



Mobilya Sanayisinde Kullanılan Köpüklerin Önemi, Kullanım Alanları ve Özellikleri

The Importance, Applications, and Properties of Foams Used in the Furniture Industry

Turan Tugay^{1,2} , Muhammed Said Fidan^{3,4*}

¹ Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü (LEE), Bursa Teknik Üniversitesi, 16310 Bursa, Türkiye

² Doğanlar Mobilya Grubu (Doğtaş Kelebek Mobilya San. Tic. A.Ş.), 17200, Çanakkale, Türkiye

³ Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bursa Teknik Üniversitesi, 16310 Bursa, Türkiye

⁴ Mobilya ve Ahşap Uygulama ve Araştırma Merkezi, Bursa Teknik Üniversitesi, 16310, Bursa, Türkiye

MAKALE BİLGİLERİ

Gönderim Tarihi: 27/03/2025
Kabul Tarihi: 02/05/2025

Atıf:

Tugay, T. & Fidan, M., S. (2025). Mobilya Sanayisinde Kullanılan Köpüklerin Önemi, Kullanım Alanları ve Özellikleri. *Ağaç ve Orman*. 6(1), 60-68.

*Sorumlu yazar: Muhammed Said Fidan
E-mail: said.fidan@btu.edu.tr

Anahtar Kelimeler / Keywords:

Yoğunluk / Density
Yumuşak poliüretan köpük / Flexible polyurethane foam
Mobilya sanayisi / Furniture industry
Döşeme / Upholstery
Konfor / Comfort

© Telif hakkı 2005 Bursa Teknik Üniversitesi'ne aittir. Çevrimiçi olarak ulaşılabilir: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/agacorman>



Ağaç ve Orman'da yayınlanan eserler Creative Commons Atıf - Ticari Olmayan 4.0 Uluslararası Lisansı kapsamında lisanslanmıştır.

ÖZET

Mobilya sanayisinde köpük malzemelerin kullanımı; hafiflik, düşük maliyet ve daha az hammadde tüketimi gibi avantajları nedeniyle büyük bir öneme sahiptir. Bunun yanı sıra, yüksek darbe dayanımı, artırılmış tokluk, gelişmiş termal kararlılık ile azalmış elektriksel ve ısı iletkenlik gibi üstün özellikleri sayesinde polimer esaslı köpük malzemelerin kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır. Özellikle esnek poliüretan köpükler, mobilya sektöründe vazgeçilmez bir hammadde haline gelmiştir. Mobilya tasarımında kullanılan köpük türleri; yoğunluk, sertlik ve esneklik gibi fiziksel özelliklerine göre değişiklik göstermekte ve farklı kullanım alanlarına uygun şekilde seçilmektedir. Farklı yoğunluk (dansite) seviyelerine sahip köpüklerin bulunabilirliği, mobilya üreticilerine daha ergonomik, dayanıklı ve konforlu ürünler geliştirme imkânı sunmaktadır. Buna ek olarak, modern poliüretan köpük teknolojileri, çevre dostu malzeme üretimine yönelik gelişmelerle desteklenmektedir. Bu çalışmada, mobilya sektöründe kullanılan köpüklerin önemi, kullanım alanları ve özellikleri detaylı bir şekilde ele alınarak sektördeki gelişmeler kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir. Özellikle, geri dönüştürülebilir köpük malzemelerin kullanımı ve sürdürülebilir üretim yöntemleri de incelenerek, gelecekteki potansiyel yenilikler tartışılmıştır.

ABSTRACT

The use of foam materials in the furniture industry is of great importance due to their advantages, such as lightness, low cost, and reduced raw material consumption. In addition, the utilization of polymer-based foam materials have been rapidly increasing owing to their favorable properties, such as high impact resistance, enhanced toughness, improved thermal stability, and reduced electrical and thermal conductivity. Among these, flexible polyurethane foams have become an indispensable raw material in the furniture industry. The types of foams used in furniture design vary depending on physical properties such as density, hardness, and flexibility, making them suitable for wide range of applications. The availability of foams with different density levels provides manufacturers with the opportunity to make their products more ergonomic, durable, and comfortable. Moreover, modern polyurethane foam technologies are supported by developments aimed at environmentally friendly material production. In this study, the importance, application areas, and properties of foams used in the furniture industry are examined in detail, and current developments in the sector are comprehensively evaluated. In particular, the utilization recyclable foam materials and sustainable production methods are also investigated, and potential future innovations are discussed.

1. Giriş

Mobilya, insanların yaşam alanlarını fonksiyonel ve estetik açıdan düzenlemelerine olanak sağlayan önemli unsurlardan biridir. Tarihsel süreçte farklı hammaddeler ile üretilen mobilyalar, teknolojik ilerlemeler ve tasarım yaklaşımındaki dönüşümler doğrultusunda değişimler geçirmiştir. Geleneksel ahşap, metal ve diğer doğal kaynaklı malzemelerle üretilen mobilyalar, günümüzde daha hafif, dayanıklı ve ekonomik malzemelerle desteklenmektedir. Özellikle poliüretan köpükler, mobilya sektöründe sağladıkları konfor, hafiflik ve maliyet avantajları ile öne çıkmaktadır (Szycher, 2012). Bu malzemeler, modern mobilya tasarımında hem ergonomik hem de estetik çözümler sunarak sektördeki yeniliklerin temel taşlarından biri haline gelmiştir (Ashida, 2007). Ayrıca, poliüretan köpüklerin mobilya sektöründeki geniş uygulama yelpazesi, endüstrinin gelişiminde önemli bir rol oynamıştır (Randall & Lee, 2002).

Mobilya sektöründe kullanıcı odaklı tasarım anlayışı doğrultusunda, konfor ve ergonomi ön planda tutulmaktadır. Kullanıcıların rahatlığını artırmak amacıyla çeşitli döşeme teknikleri geliştirilmiş ve bu süreçte farklı dolgu malzemeleri kullanılmaya başlanmıştır. Poliüretan köpük, bu malzemeler arasında en yaygın tercih edilenlerden biridir. Hafifliği, uzun ömürlü yapısı ve maliyet etkinliği sayesinde poliüretan köpük, mobilya sanayisinde geniş bir kullanım alanına sahiptir.

Gelişen malzeme teknolojilerin etkiyle poliüretan köpükler, yalnızca konfor sağlamakla kalmayıp aynı zamanda darbe emicilik, ses ve ısı yalıtımı gibi ek fonksiyonel avantajlar da sunmaktadır. Mobilya tasarımında kullanılan köpük türleri, yoğunluk, sertlik ve esneklik gibi özelliklere göre çeşitlendirilmekte ve bu sayede farklı kullanım alanlarının gereksinimlerine uygun hale getirilmektedir. Bu çalışmada, mobilya sanayisinde kullanılan köpüklerin önemi, kullanım alanları ve özellikleri detaylı olarak ele alınacaktır.

2. Mobilya Sektöründe Kullanılan Köpüklerin Önemi, Uygulama ve Kullanım Alanları

Günlük yaşantımızdan da bildiği üzere, köpük malzemeler hayatımızda oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Sık sık kullandığımız birçok nihai ürünün ana malzemelerinden biri olmasının yanı sıra, doğrudan fark edemediğimiz birçok üründe de dolaylı olarak kullanılmaktadır (Anonim, 2025). Mobilya

sektöründe kullanılan köpük malzemeler; konfor, dayanıklılık ve estetik açıdan büyük önem taşımaktadır. Aşağıda, bu köpük malzemelerin mobilya endüstrisindeki önemini açıklayan başlıca unsurlar sistematik bir şekilde verilmiştir.

2.1. Konfor ve ergonomi

Mobilya köpükleri, oturma grupları, yataklar ve koltuklar gibi döşemeli ürünlerde temel dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır. Kullanıcının vücut yapısına uygun olarak ergonomik destek sunan bu malzemeler, farklı yoğunluk ve sertlik seçenekleriyle çeşitli konfor seviyeleri sunmaktadır. Polimer esaslı köpükler, özellikle mobilya ve yatak sektöründe ergonomiyi artıran temel unsurlar arasında yer almaktadır. Bu köpüklerin yoğunluk ve esneklik özelliklerinin kullanıcı konforunu doğrudan etkilediği görülmektedir (Lee & Ramesh, 2004).

2.2. Dayanıklılık ve uzun ömür

Kaliteli köpük malzemeler, uzun süreli kullanıma dayanıklıdır ve deformasyona uğramadan şeklini korur. Yüksek yoğunluklu köpükler, zamanla çökme yapmadan esnekliğini muhafaza eder. Su ve neme karşı dayanıklı türleri, küf ve bakteri oluşumunu önler. Czlonka vd. (2019), sert poliüretan köpüklerin geliştirilmiş mekanik özelliklerinin, mobilya uygulamalarında uzun ömürlülüğü ve dayanıklılığı artırdığını belirtmiş; bu tür köpüklerin yüksek yük taşıma kapasitesiyle öne çıktığını ifade etmiştir.

2.3. Estetik ve şekil verilebilirlik

Köpük malzemeler kolayca kesilip şekillendirilebildikleri için mobilya tasarımında biçimsel esneklik ve çeşitli tasarım olanakları sunar. Döşemelik kumaşlarla uyumlu olup şık ve modern tasarımlar elde etmeye yardımcı olur. Defonseka (2013), esnek poliüretan köpüklerin şekil verilebilirliğinin, mobilya üreticilerine yenilikçi ve estetik tasarımlar geliştirme konusunda geniş bir esneklik sağladığını ifade etmiştir.

2.4. Ses ve ısı yalıtımı

Özellikle yüksek yoğunluklu köpük malzemeler, ses ve ısı yalıtımı sağlayarak konforu artırır. Mobilyaların akustik özelliklerini iyileştirmede kullanılır. Gama vd. (2018), poliüretan köpüklerin mobilya uygulamalarında 500-4000 Hz frekans aralığında etkili ses yalıtımı sağladığını ve termal iletkenlik değerlerinin 0.03-0.04 W/mK arasında değişerek ısı yalıtımında üstün performans sergilediğini belirtmiştir. Bu özellikler, mobilyaların

hem konforunu hem de enerji verimliliğini artırmaktadır.

2.5. Farklı türde köpüklerin kullanımı

Farklı türdeki köpüklerin kullanımı aşağıda belirtilmiştir.

- Poliüretan köpük: En yaygın kullanılan türdür; ekonomik, hafif ve dayanıklıdır.
- Memory foam: Vücut şekline uyum sağlayarak ekstra konfor sunar, özellikle yataklarda tercih edilir.
- Lateks köpük: Doğal ve esnek yapısıyla sağlıklı bir alternatif sunar.
- HR (High Resilience) köpük: Yüksek esneklik ve konfor sağlayarak uzun ömürlü kullanım sunar.

2.6. Çevresel ve sağlık açısından önemi

Geri dönüştürülebilir ve çevre dostu köpük malzemeler sürdürülebilir üretime katkı sağlar. Antibakteriyel ve anti-alerjik özelliklere sahip olanlar, sağlık açısından daha güvenlidir. Zafar vd. (2020), sürdürülebilir poliüretan köpüklerin mobilya sektöründe geri dönüşüm oranını %30'a kadar artırabileceğini ve VOC (uçucu organik bileşik) emisyonlarını azaltarak iç mekân hava kalitesini iyileştirdiğini ortaya koymuştur. Kausar (2017), antibakteriyel özelliklere sahip köpüklerin alerji riskini azalttığını ve uzun vadeli sağlık güvenliği sunduğunu vurgulamıştır.

2.7. Uygulama alanları

Köpükler hafif, dayanıklı ve esnek yapıları sayesinde çeşitli endüstriyel alanlarda kullanılmaktadır. Mobilya sektöründe esnek poliüretan köpükler yaygın olarak döşemeli mobilyalarda kullanılırken, otomotiv, inşaat, ambalaj, yatak imalatı, elektronik sektörü gibi alanlarda da önemli bir rol oynamaktadır (Anonim, 2025a).

2.8. Farklı türde köpüklerin kullanımı

Mobilya sektöründeki köpükler koltuk kasaları, sırt yastıkları, oturma yastıkları, minderler, kirlentler, yataklar ve ayna kenarlarında kullanılmaktadır. Poliüretan köpükler, konfor ve dayanıklılık sağlayarak mobilya üretiminde vazgeçilmez malzemelerden biri olmuştur. Ayrıca, geri dönüştürülebilir yapıları sayesinde çevresel sürdürülebilirlik açısından da avantaj sağlamaktadır (Anonim, 2025b).

3. Köpükte Yoğunluk (Dansite)

Dansite, köpük yoğunluğunu ifade eden bir terimdir ve kaliteyi belirleyen temel unsurlardan biridir. Yüksek dansite, daha dayanıklı ve uzun ömürlü köpüklerin elde edilmesini sağlar. Karaağaç ve Şimşek (2018) yaptıkları çalışmada, poliüretan köpüklerin yoğunluğunun mekanik dayanıklılık ve uzun ömürlülük üzerindeki etkisini incelemiş ve yüksek dansiteli köpüklerin mobilya sektöründe daha üstün performans sergilediğini ortaya koymuştur. Yoğunluk kalitesine göre köpüklerin sınıflandırılması ve mobilya ürünlerinde kullanım yeri aşağıda belirtilmiştir.

- 32 DNS: Yatak, koltuk ve minderlerde yaygın olarak kullanılır.
- 28 DNS: Alternatif olarak kullanılan kaliteli bir seçenektir.
- 24 DNS (Kuş Tüyü Köpük): Sırt minderleri ve yastıklar için uygundur.
- 22 DNS: Ekonomik seviye olup bebek yataklarında kullanılabilir.
- 17 DNS ve 15 DNS: Daha hafif uygulamalar ve tekstil sektöründe kullanılır (Anonim, 2025c).

4. Poliüretan

Poliüretan, plastik ailesine ait, esnek ve dayanıklı bir polimer türüdür. İlk kez 1937 yılında Alman kimyager Otto Bayer tarafından sentezlenmiştir. Üretimi, diizosiyanat ve polyol bileşenlerinin kimyasal reaksiyonu ile gerçekleşir. Günümüzde, daha büyük molekül ağırlıklı polioller kullanılarak poliüretanların esneklik ve dayanıklılığı artırılmıştır (Efstathiou, 2011).

4.1. Poliüretan köpük üretim bileşenleri

Poliüretan köpük, 3 ana bileşenden oluşur. Birincisi polyol olup, köpüğün temel yapısını oluşturan bir bileşendir. İkincisi izosiyanat, polyollerle reaksiyona girerek polimerleşmeyi sağlar. Üçüncüsü ise, su olup, izolasyon ve esneklik özelliklerini kazandırır (Defonseka, 2019). Oprea ve Vlad (2015) yaptıkları çalışmada, poliüretan köpük sentezinde bu bileşenlerin oranlarının, köpüğün fiziksel ve mekanik özelliklerini doğrudan etkilediğini ve mobilya sektöründe istenilen esneklik ile dayanıklılık dengesini sağladığını ortaya koymuştur. Ayrıca, kimyasal reaksiyonu kontrol etmek ve köpüğün istenilen özelliklerde üretilmesini sağlamak için katalizörler, stabilizatörler ve yardımcı ajanlar kullanılır. Bazı köpüklerde alev geciktiriciler, boyalar ve diğer katkı maddeleri de eklenerek farklı özellikler

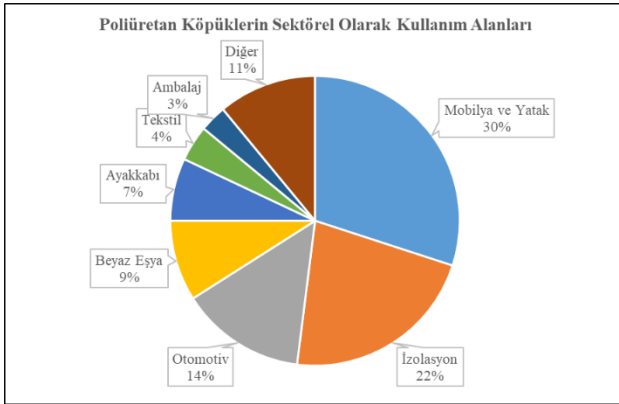
kazandırılabilir. Poliüretan köpükler üretildikten sonra 24-72 saat arasında değişen bir kürlenme (olgunlaşma) sürecinden geçerek son halini alır.

4.2. Poliüretan köpük kalitesi

Poliüretan köpüklerin kalitesi yoğunluk (dansite) ile belirlenir. Yüksek yoğunluk daha kaliteli ve dayanıklı köpüğü, düşük yoğunluk ise daha hızlı deformasyona uğrayan köpüğü ifade etmektedir. Sertlik, köpüğün kalitesini belirlemez. Yüksek kaliteli bir köpük yumuşak olabilirken, düşük kaliteli bir köpük sert olabilir. Kullanım süresi boyunca tüm köpükler sertlik kaybeder. Ancak kaliteli köpüklerde bu süreç daha yavaş ilerler. Renk, köpüğün performansını veya kalitesini etkilemez. Köpükler doğal olarak beyaz renklidir. Renkler, farklı kalite sınıflarını ayırt etmek için kullanılır (Anonim, 2025d).

4.3. Poliüretan kullanım alanları

Poliüretan, birçok endüstride kullanılan çok yönlü bir malzemedir. Şekil 1’de de görüldüğü gibi, poliüretanın mobilya ve yatakta %30, izolasyonda %22, otomotivde %14, beyaz eşyada %9, ayakkabıda %7, tekstilde %4, ambalajda %3 ve diğer alanlarda %11 olmak üzere kullanım alanı ve yüzdesi bulunmaktadır.



Şekil 1: Polietilen (Köpük) kullanım alanları (Anonim, 2025d).

Figure 1: Polyethylene (Foam) usage areas (Anonymus, 2025d).

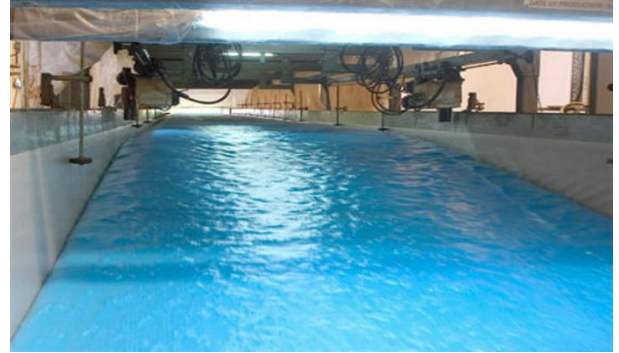
5. Mobilya Köpük Üretim Süreci

5.1 Kimyasal üretim

Esnek poliüretan köpük, polyol ve izosiyanat kimyasallarının reaksiyonu ile üretilir. Bu karışım, mikser içinde hızla birleşerek köpüğün genişlemesini sağlar. Bu süreç, hamurun kabarmasına benzetilebilir (Anonim, 2025e).

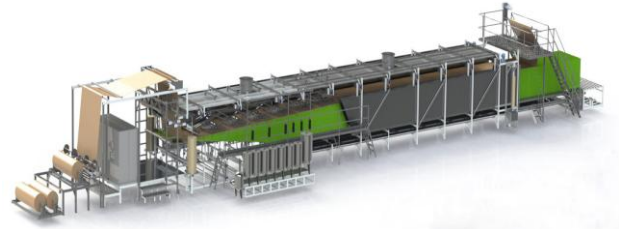
5.2. Slabstock köpük prosesi

Köpük üretimi iki yöntemle yapılmaktadır. Bu yöntemler Slabstock yöntemi ve Laader Berg makine yöntemidir. Slabstock yöntemi Şekil 2’de görüldüğü gibi karışım hareketli bir konveyöre dökülerek genişler ve bloklar halinde kesilir. Bloklar 48 saat dinlendirilir, ardından istenilen forma getirilir (Anonim, 2025e). Laader berg makinesinde ise yüksek mikser hızı sayesinde homojen karışım elde edilerek yoğunluk farkı azaltılır. Şekil 3’de görüldüğü gibi, Laader Berg makinası ile 150-240 cm aralığından köpük üretilebilmektedir (Anonim, 2025e).



Şekil 2: Poliüretanın sürekli dökümü (Anonim, 2025e).

Figure 2: Continuous casting of polyurethane (Anonymus, 2025e).



Şekil 3: Laader Berg Makinası (Anonim, 2025e).

Figure 3: Laader Berg machine (Anonymus, 2025e).

Esnek poliüretan köpük, farklı sertlik ve konfor seviyelerinde üretilebilir. Destek yük taşıma kapasitesi, konfor kullanıcının rahat hissetmesi ve dayanıklılık ise uzun süre şeklini koruması olarak ifade edilen ve köpük malzemenin kalitesini belirleyen üç temel unsur bulunmaktadır.

Mobilyalarda, oturma yerlerinde destekli ve dayanıklı köpük, kol ve sırt bölgelerinde ise daha konforlu köpük kullanılır (Anonim, 2025e).

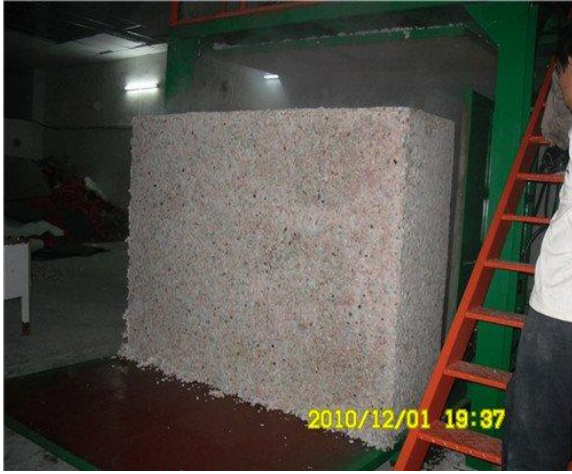
5.3. Granül köpük üretimi

Granül köpük, köpük artıklarının değerlendirilmesiyle üretilir. MDI ve prepolimer ile yapıştırılarak preslenir ve buharla sertleştirilir (Anonim, 2025f).

5.3.1. Üretim süreci

Şekil 4'te görüldüğü gibi, atık köpükler kırılarak küçük parçalar haline getirilir. Kimyasal karışım ile preslenerek sıkıştırılır. Nihayetinde, su buharı ile reaksiyon tamamlanır ve bloklar soğutulur.

Mobilya ve yatak üreticileri bu köpükleri takoz, kenar bordür ve dolgu malzemesi olarak kullanır. Geri dönüşüm firmaları da eski köpükleri toplayarak yeniden değerlendirir (Anonim, 2025f).



Şekil 4: Granül köpük üretimi (Anonim, 2025f).
Figure 4: Granulated foam production (Anonymus, 2025f).

6. Soğutma

Köpük blokları üretimden çıktıktan sonra kimyasal tepkimeler devam eder ve fazla TDI (Toluen Diizosiyanat) kimyasalını atmaya devam eder. Blokların merkezinde sıcaklık 140-160 °C arasında olabilir. Bu yüzden, köpükler kesilmeden önce uygun bir dinlendirme alanında soğutulmalıdır. Aksi takdirde; kesme makineleri zarar görebilir veya bloklar soğuduktan sonra küçülebileceği için yanlış ölçülerde kesilmiş olur dolayısıyla müşteriye hatalı ürün gönderilebilir.

6.1. Soğutma yöntemleri

6.1.1. Raf sistemleri

Şekil 5'te görüldüğü gibi, büyük ölçekli üreticilerde köpük blokları, shuttle adı verilen otomatik taşıma sistemleriyle raf sistemlerine yerleştirilir ve burada 24 saat boyunca soğutulur (Anonim, 2025g).

- Standart bloklar: Genellikle 14 metre uzunluğunda köpükler kullanılır ve raflar buna uygun tasarlanır.
- Uzun bloklar: Bazı üreticiler 32,5 metre uzunluğunda bloklar üretmektedir. Ancak

uzun blok kullanımı, köpük içinde hata olup olmadığının geç fark edilmesine neden olabilir.

- Kısa bloklarda (14 metre), hatalar erken tespit edilerek kimyasal bileşenler hızla ayarlanabilir.
- Uzun bloklarda ise hata kesim sonrasında fark edilir ve bu durumda geç kalınmış olabilir.



Şekil 5: Soğutma alanında köpük raf sistemleri (Anonim, 2025g).

Figure 5: Foam shelving systems in the cooling area (Anonymus, 2025g).

Sonuç olarak, soğutma süreci köpük üretiminin önemli bir aşamasıdır. Doğru yönetilmediğinde hem makinelerin zarar görmesine hem de hatalı ürünlerin müşterilere ulaşmasına neden olabilir (Anonim, 2025g).

7. Köpük Kesim Makineleri

Köpük üretiminde, soğutma alanlarından gelen kürlenmiş köpükler öncelikle istenen ölçülerde kesilir ve farklı kesme makinelerine yönlendirilir. Yatay kesme makineleri, dikey kesme makineleri ve rulo köpük kesme makineleri köpük üretim prosesinde kullanılan temel kesme makineleridir. Şekil 6'da farklı tipte köpük kesim makinelerinin görselleri verilmiştir.



Şekil 6: Köpük kesim makinelerine ait görseller (a: yatay kesim makinesi, b: rulo köpük kesim makinesi, c: tabaka köpük kesim makinesi, d: looper tip köpük kesim makinesi, e: dikey kesim makinesi) (Anonim, 2025h).

Figure 6: Images of foam cutting machines (a: horizontal cutting machine, b: roll foam cutting machine, c: sheet foam cutting machine, d: looper type foam cutting machine, e: vertical cutting machine) (Anonymus, 2025h).

7.1. Soğutma yöntemleri

Yatay kesme makineleri, köpük üreticileri için en önemli makinelerden biridir ve sektörde "karosel" olarak bilinir. Döner tabla üzerine yerleştirilen köpük blokları, sürekli dönen bıçaklar aracılığıyla kesilir. Vakum sistemi, blokların sabit kalmasını sağlar ve kesim kalitesini artırır. Bu makineler 8 saatte yaklaşık 280 metreküp köpük kesebilir.

7.2. Dikey kesme makineleri

Dikey kesme makineleri manuel ve otomatik olmak üzere ikiye ayrılır; manuel dikey kesim makineleri, köpük atıklarını değerlendirme ve kenarları düzeltme işlerinde kullanılır. Günlük kapasitesi 80 metreküp köpüktür. Otomatik dikey kesim makineleri ise daha büyük parçaları eşit ölçülerde kesmek için kullanılır. 8 saat içinde 150-160 metreküp köpük kesebilmektedir.

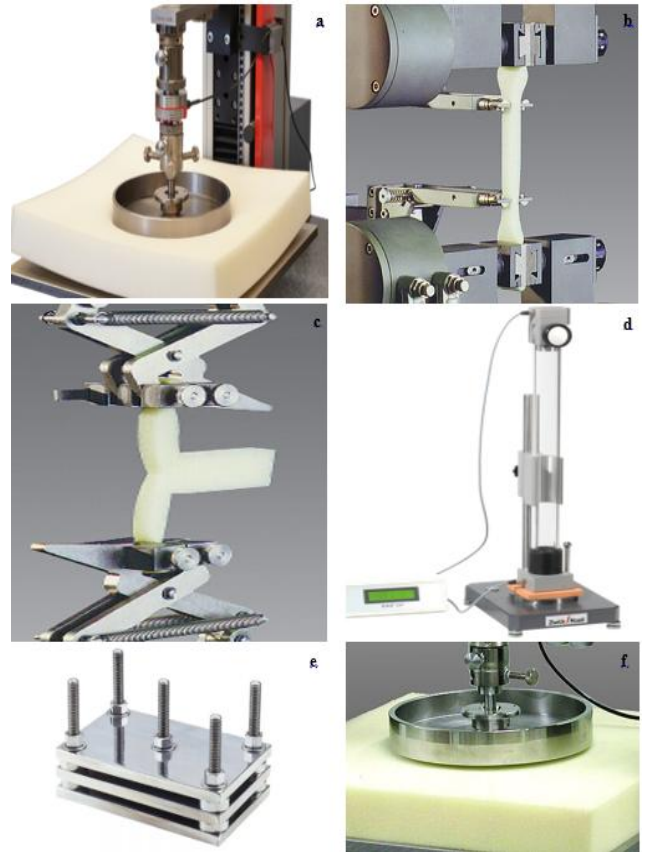
7.3. Rulo köpük kesme makineleri

Rulo köpük kesme makineleri köpükleri rulo haline getirmek için kullanılır. Bu makineler üç çeşittir; birincisi basit soyma tipi köpük kesme makinesidir. Köpüğün ortasına mil geçirilerek döndürülerek soyulur. Küçük üreticiler için uygundur. İkinci olarak tabaka kesim tipi köpük kesim makineleridir. Köpük bloğu katmanlar halinde kesilir, operatör ruloya sarar. 8 saatte 120-130 metreküp köpük kesebilir. Üçüncüsü ise, looper tipi köpük kesim makineleridir. Köpük blokları birbirine yapıştırılarak oval hale getirilir ve soyularak rulo yapılır. Looper tipi köpük kesme

makineleri en verimli yöntemi sunar. Bu makineler 300 metreküp köpük kesebilir (Anonim, 2025h). Bu makineler köpük işleme süreçlerinde önemli bir rol oynar ve üretim kapasitesine göre tercih edilmektedir.

8. Kalite Kontrol

Mobilya sektöründe kalite kontrol, üretim süreçlerinin her aşamasında ürünlerin belirlenen standartlara uygun olup olmadığını denetlemek için yapılan sistematik işlemler bütünüdür. Kalite kontrol, müşteri memnuniyetini artırmak, üretim maliyetlerini düşürmek ve uzun ömürlü, dayanıklı ürünler sunmak için kritik bir rol oynar (Anonim, 2025i). Mobilya köpükler üretiminde kullanılan testlerin görselleri Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7: Mobilya köpük üretiminde kullanılan testlere ait görseller (a: sertlik, b: çekme (kopma), c: yırtılma, d: elastikiyet, e: kalıcı deformasyon, f: dinamik yorulma) (Anonim, 2025i).

Figure 7: Images of tests used in furniture foam production (a: hardness, b: tensile, c: tear, d: elasticity, e: permanent deformation, f: fatigue) (Anonymus, 2025i).

8.1. Yoğunluk (ISO-845, 2006)

Yoğunluk, köpüğün birim hacimdeki kütlesini ifade eder ve kg/m^3 cinsinden ölçülür. Yüksek yoğunluklu köpükler daha dayanıklı ve uzun ömürlüdür. Ancak

maliyetleri daha yüksektir. Düşük yoğunluklu köpükler ise hafif ve ekonomiktir, ama dayanıklılıkları daha azdır. Bu nedenle, köpüğün kullanım amacına uygun yoğunlukta seçilmesi, konfor ve uzun ömür açısından önemlidir.

8.2. Sertlik (ISO-3386-1, 2025)

Sertlik, köpüğün yük taşıma kapasitesini belirler. Köpük numunesi, %25, %40 ve %65 oranında sıkıştırılarak gerekli kuvvet ölçülür. Kullanım amacına göre farklı sertliklerde köpük üretmek mümkündür. Ancak sertlik, köpüğün kalitesini veya dayanıklılığını belirlemez. Önemli olan, köpüğün kullanım amacına uygun olup olmadığıdır. Yumuşak köpükler konfor için, orta sertlikte köpükler dengeli destek için ve sert köpükler ise yüksek yük taşıma için tercih edilmektedir.

8.3. Çekme (kopma) (ISO-1798, 2008)

Çekme mukavemeti, bir malzemenin kopmadan önce dayanabileceği en büyük kuvvettir. Test numuneleri, standartlara uygun şekilde özel kalıplarla kesilir. Çekme testi, numunenin her iki ucunun test makinesine sıkıştırılarak eşit kuvvetle çekilmesiyle yapılır. Ayrıca, numunenin maksimum uzama miktarı ve kopma uzaması yüzdesi de hesaplanır.

8.4. Yırtılma (ISO-8067, 2018)

Yırtılma mukavemeti, köpüğün yırtılmaya karşı direncidir. Test, numunenin cihazda tutuculara sıkıştırılıp çekilmesiyle yapılır. Bu özellik, köpüğün zımbalanması, dikilmesi veya tutturulması gereken yerlerde önemlidir.

8.5. Kalıcı deformasyon (ISO-1856, 2008)

Köpük, belirli bir yük ve sıcaklık altında belirli bir süre bekletildikten sonra, yük kaldırılarak kalınlık kaybı ölçülür. Bu kalıcı deformasyon değeri, köpüğün zamanla ne kadar çökeceğini ve yük kaldırıldığında orijinal formuna ne kadar dönebildiğini gösterir.

8.6. Dinamik yorulma (ISO-3385, 2014)

Dinamik yorulma testinde, köpüğe ortalama insan ağırlığını temsil eden 75 kg (750 N) kuvvetle belirli sayıda (8000 veya 80000) basınç uygulanır. Test sonunda köpüğün kalınlık ve sertlik kaybı ölçülerek yüzde olarak ifade edilir. Bu veriler, köpüğün uzun süreli kullanımda ne kadar dayanıklı olduğunu ve ömrünü değerlendirmeye yardımcı olur.

8.7. Gözenek sayısı

Köpüklerin morfolojisini incelemek için taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılmaktadır. Analizden önce numuneler altınla kaplanmaktadır. Köpüklerin kesitlerinin görüntüleri incelenmektedir. Daha sonra ise, ortalama hücre çapı büyüklüğü belirlenmektedir.

8.8. Yanma (UL-94, 2001)

Belirli bir süre alev kaynağına tutulan köpük, alev kaynağından uzaklaştırıldıktan sonra, alevin köpük üzerinde birim zamanda ne kadar ilerlediği ölçülür.

8.9. Isı iletkenlik katsayısı (ASTM C518, 2017)

Esnek poliüretan köpüklerin ısı iletkenlik katsayısı, sıcaklıkları sabit tutulan iki plaka arasında yerleştirilen numune üzerinden geçen ısı akışının ölçülmesiyle, yani korunmuş sıcak plaka yöntemiyle belirlenir. Numune iki plaka arasında sıkıştırılmadan yerleştirilir ve sistem termal dengeye ulaştığında, numunenin kalınlığı, yüzey alanı, plaka sıcaklık farkı ve geçen ısı miktarı kullanılarak ısı iletkenlik katsayısı hesaplanır. Bu yöntem, numunenin homojenliği ve düzgün yüzey özellikleri esas alınarak hassas ölçüm yapılmasını sağlar.

9. Sonuç

Mobilya sanayisinde kullanılan poliüretan köpükler, konfor, dayanıklılık, ergonomi ve estetik açısından vazgeçilmez bir malzeme haline gelmiştir. Farklı yoğunluk ve sertlik seviyelerinde üretilerek geniş kullanım alanları sunan bu köpükler, hem mobilya sektöründe hem de diğer endüstriyel alanlarda büyük bir öneme sahiptir. Yapılan incelemeler göstermektedir ki, sürdürülebilir üretim tekniklerinin geliştirilmesi ve geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımının yaygınlaştırılması, poliüretan köpüklerin çevresel etkisini minimize etmede kritik bir rol oynamaktadır. Ayrıca, yeni nesil köpük teknolojileri sayesinde ses ve ısı yalıtımı, antibakteriyel özellikler ve yangına dayanıklılık gibi ek avantajlar sağlanarak mobilya üretiminde inovatif çözümler geliştirilmektedir.

Kalite kontrol süreçleri, köpüklerin dayanıklılığı, konforu ve güvenliğini garanti altına almak açısından büyük önem taşımaktadır. Yoğunluk, sertlik, elastikiyet ve deformasyon gibi testler sayesinde, kullanım ömrü uzun ve yüksek performanslı köpükler üretilmektedir. Sonuç olarak, mobilya sektöründe köpük kullanımı, teknolojik ilerlemeler ve sürdürülebilirlik odaklı yaklaşımlar sayesinde gelecekte de önemini artırarak devam edecektir.

Üreticiler hem ekonomik hem de çevresel faktörleri göz önünde bulundurarak yeni nesil poliüretan köpük çözümlerine yönelmelidir.

Makale Bilgileri

Finansal Açıklama: Yazar(lar) bu çalışmanın araştırılması, yazarlığı veya yayınlanması için herhangi bir finansal destek almamıştır.

Yazarların Katkıları: Konsept: M.S.F., Tasarım: M.S.F.; Danışmanlık: T.T., M.S.F.; Kaynaklar: T.T.; Veri Toplama: T.T.; Analiz: M.S.F.; Literatür Taraması: T.T.; Makale Yazımı: T.F, M.S.F.; Eleştirel İnceleme: M.S.F.

Çıkar Çatışması/Ortak Çıkar: Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması veya ortak çıkar beyan edilmemiştir.

Etik Komite Onayı: Bu çalışma etik kurul izni veya herhangi bir özel izin gerektirmemektedir.

Kaynaklar

Anonim. (2025, Şubat 10). Sünger üretiminde yapılan işlemler. <https://endustriyelkesim.com/sunger-uretimi/>

Anonim. (2025a, Şubat 10) Sünger üretimi. <https://puyolkimya.com/urun-1-ozel-kesim-sungerler.html>

Anonim. (2025b, Şubat 10). Sünger çeşitleri ve kullanım alanları. https://endustriyelkesim.com/sunger-cesitleri-ve-kullanim-alanlari/#Sunger_Secimi_ve_Uygulama_Alanlarinin_Genislighi

Anonim, (2025c, Şubat 10). Sünger dansite. <https://www.marmarakoltuk.com/dosemelik-sunger/>

Anonim. (2025d, Şubat 10). Poliüretan hakkında. <https://www.marfom.com/poliuretan-hakkinda/>

Anonim. (2025e, Şubat 10). Kimyasal üretim. <https://www.birliksunger.com/sayfa.php?kat=4>

Anonim. (2025f, Şubat 10). Sünger döküm sistemleri. <http://www.sungerdokum.com/uretIm.html>

Anonim. (2025g, Şubat 10). Sünger döküm sistemleri. <http://www.sungerdokum.com/sogutma.html>

Anonim. (2025h, Şubat 10). Sünger döküm sistemleri.

<http://www.sungerdokum.com/kesIm.html>

Anonim. (2025i, Şubat 10). Kalite kontrol. <https://www.marfom.com/kalite-kontrol/>

Ashida, K. (2007). Polyurethane foams: properties and applications in furniture design. Progress in Polymer Science, 32(8-9), 1047–1076.

ASTM C518. (2017). Standard test method for steady-state thermal transmission properties by means of the heat flow meter apparatus. ASTM International.

Członka, S., Strakowska, A., & Strzelec, K. (2019). Rigid polyurethane foams with improved mechanical properties for furniture applications. Journal of Materials Science, 54(12), 8952–8966.

Defonseka, C. (2013). Practical guide to flexible polyurethane foams in furniture manufacturing. Journal of Applied Polymer Science, 130(2), 987–995.

Defonseka, C. (2019). Two-component polyurethane systems: innovative processing methods. De Gruyter.

Efstathiou, K. (2011). Synthesis and characterization of a polyurethane prepolymer for the development of a novel acrylate-based polymer foam. Budapest University of Technology and Economics (BME), 1–57.

Gama, N. V., Silva, R., & Soares, B. (2018). Polyurethane foams for acoustic and thermal insulation in furniture applications. Polymers, 10(9), 1013.

ISO-845. (2006). Test standardı yöntemi. Cellular plastics and rubbers – Determination of apparent density. Third edition.

ISO-1798. (2008). Test standardı yöntemi. Flexible cellular polymeric materials, Determination of tear strength. Fourth edition.

ISO-1856. (2008). Test standardı yöntemi. Flexible cellular polymeric materials, Determination of compression set. Fourth edition.

ISO-3385. (2014). Test standardı yöntemi. Flexible cellular polymeric materials, Determination of fatigue by constant-load pounding. Fourth edition.

ISO-3386-1. (2025). Test standardı yöntemi. Polymeric materials, cellular flexible. Determination of stress-strain characteristic in compression. Low-density materials (British Standard).

ISO-8067. (2018). Test standardı yöntemi. Flexible cellular polymeric materials, Determination of tear strength. Third edition.

Karaağaç, B., & Şimşek, B. (2018). Poliüretan köpüklerin mobilya endüstrisindeki kullanımı ve mekanik özellikleri üzerine bir inceleme. *Journal of Polytechnic*, 21(3), 645–652.

Kausar, A. (2017). Polyurethane foams for furniture: advances in health safety and environmental sustainability. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 56(12), 1295–1308.

Lee, S. T., & Ramesh, N. S. (2004). Polymeric foams: technology and developments in furniture and

bedding applications. *Polymer Engineering & Science*, 44(10), 1835–1845.

Oprea, S., & Vlad, S. (2015). Polyurethane foams for furniture: synthesis and properties. *Materials Science Forum*, 827, 215–220.

Randall, D., & Lee, S. (2002). The polyurethanes book: applications in furniture and beyond. *Polymer Reviews*, 42(3), 355–375.

Szycher, M. (2012). Advances in polyurethane foam technology for furniture applications. *Journal of Cellular Plastics*, 48(5), 389–410.

UL-94, (2001). Tests for flammability of plastic materials for partscin devices and appliances.

Zafar, U., Hare, C., & Mohamed, M. (2020). Sustainable polyurethane foams for furniture: environmental and health impacts. *Journal of Cleaner Production*, 268, 122047.