemeden sonra Kayma Dayanımı	t:1.000 saat min. %35 t:2.000 saat min. %30 t:100.000 saat min. %7
Basma Mukavemeti	min. 0,095 MPa
Çekme Dayanımı	min. 0,018 Mpa
Sıcaklık Dayanımı (°C)	-200 / +110 °C
Boyutsal Kararlılık (EN 13165)	Seviye DS(TH) 11

Assan Panel, verilen bilgilerin kesin doğruluğunu garanti etmez.