

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
NANOBİLİM VE NANOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI**

**SÜNGER HÜCRELERİNİN NANOBOYUTA
İNDİRGENMESİ İÇİN YENİ BİR YAKLAŞIM**

**Hazırlayan
Emre BENZER**

**Danışman
Prof. Dr. Şerife SAÇMACI**

Yüksek Lisans Tezi

**Temmuz, 2022
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
NANOBİLİM VE NANOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI**

**SÜNGER HÜCRELERİNİN NANOBOYUTA
İNDİRGENMESİ İÇİN YENİ BİR YAKLAŞIM
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan
Emre BENZER**

**Danışman
Prof. Dr. Şerife SAÇMACI**

**Nisan, 2022
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Emre BENZER

İmza

“Sünger Hücrelerinin Nanoboyuta indirgenmesi için yeni bir yaklaşım ” adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan

Emre BENZER

Danışman

Prof. Dr. Şerife SAÇMACI

Anabilim Dalı Başkanı

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım süresince her türlü yardımı ve fedakârlığı sağlayan, danışman hocam sayın Prof. Dr. şerife Saçmacı'ya sonsuz teőekkürlerimi sunarım. Ayrıca Yay-sün fabrika işletme Md. Fatih Güneř Bey'e tez boyunca verdiği desteklerine ve laboratuvar analizlerinde teknik destek sağlayan Kilim Mobilya A.ř'ye ve Genel Müdürü Sn. Cihat şahin Bey'e değerli çalışma arkadaşlarıma ayrıca sabır ve desteklerinden dolayı aileme teşekkür ederim.

Emre BENZER

22 Temmuz 2022
Kayseri

SÜNGER HÜCRELERİNİN NANOBOYUTA İNDİRGENMESİ İÇİN YENİ BİR YAKLAŞIM

Emre BENZER
Danışman: Prof. Dr. Şerife SAÇMACI

ÖZET

Bu çalışmada blok sünger üretim işleminde, kurlenme sonrası tam açılmamış nanoboyuttaki sünger hücrelerinin elde edilmesi için yeni bir metot geliştirilmiştir. Yüksek dansiteli sünger hücrelerinin yapısı çok sık olduğu için yapı içerisinde hücre düzensizlikleri görülmemektedir. Ancak sektörde en çok kullanılan düşük dansiteli süngerler (14-16-18) düzensiz hücre yapısına sahiptir. Bunun önemli sebeplerinden biri ise sünger hücrelerinin, içerisinde nanoboyutta açık hücrelerin bulunmaması sebebiyledir.

Bu tez çalışmasında bu durumun giderilmesine yönelik yeni bir yöntem geliştirilmiştir. Geliştirilen proses ile iç düzensizliğin giderilmesi, üretim sonrası çökmelerin minimal hale getirilmesi ve nanoboyutta sünger hücresi elde etmek için denemeler yapılmıştır. Bu seviyede elde edilen nanoboyutta sünger hücreleri, Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma Merkezi (TAUM) da FESEM analizi yapılmış ve analiz sonucunda geliştirilen proses ile 200 nanometre boyutunda sünger hücreleri elde edildiği görülmüştür. Farklı sünger dansitelerinde elde edilen sünger hücrelerinin, FESEM görüntülerinde elde edilen nanoboyutta açılan sünger hücreleri kıyaslanmıştır.

Bu çalışmada, Kayseri Sünger fabrikasından örnekleri alınan farklı dansitelerdeki süngerler, enine kesit alınmış ve farklı yüklemeler ile mekanik davranışları incelenmiştir. Alınan örnekler içerisinde en iyi performansı, proses edilmiş ve nanoboyutta oluşmuş sünger hücreleri vermiştir.

Sünger dökümü tamamlanmış, rafta dinlenmiş sünger bloğu (1200-1400 mm yüksekliğinde, 1900- 2100 mm eninde, boyu 1500-3000 mm), geliştirilen proses ile 15-25 santimetreye kadar, ebatlama prosesine geçmeden önce sıkıştırılarak, homojen bir yapı elde edilmiştir.

Bu çalışmada sünger hücrelerine, sertlik sıklık testi ve hava geçirgenlik testleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre en iyi performansı proses edilmiş nanoboyutta sünger hücreleri vermiştir.

Anahtar Kelimeler: Kurlenme, Dansite, Hava Geçirgenlik, Sünger çökmesi, Açık hücre

A NEW APPROACH TO MINING FOAM CELLS TO NANOSIZE

EMRE BENZER

Prof. Serife SAÇMACI

ABSTRACT

In this study, a new approach method has been developed to obtain nano-sized sponge cells that do not fully open after curing in the block sponge production process. Since the structure of the cells of high-density sponges is very dense, cell irregularities are not seen much. However, the low-density sponges (14-16-18) most used in the industry have an irregular cell structure. One of the important reasons for this is that sponge cells do not contain open cells in nanoscale.

In this thesis, a new method has been developed to overcome this situation. With the developed process, attempts were made to eliminate internal irregularity, to minimize post-production collapses and to obtain nano-sized sponge cells. The nano-sized sponge cells obtained at this level were FESEM analysis at Erciyes University Technology Research Center (TAUM) and 200 nanometer-sized sponge cells were obtained with the process developed as a result of the analysis. Sponge cells obtained in different sponge densities and nano-sized sponge cells obtained in FESEM images were compared.

In this study, sponges of different densities, samples taken from Kayseri Sponge Factory, were cross-sectioned and their mechanical behavior with different loadings was investigated. Sponge cells, which were processed and formed in nanosize, gave the best performance among the samples taken. Sponge casting was completed and the sponge block rested on the shelf (1200-1400 mm high, 1900-2100 mm wide, 1500-3000 mm long) was compressed up to 15-25 centimeters before the sizing process, with the developed process, and a homogeneous structure was obtained. In this study, foam cells were tested for hardness and air permeability. According to the results obtained, the processed nano-sized sponge cells gave the best performance.

Keywords: Curing, Density, Air Permeability, Foam collapse, Open cell

İÇİNDEKİLER

SÜNGER HÜCRELERİNİN NANOBOYUTA İNDİRGENMESİ İÇİN YENİ BİR YAKLAŞIM

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI.....	ii
ONAY:.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ABSTRACT.....	vi
KISALTMALAR	ix
TABLOLAR LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
GİRİŞ	1

1.BÖLÜM

POLİÜRETAN SENTEZİ

1.1. İzosiyanat ve poliöl tepkimesi	3
Polimerizasyon	4

2.BÖLÜM

SÜNGERİN OLUŞUM AŞAMALARI	5
---------------------------------	---

3. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

3.1-Test ve Yöntemler	12
3.1.1. FESEM Analizi.....	13
3.1.2 Sertlik-Sıklık Testi	16
3.1.3. Hava Geçirgenlik Testi	25

4. BÖLÜM**TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER**

4.1.Tartışma, Sonuç ve Öneriler.....	29
KAYNAKÇA.....	31
ÖZGEÇMİŞ.....	34



KISALTMALAR

nm	: Nanometre
FESEM	: Taramalı Elektron Mikroskobu,
dm ³	: Desimetre küp
MÖ	: Milattan önce
MDI	: Difeniletan diizosiyanat
TDI	: Toluen diizosiyanat
OH	: Hidroksil
NASA	: Amerikan Uzay Araştırma Dairesi
HR	: Yüksek elastikiyet
CMHR	: Yanmaya karşı modifiye edilmiş yüksek elastikiyetli
FR	: Alev geciktirici sünger
TS EN	: Türk standardı Avrupa normları
kN	: Kilo Newton
TS EN ISO	: Kalite yönetim sistemi

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. 25 cm yüksekliğinde işlemleri uygulanmış ve uygulanmamış sünger Fe-Sem sonuçları	14
Tablo 2. 15 cm yüksekliğinde ezme işlemleri uygulanmış ve uygulanmamış sünger Fe-Sem sonuçları	15
Tablo 3. Dansiteye göre hava geçirgenlik oranı	27



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. İzosiyanat ve poliöl tepkimesi [31].....	4
Şekil 2. Sünger hücrelerini kırmak için tasarlanmış proses (KLM. ARGE.19.02)	9
Şekil 3. Sünger Ezme makinası (KLM. ARGE.19.02)	10
Şekil 4. Silindir yüzeylerinin kaplanmış görünümü (KLM. ARGE.19.02)	11
Şekil 5. Ezme makinasının görünümü (KLM. ARGE.19.02).....	12
Şekil 6. (KLM. ARGE.19.01) makinasında (TS EN 1957 standardına göre alınan ölçümler).....	23
Şekil 7. Altı adet farklı numunenin ezilme durumları (KLM. ARGE.19.01)	24
Şekil 8. Kuvvet-şekil değiştirme grafiği	25
Şekil 9.Farklı dansitelerde sünger numuneleri.....	26
Şekil 10. Sünger hava geçirgenlik ölçümü a) 26 dansite b)16 dansite c) 18 dansite	26
Şekil 11. Numuneler için Minitab ile hazırlanan matriks tablosu.....	28
Şekil 12. Numunelerin Hava geçirgenlik yüzdesi.....	29

GİRİŞ

Tarihte ilk sünger, kauçuk ağaçlarından üretilen beyaz öz olan doğal lateksten yapılmıştır. MÖ 500 gibi erken bir tarihte Mayalar ve Aztekler, lateksi su geçirmezlik amacıyla kullanmışlar ve ayrıca oyuncak toplar yapmak için ısıtmışlardır. 1900 yıllarının başında ise kauçuk için ilk patent verilmiştir [1].

Poliüretan, 2. Dünya Savaşının ilk yıllarında ünlü bilim adamı Prof. Otto Bayer tarafından kauçuk yerine yeni bir ürün bulma çalışmalarında geliştirilmiştir. Yapılan çalışmalarının sonucunda savaş yıllarında birden fazla alanda kullanılmaya başlanmıştır [2].

1937 yıllarında izosiyanat bazlı malzemelerden sünger yapmak için başka bir yöntem geliştirildi [15].

1950 yıllarında ise ucuz maliyetli poliöl keşfedilmesi ile poliüretan malzemeler, otomotiv endüstrisinde büyük kullanım seviyelerine ulaşmıştır [14].

Günümüzde sünger üretimi için en yaygın olarak kullanılan malzeme poliüretandır. Bilim adamlarınca, günümüze kadar sürekli geliştirilen poliüretan formülasyonları ile artık poliüretan günlük yaşantımızın her aşamasında bir ürün olarak yer almaktadır [3].

Poliüretanlar şu anda toplam pazarın ağırlıkça %90'ını oluşturmaktadır. Sünger kullanımını dünyada her yıl yaklaşık % 5-6 oranında artmaktadır. Bu oran Türkiye'de % 7-8 seviyesindedir [4].

Enerji maliyetinin artış gösterdiği her geçen gün, poliüretan gibi mükemmel bir yalıtım malzemesinin değerini yükseltmekte ve kullanım alanlarını çoğaltmaktadır [4].

Tarihçe ise;

1937 yılında poliüretan formülü ilk kez Prof. Otto Bayer tarafından geliştirildi [5]. 1940 yılında sert sünger, ilk kez havacılık alanında kullanılmaya başlandı [5]. 1941 elyaf, metal, cam ve sünger ürünleri birleştirici malzeme olarak günümüzde kullanılan malzeme oldu [5]. 1948 yıllarında ise meşe fiçılarında yalıtım için kullanıldı [5]. 1953 sünger sanayide kullanılmaya başlanmasıyla hızlı tüketim oluştu [5]. 1960 yalıtım sektöründe panel sandviç üretiminde poliüretan olarak geliştirildi [5]. 1966 çanta, ayakkabı sektöründe poliüretan kullanmaya başladı [5]. 1969 otomotiv ve yedek malzemelerde poliüretan tercih edilen malzeme oldu [5]. 1979 inşaat sektöründe yalıtım amaçlı büyük çapta poliüretan köpük geliştirildi [5].



1. BÖLÜM

POLİÜRETAN SENTEZİ

1.1. İzosiyanat ve poliöl tepkimesi

Basit poliüretanların sentezi, bir izosiyanatın reaksiyonunu içerir. Poliüretan süngerler ya da poliüretan içerikli geliştirilen malzemelerin üretimi, poliöl ve poliizosiyanat karışımı ile kimyasal reaksiyona hız katan katalizler reaksiyona katılmaları sonucu kabarmalar (blowing) oluşur ve sentez tamamlanır [16].

Sünger üretimin çoğu şu kimyasallardan oluşur: %50 poliöl, %40 poliizosiyanatlar ve %10 su ve diğer kimyasallar. Poliizosiyanatlar ve polioller su ile birleştirildiğinde, poliüretan oluşturan ekzotermik (ısı üreten) bir reaksiyon üreten sıvı polimerlerdir [17].

En yaygın olarak kullanılan iki poliizosiyanat, difeniletan diizosiyanat (MDI) ve toluen diizosiyanattır (TDI) [18]. Her ikisi de kolayca bulunabilen petrokimyasallardan elde edilir ve köklü kimyasal işlemlerle üretilir [20]. MDI, TDI'dan kimyasal olarak daha karmaşık olmasına rağmen, bu karmaşıklık, bileşiminin her bir özel uygulama için uyarlanması olarak tanır [21]. MDI genellikle sert dansite süngerlerde kullanılırken, TDI tipik olarak esnek sünger uygulamaları için kullanılır. MDI ve TDI karışımları da farklı dansitede sünger elde edilir [6].

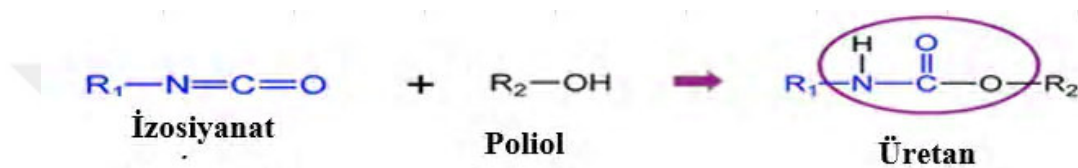
Poliester veya polieter içerikli poliollerle, karışımın içerisine uygun miktarlarda eklenen renklendirici, kabartıcı ajan, katalist, silikon ve diğer kimyasalların oluşturduğu bir üründür. Bu karışımlar bünyelerinde serbest hidroksil (OH) taşırlar [19]. Polioller, en az iki aktif hidrojen atomu içeren polyesterler, polieterler veya hidrokarbon malzemelerine dayalı aktif hidrojen monomerleridir [20]. Kullanılan poliöl tipi, üretilen süngerin esnek mi yoksa sert mi olduğunu belirleyecektir [22]. Poliollerin çoğu, birlikte eklendiğinde izosiyanatlarla hemen reaksiyona girdiğinden, polimerizasyon ve şekillendirme işlemlerini tek bir adımda birleştirmek kolaydır [23].

Poliol tayin edilirken, poliöl molekölü başına reaktif olan hidroksil grubları sayısı önem arz etmektedir. Poliöl'ün bileşimindeki bu değişiklikler, poliüretan üretiminde polimerin mekanik yapısını direkt etkilemektedir [7].

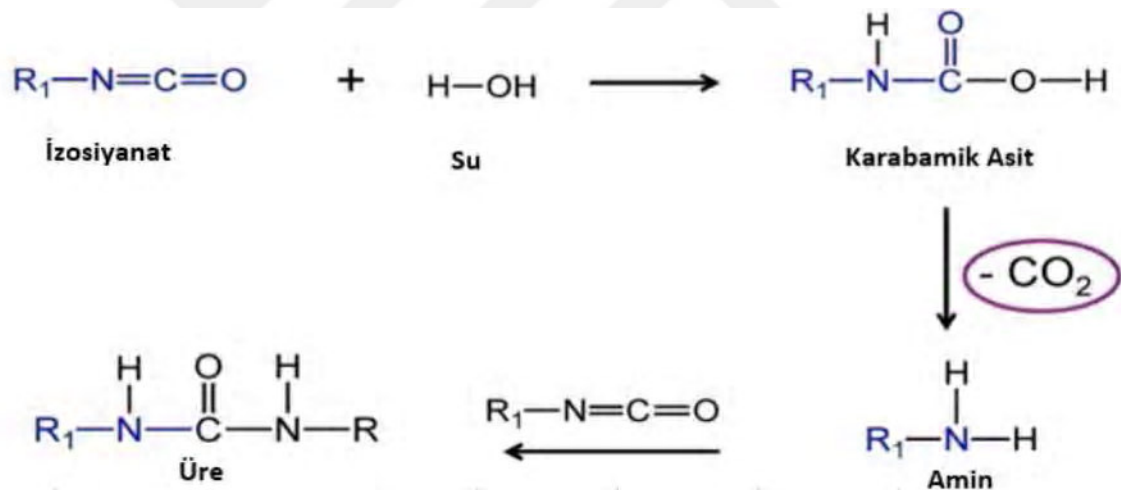
Polimerizasyon

Poliollerle kuvvetli çapraz bağlar oluşturarak süper moleküllerin oluşmasını sağlar. TDI ve su reaksiyona girerek karbon dioksit gazı çıkarır ve bu da köpürmeyi sağlar [8].

Jelleşme Reaksiyonu (Gelling Reaction) [31]. :



Kabarma Reaksiyonu (Blowing Reaction) [32- 34]. :



Şekil 1. İzosiyanat ve poliöl tepkimesi [31].

Çoğu endüstriyel polimerizasyon alanı, birkaç saniye ile yaklaşık beş dakika arasında farklılık gösterir. Daha sonra yavaş reaksiyon verilebilirler. Bu durumda karıştırma yapmak uygun olur. Poliüretan üretimleri planlama sistemleri oluşturma, ürün veya açık planlama iş programlarıyla geniş bir donanıma sahip olurlar [8].

2. BÖLÜM

SÜNGERİN OLUŞUM AŞAMALARI

Sünger üretim aşamaları Poliöl ve İzosiyanat karışımının belirli oranda birleştirmesinden, süngerin oluşumuna kadar süreç üç aşamadan oluşur [9].

I. - Kremleşme Süresi (Cream Time)

II. -Jelleşme süresi (Gel Time)

III. -Dokunma Süresi (Take Free Time)

I.Kremleşme Süresi (Cream Time) : Poliizosiyanat karışımında, reaksiyonun başladığı zamana kadar geçen süredir. Dansite, özelliğe bağlı ve amaca göre genel olarak 5-25 saniye aralığında değişmektedir. Bu zamanda döküm süresi ve oluşumun bileşenlerin (componentlerin) haznede genişleme zamanına bağlı olarak değişir [9].

II. Jelleşme süresi (Gel Time) : Poliöl ve izosiyanat reaksiyonu başladığında sünger yükselmeye ve kaba yayılmaya başlar. Bir süre sonra kabarma süreci tamalanır. Kabarmanın tamamlanması için geçen zaman jelleşme süresi olarak ifade edilir. Buna süngerin yükselmesi ya da iplikleşme zamanı denir [9].

Poliüretan süngerin özelliğine ve kullanım alanına göre bu zaman yirmi saniye ile yüz saniye aralığında değişebilir. Poliöl reaksiyon sırasında katalizlerin oranı bu zamanı tayin eder. Ajanlar yardımıyla bu süre istenilen zamana ayarlanabilir.

III. Dokunma Süresi (Take free time): Süngerin yükselmesi durduğu anda süngere dokunulursa ele yapışır. Bir süre sonra dokunulduğunda sünger ele veya dokunulan cisme yapışmaz. Kabarmanın tamamlanmasından sonra yapışmadığı zamana kadar geçen zamana dokunma süresi denir [9].

Sıvı kimyasallar, denizyolu ya da demiryolu aracılığı sayesinde tankerlerle teslim edilir Büyük depolama tanklarına pompalanır. Oradan, kimyasallar daha küçük ısıtılmış

karıştırma tanklarına pompalanır ve birbirleriyle reaksiyona girmeleri durumunda ayrı tutulur.

Polieter sünger kalıplama ve sürekli üretim (slabstock) yöntemleriyle üretilir. Sürekli üretimi için tipik olarak ikiden fazla monomer akışı kullanılır. Günümüzde sünger üretimi ve çeşitliliğinin artması ile beraber, değişik özellikli süngerler, elastikiyetli yapıları hava akışını gerçekleştiren açık hücreleri ve hafif olmaları nedeniyle, mobilya, otomotiv, laminasyon, tekstil, iç giyim, ayakkabı vb. sektörlerde kullanılırlar [10].

Sünger cesitleri[11]. :

I. - Konvansiyonel Süngerler[24].

(Elastik, Sert, Soft, Kuştüyü, Hypersoft)

II. - HR Süngerler [25].

(High Resillence / Yüksek Elastikiyetli)

III. -Visko Süngerler [26].

(Memory Foam / Akıllı Sünger)

IV. - CMHR Süngerler [27].

(Yanmaya Karşı Modifiye Edilmiş Yüksek Elastikiyetli / Combustion Modified High Resilence)

V. - FR Süngerler [28].

(Alev Geciktiricili Sünger/ Flaret Foam)

Süngerle ilgili iki önemli ölçüm ağırlık ve sertliktir. Sertliğin kaliteye bir etkisi yoktur.

Kalite direkt olarak ağırlık ile ilgilidir. Ağır sünger daha kalitelidir [29].

Ağır sünger yumuşak bir his verebildiği gibi daha hafif sünger de sert bir dokunuş hissi verebilir. Tüm süngerler bellir bir süre kullnıldıktan sonra sertliklerini kaybeder. Kaliteli süngerler ise sahip oldukları sertlik özelliklerini daha uzun zamanda kaybederler [29].

Visko Sünger (Akıllı Sünger / Memory Foam); Visko elastik ' Akıllı Sünger, 1960'lı yıllarda Amerikan Uzay Araştırma Dairesi (NASA) tarafından personelin seyahatleri için vücuda binen ağırlığı ve basıncı indirgemek amacı ile geliştirilmiş olup

zamanla kullanılabilmesi için sanayi alanında sunulmuştur. Akıllı sünger, belirli boyutta uzama ve eski halini alma özelliğinde olan açık hücreli süngerlerdir [12].

Visko malzemeden üretilen visko ürünler, basınç, soğuk, ısıya ve yüke karşı duyarlı, omurga ve vücut şeklini alarak kullanıcıya uyum sağlama özelliği ile kapsamlı konfor alanı sağlamaktadır. Konfor özellikleri ise;

- Vücuda tam uyum sağlar,
- Kan dolaşımını kolaylaştırır,
- Omurga, boyun, bel ve sırt problemlerin önleminde etkindir,
- Uyku esnasında kişinin dönme hareketlerini azaltarak uyku konforunu artırır,
- Dinç ve dinlenmiş olarak kalkmayı sağlar.

Visko sünger, belirli boyutta uzama ve eski şeklini alma özelliğinde sahip süngerdir [13].

Yoğunluk, visko süngerin özgül ağırlığıdır. Yoğunluğu fazla olan malzeme ise tok malzemedir, yani malzemedeki hücre sayısının fazla olmasıdır.

Visko sünger ısıya duyarlı olduğu için üretim esnasında ve üretim sonrasında depolama yeri oda sıcaklığında olması gerekir.

Soğuk hava şartlarında visko sünger sertleşir, sıcak ortamda ise daha yumuşaktır.

Visko sünger istenilen yoğunlukta ve sertlikte üretilebilir [13].

Milyonlarca küçük açık hücrelerine sahip visko esnek sünger, hücrelerinin hareket kabiliyeti sayesinde soğuk, ısı ve yüke duyarlı olarak bedenin şeklini alır ve vücuda destek sağlar [30].

FR Süngerler (Alev Geciktiricili Sünger/ Flaret Foam):

Bu özellikte süngerler, aleve dayanıklı kimyasallar ile tutuşmaya ve yanmaya dayanıklı olarak üretilirler. Sünger, yanma kaynağı uzaklaşınca kendiliğinden söner. İhracata yönelik özellikle bu süngerlere ciddi talep olmaktadır. [28].

HR Süngerler (Yüksek Elastikiyetli / High Resilience):

HR Süngerleri (High Resilience) yüksek elastik yapıya sahiptir. Dayanımı mevcut süngerlere göre yüksektir. Elastik katsayıları yüksektir. Basma-çekme kuvvetleri

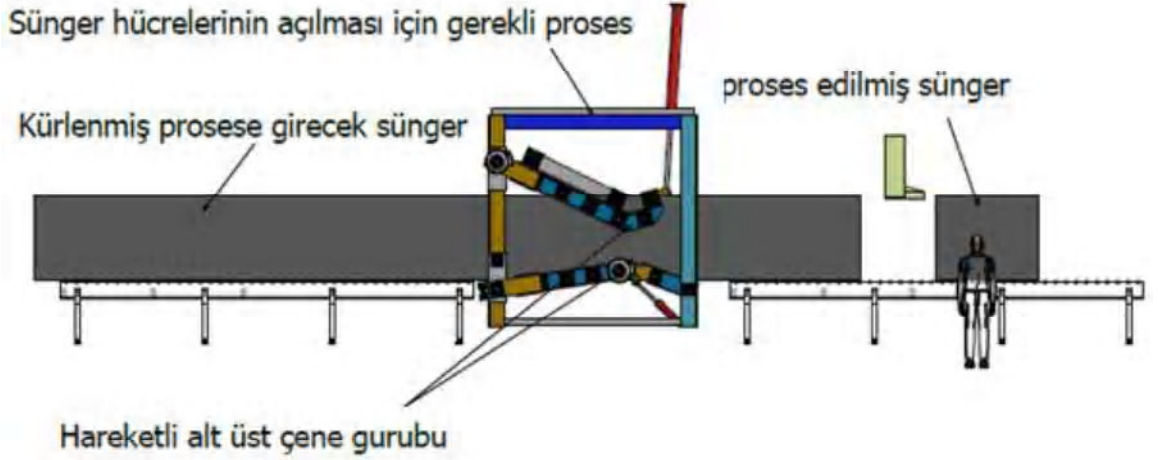
birbirine yakındır. Bu nedenlerden dolayı oturma guruplarında ve yataklarda konfor sağlarlar. Yataklarda da bu çeşit süngerler vücuda ve omurgaya uyum sağladığı için tercih sebebidir. Ayrıca alev-geç tutuşma bilinen özellikleridir. Yanma kaynağı sürekli tutulursa alev alırlar, ancak alev kaynağı uzaklaşırsa alev yürümez Sünger hücrelerinin yapısı bu grup süngerlerde ciddi önem taşımaktadır [25].



3. BÖLÜM

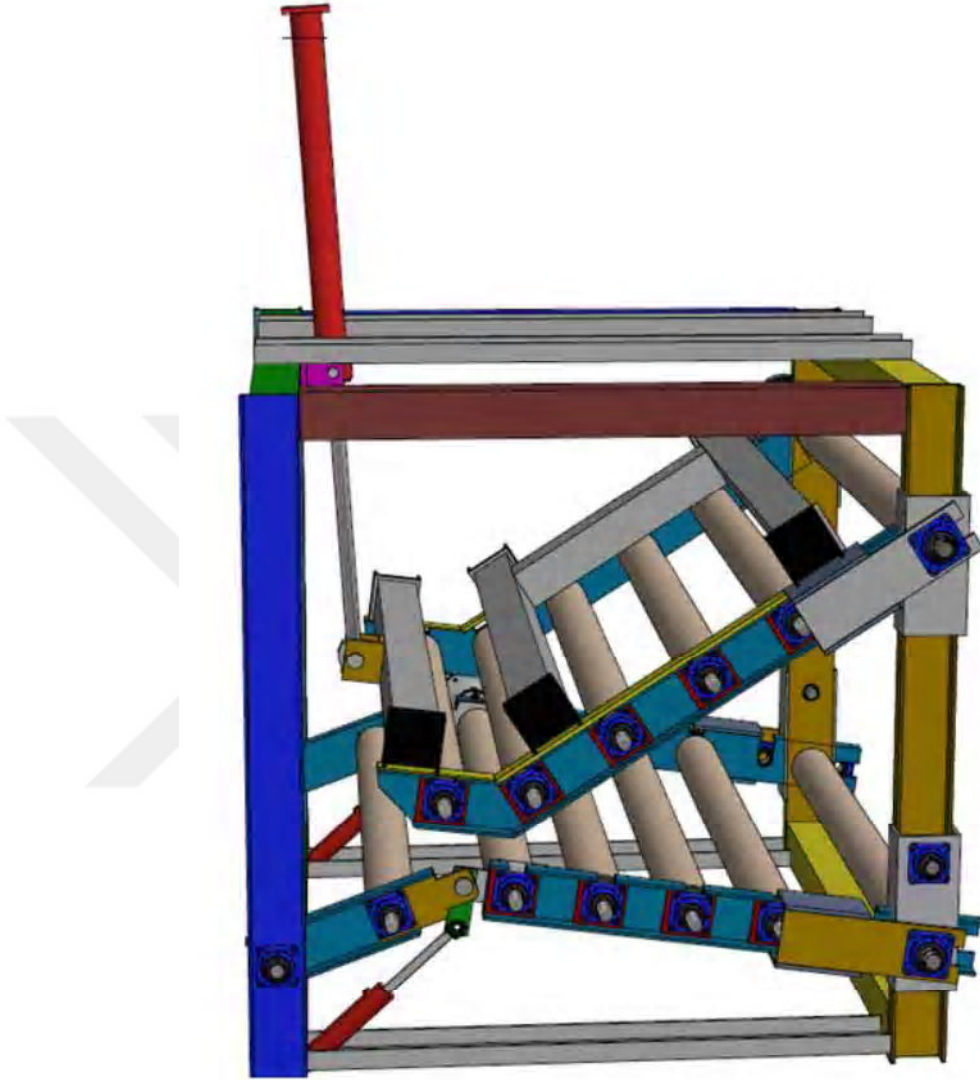
YÖNTEM VE MATERYAL

Bu tez çalışmasında kürlenmiş sünger bloğu (1200-1400 mm yükseklik, 1900- 2100 mm en, boyu 15000-30000 mm boy) içerisinde nano boyutta sünger hücreleri, tez kapsamında kullanılmış olan, alt ve üst hidrolik ezme prosesi ile sağlanmıştır. Bu yöntem için makine kapasitesi 1500 mm yüksekliğinde, boyu 2500 mm ebadında Kilim mobilya bünyesinde geliştirilen makine (KLM. ARGE.19.02) ile farklı dansitede ve ebattaki sünger bloklarından, nanoboyutta sünger hücresi elde etmiştir.



Şekil 2. Sünger hücresini kırmak için tasarlanmış proses (KLM. ARGE.19.02)

Kürlenmiş sünger, nanoboyutta sünger hücreleri elde etmek için bu prosesten geçmektedir.

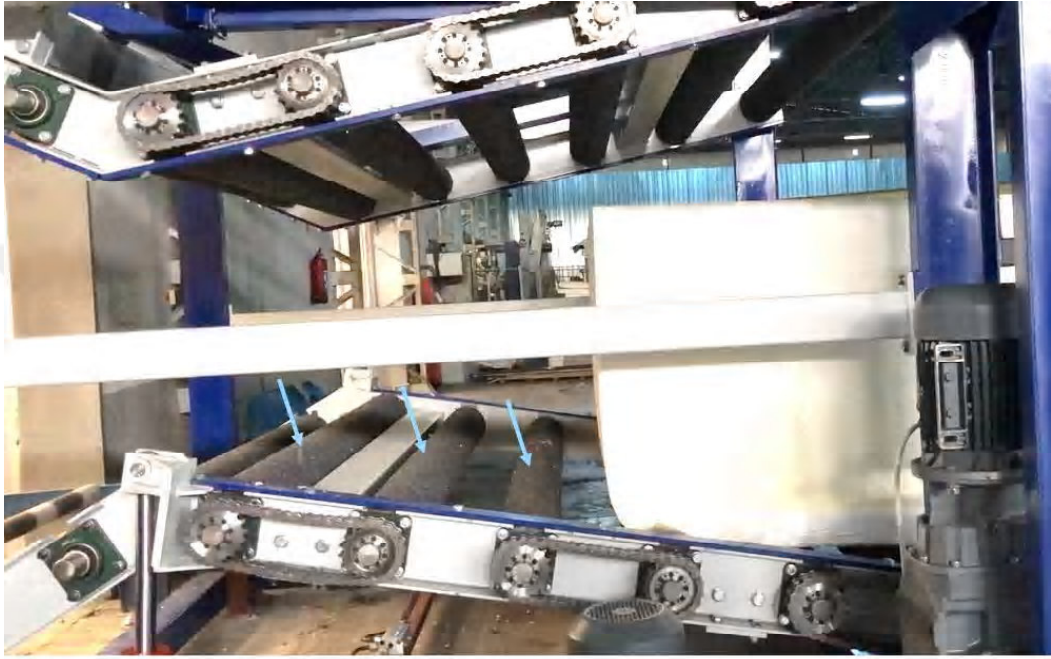


Şekil 3. Sünger Ezme makinası (KLM. ARGE.19.02)

Bu çalışmada sünger ezilmesi; Hareketli üst çene ve hareketli alt çenenin hidrolik pistonlar yardımı ile aşağı ve yukarı hareketi ile sağlanmıştır.

Proseste süngerin ilerlemesi; Hareketli çeneler içerisinde yer alan silindirler sayesinde sağlanmıştır. Silindirler birbirlerine zincir dişli bağlantısı ile bağlanmıştır (Şekil 3.)

Hareketli çeneler içerisinde yer alan tambur silindirler, sünger hattan ilerlerken ezme işlemi sırasında, sünger kaymasını önlemek amacı ile silindir yüzeyleri 1500 derecede ısıtılarak, yüzeyleri zımpara taşı ile kaplanmıştır (Şekil 4.)



Şekil 4. Silindir yüzeylerinin kaplanmış görünümü (KLM. ARGE.19.02)

Bu çalışmada kaplama sayesinde ezme işlemi sırasında yaşanan kayma kayıpları giderilmiştir. Bu sistemde üretilen süngerlere, 20 tonluk bir kuvvet ile "v" şeklinde bir ezilme yapılmıştır. Sünger hücrelerinin nanoboyutta açılması için en önemli faktörün hareketli çenelerin aşağı ve yukarı hareketinden ortaya çıkan ezilme yüksekliği ve prosese giren süngerin dansitesi olarak gözlemlenmiştir.

3.1-Test ve Yöntemler

Bu tez çalışmasında, Kilim fabrika bünyesinde üretilen blok süngerlerden farklı dansitelerden örnekler (14-16-18-20-22-26-28) alınarak çalışma yapılmıştır. Çalışma sürecinde, ezme yüksekliğimiz 25 cm ve 15 cm alınarak denemeler yapılmıştır (Şekil 5.)



Şekil 5. Ezme makinasının görünümü (KLM. ARGE.19.02)

Tez kapsamında yapılan deneysel çalışmalar sonucunda Kayseri Sünger fabrikasında proses edilen bloktan 20x20 cm ebatlarında parçalar alınarak analiz için ayrılmıştır. Aynı bloktan proses edilmemiş sünger hücreleri ile proses edilmeyen numuneler karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir.

Çalışmalarda 20x20 cm ebadında 15 cm yüksekliğinde süngerler kesilmiştir. Bu süngerlere sırası ile numaralandırılmıştır.

Prosesten (Şekil 5.) geçen süngerler Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma Merkezi (TAUM) merkez laboratuvarına gönderilmiştir.

3.1.1. FESEM Analizi

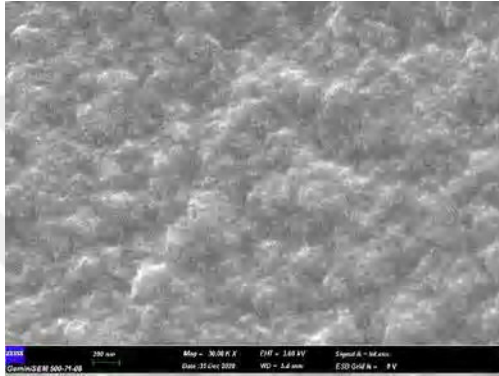
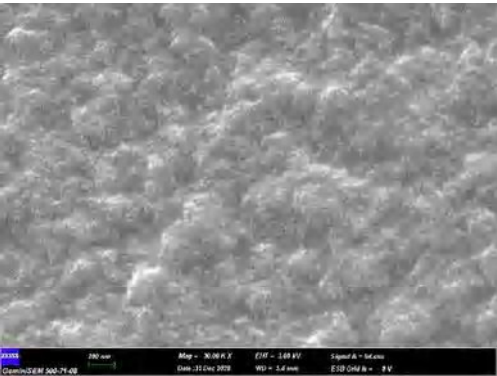
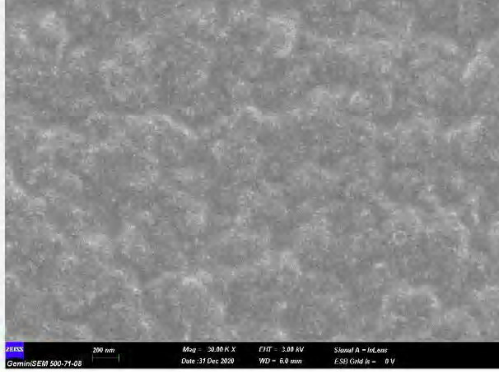
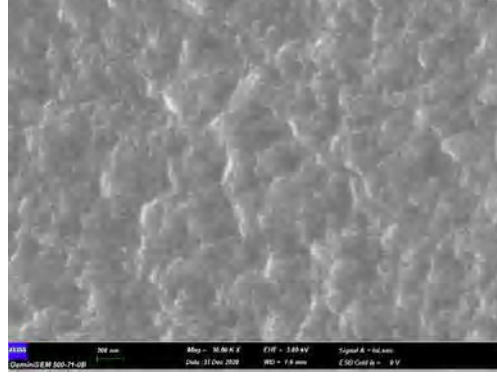
Taramalı Elektron Mikroskopisi'nde, elektron kaynağından koparılan elektronlar vakum altında bulunan bir kolonda toplayıcı mercekler yardımıyla numune üzerine düşürülmekte, numune yüzeyinde bulunan atomlarla elektron demetinin etkileşmesi sonucunda ortaya çıkan parçacıklar ve x-ışınları detekte edilerek, incelenmekte olan örneğin topoğrafyası ve kimyasal kompozisyonu hakkında bilgi edinilmektedir [35].

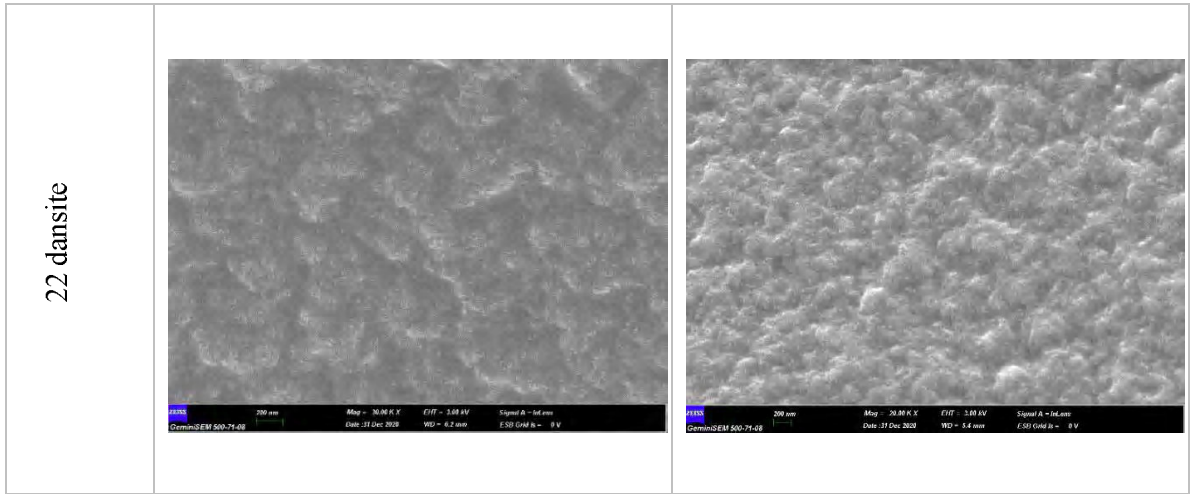
Yüzey atomlarından saçılan ikincil elektronlar örnek yüzeyi hakkında bilgi verirken, geri saçılan elektronlar farklı kimyasal kompozisyonlara sahip bölgeler arasındaki kontrast farkı vasıtasıyla örnek yüzeyindeki elementer farklılıkları tespit etmede kullanılırlar [35].

Kayseri sünger fabrikasından alınan örnekler, önce üç gün kürlenme alanında dinlendirilmiştir. Sünger oluşumu tamamlandıktan sonra devam eden ekzotermik reaksiyonlar tamamlanmıştır. Kayseri sünger fabrikasından alınan sünger kesitlerinde Fe-Sem analizine göre 200 nm çapında nano noktalar (nanodot) elde edilmiştir (Tablo 1.)

Analizde elde edilen görüntüler **Hitachi Regulus 8230 FE-SEM** cihazı kullanılarak Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma Merkezi (TAUM) merkez laboratuvarından alınmıştır.

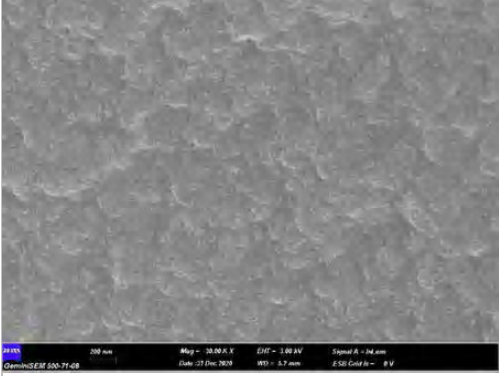
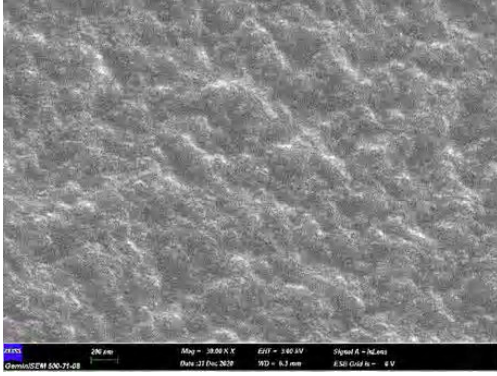
Tablo 1. 25 cm yüksekliğinde işlemleri uygulanmış ve uygulanmamış sünger Fe-Sem sonuçları

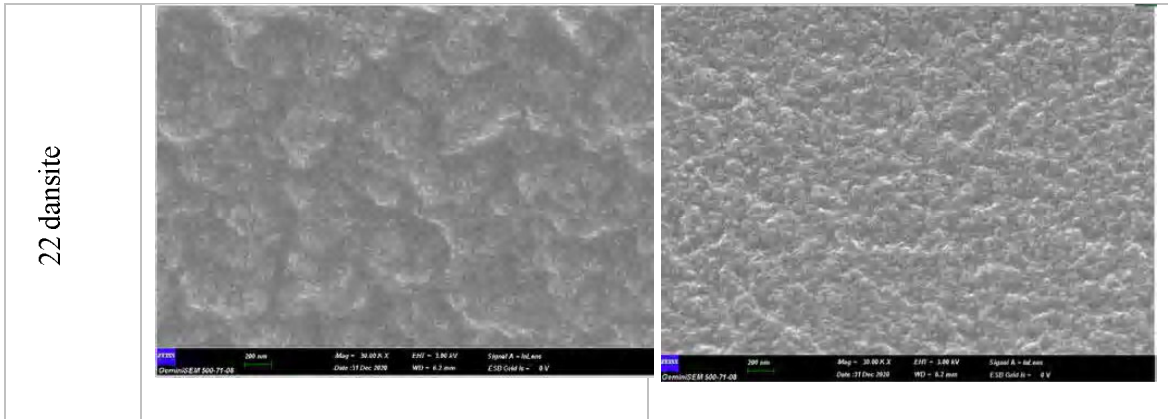
Numune	İşlem görmemiş (proses edilmemiş)	İşlem görmüş (proses edilmiş)
14 dansite	 <p>SEM image showing the untreated surface of a 14 density sponge. The surface is relatively smooth with some small, irregular features. Technical data at the bottom: 200 mm, Magn: 30.00 K X, EHT: 2.00 kV, Signal A: InLens, Date: 31 Dec 2008, WD: 1.4 mm, ESD Gold 6 - 8 V.</p>	 <p>SEM image showing the treated surface of a 14 density sponge. The surface is significantly more porous and textured compared to the untreated sample. Technical data at the bottom: 200 mm, Magn: 30.00 K X, EHT: 2.00 kV, Signal A: InLens, Date: 31 Dec 2008, WD: 1.4 mm, ESD Gold 6 - 8 V.</p>
18 dansite	 <p>SEM image showing the untreated surface of an 18 density sponge. The surface is relatively smooth with some small, irregular features. Technical data at the bottom: 200 mm, Magn: 30.00 K X, EHT: 2.00 kV, Signal A: InLens, Date: 31 Dec 2008, WD: 1.4 mm, ESD Gold 6 - 8 V.</p>	 <p>SEM image showing the treated surface of an 18 density sponge. The surface is significantly more porous and textured compared to the untreated sample. Technical data at the bottom: 200 mm, Magn: 30.00 K X, EHT: 2.00 kV, Signal A: InLens, Date: 31 Dec 2008, WD: 1.4 mm, ESD Gold 6 - 8 V.</p>



Tez kapsamında kullanılan proseste, makine maksimum ezme kapasitesinde ezme yüksekliği 15 cm (maksimum) alınarak 14 dansite ve 22 dansite sert bir süngerde yapılan numuneler tekrar Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma Merkez(TAUM) Laboratuvarına gönderilmiş ve Tablo 2’ deki görüntüler elde edilmiştir.

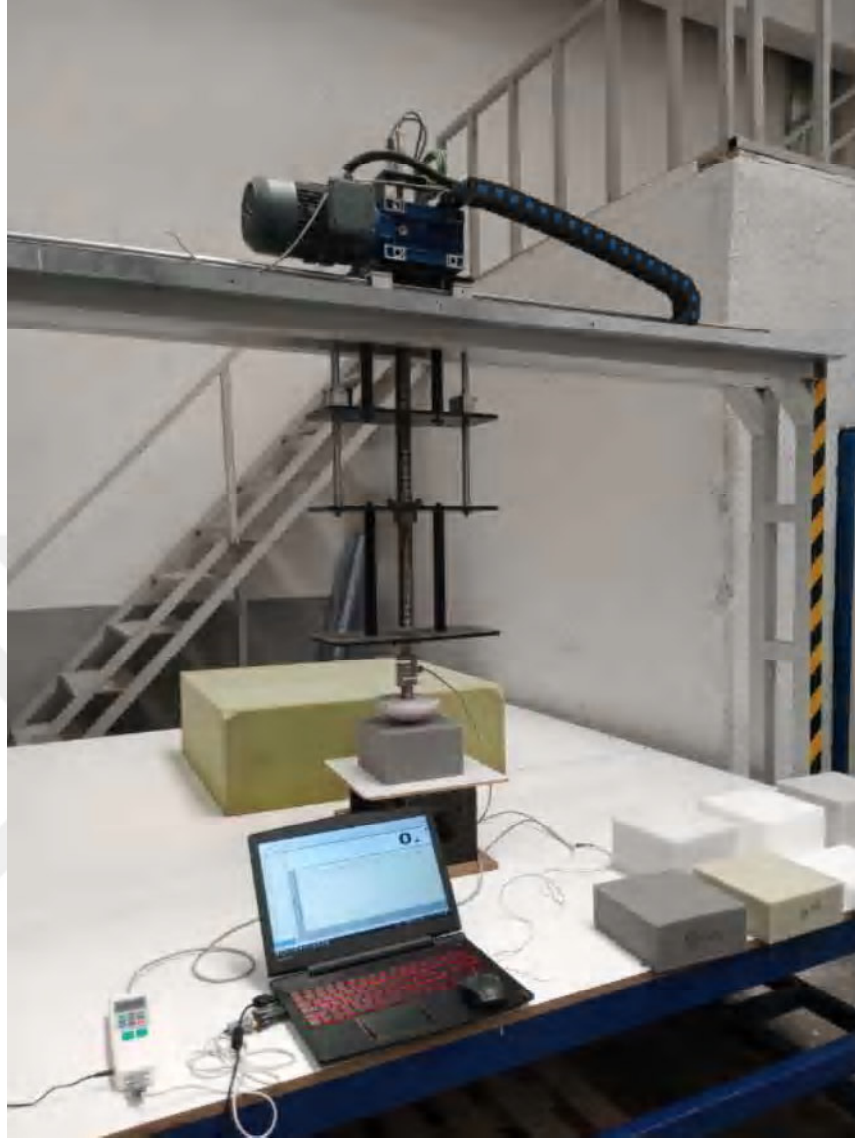
Tablo 2. 15 cm yüksekliğinde ezme işlemi uygulanmış ve uygulanmamış sünger Fe-Sem sonuçları

Numune	İşlem görmemiş (proses edilmemiş)	İşlem görmüş (proses edilmiş)
14 dansite		

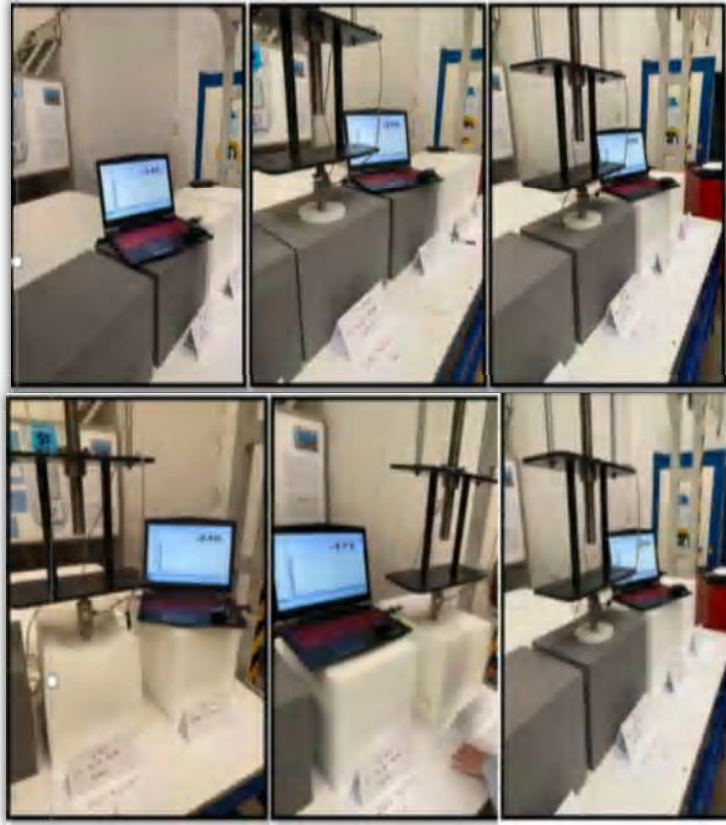


3.1.2 Sertlik-Sıkılık Testi

Kullanılan proste işlemleri gören sünger hücrelerinin analizi için bir adet yük hücresi (load cell) kullanılarak ölçümler yapılmıştır. Şekil 6' da verilen düzenek ile farklı dansite ve proseslere göre süngerlerin sertlik ölçümü Kilim mobilya bünyesinde geliştirilen makine (KLM. ARGE.19.01) ile gerçekleştirilmiştir.



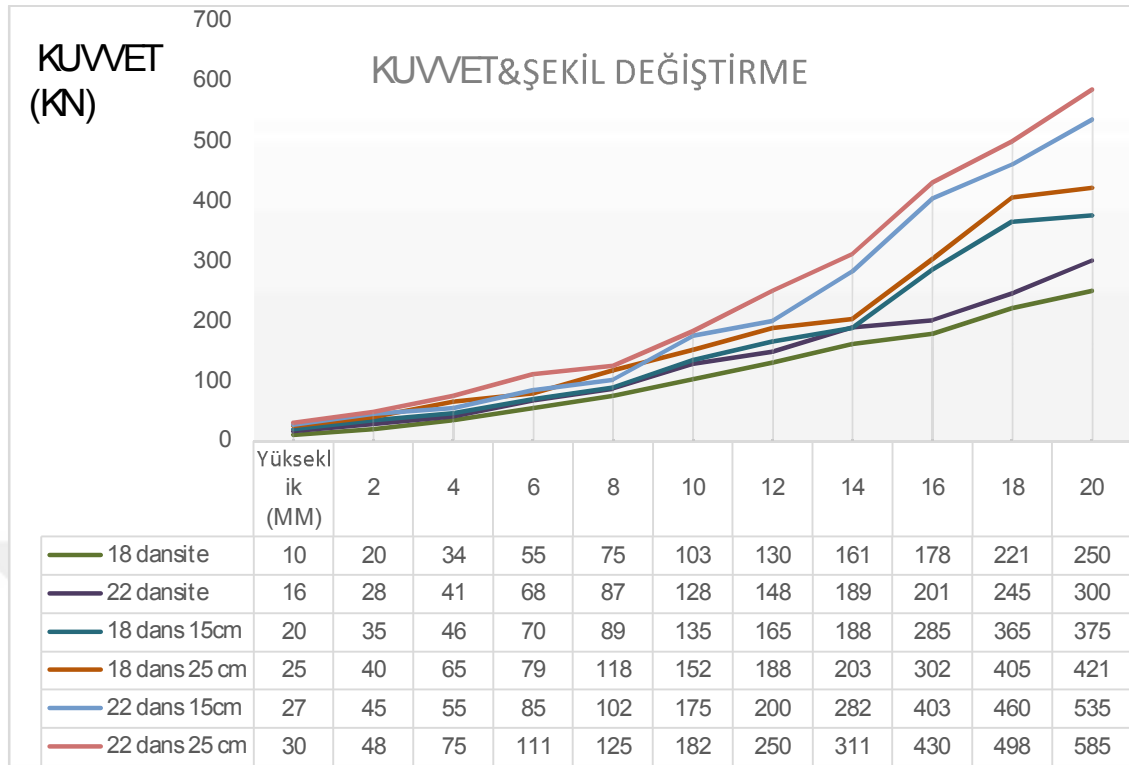
Şekil 6. (KLM. ARGE.19.01) makinasında (TS EN 1957 standardına göre alınan ölçümler)



Şekil 7. Altı adet farklı numunenin ezilme durumları (KLM. ARGE.19.01)

Ölçümler TS EN 1957 standardına göre yapılmıştır. Farklı özelliklerdeki süngerlerin sertlik ölçümlerinin gerçekleştirildiği örnek ölçümden görünüm Şekil 7’ de görüldüğü gibidir.

Test 30x30x30 cm boyutlarında 6 adet numune ile yapılmıştır. 0 mm den başlayarak 20 mm ye kadar gerçekleştirilmiştir. Ezme yüksekliği 2 şer mm olacak şekilde, yükleme yapılarak ölçümler yapılmış ve elde edilen kuvvet şekil değiştirme sonuçları Şekil 8’ de verilmiştir.



Şekil 8. Kuvvet-şekil değişirme grafiği

Yapılan analiz sonucunda nano boyutta hücre elde edilmeyen, prosese girmeyen süngerleri ezme için daha az kuvvete ihtiyaç duyulmuştur. Sem analiz sonucunda Tablo 1 ve Tablo 2’de 200 nm de hücreler elde edilen süngerleri ezme için daha fazla kuvvete ihtiyaç duyulduğu gözlemlenmiştir.

22 Dansite de 25 cm ezme işlemi yapılan sünger 20 mm ezme için 585 KN kuvvete ihtiyaç duyulurken 22 Dansite proses edilmemiş sünger için 300 KN kuvvete ihtiyaç duyulmuştur. Böylece nano boyutta hücreler elde edilen süngerlerin mekanik dayanımlarının da yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

3.1.3. Hava Geçirgenlik Testi

Polimer malzemelerin hava geçirgenlik testi TSE EN ISO 7231 standartına göre yapılmıştır. Test yöntemi olarak sabit bir akış metre (flow-metre) kullanılmıştır. Bu çalışma saniye de 10 dm³ sabit hava üflenerek yapılmıştır. Kayseri Sünger fabrikasından 40x40x5 cm kalınlığında proses edilmiş sünger ve proses edilmemiş numuneler kullanılmıştır. Kullanılan 16 dansite, 18 dansite, 20 dansite, 26 dansite ve 28 dansite süngerler numunelerin görünümü Şekil 9’da görülmektedir.



Şekil 9. Farklı dansitelerde sünger numuneleri

Numune olarak alınan bazı süngerler için test ölçüm görünümü Şekil 10'da verilmiştir.

(a)



(b)



(c)

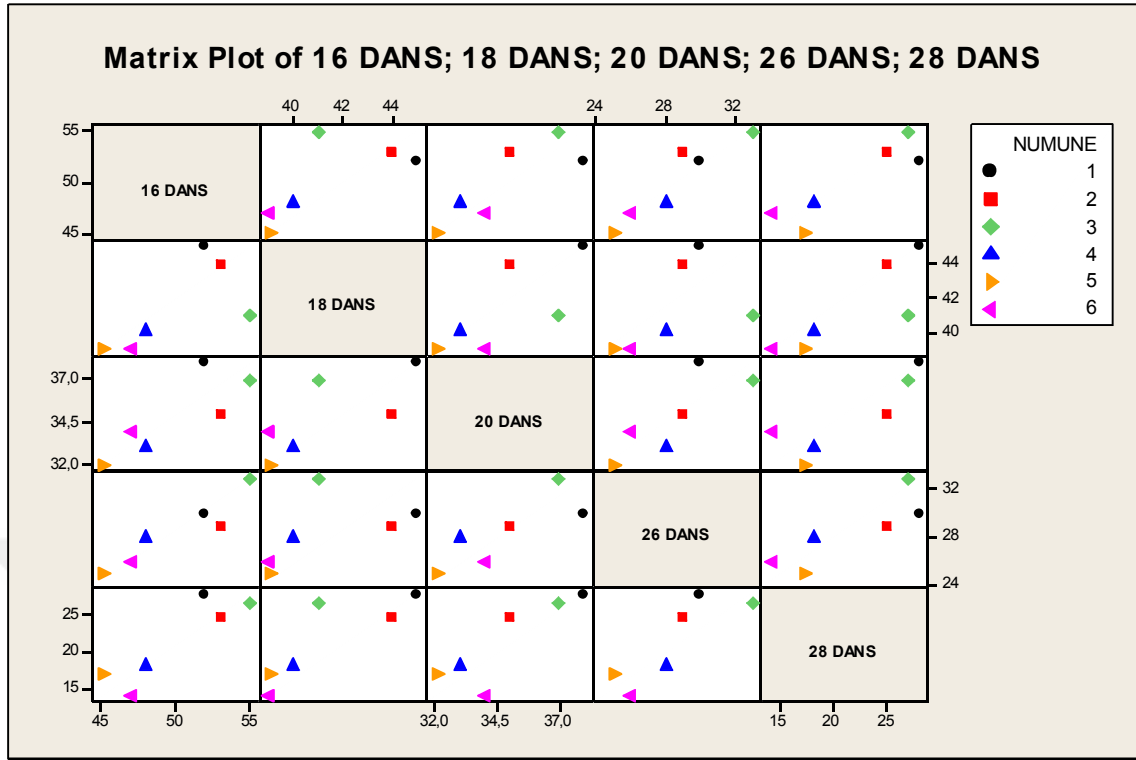


Şekil 10. Sünger hava geçirgenlik ölçümü a) 26 dansite b) 16 dansite c) 18 dansite

Toplam 30 adet numune test edilmiştir. 15 adedi proses edilmemiş diğer 15 adedi ise 5 farklı dansiteden 3'er adet örnek alınarak yapılmıştır. Elde edilen hava geçirgenlik değerleri Tablo 3'de verilmiştir. Test ölçüm sonuçları için kullanılan makine Calibration of the Portable Foam Porosity Meter (CellFlo) kodu TGC-CELLFLO (Şekil 10.)

Tablo 3. Dansiteye göre hava geçirgenlik oranı

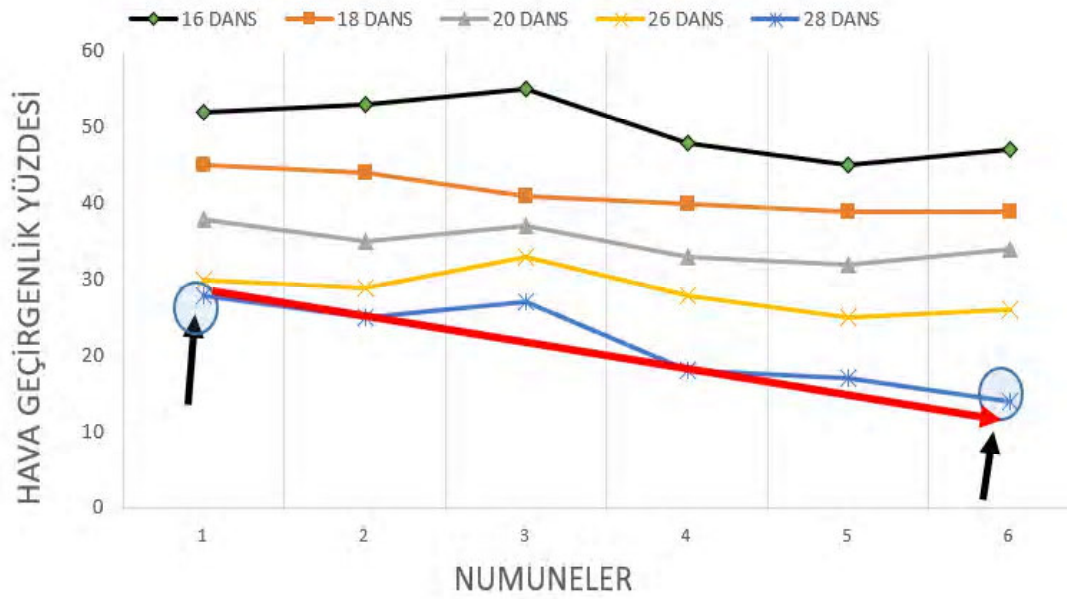
NUMUNE	DURUMU	Hava geçirgenlik oranı dm^3/sn .				
		16 DANS	18 DANS	20 DANS	26 DANS	28 DANS
1	Ezilmemiş	52	45	38	30	28
2	Ezilmemiş	53	44	35	29	25
3	Ezilmemiş	55	41	37	33	27
4	Ezilmiş	48	40	33	28	18
5	Ezilmiş	45	39	32	25	17
6	Ezilmiş	47	39	34	26	14



İlk 15 numune proses edilmemiş sünger olup, çalışmada alınan örneklerde hava geçirgenliği oranı yüksek olarak ölçülmüştür. (Tablo 3.)

Diğer 4-5-6 numunelerde ise hava geçirgenlik oranı teste giren diğer numunelere kıyasla azaldığı ölçülmüştür.(Tablo 3.) Yapılan test sonuçlarına göre nano boyutta yeni hücreler elde edilen süngerlerin hava geçirgenlik oranı azalmıştır. Özellikle 28 dansite süngerde hava geçirgenliği oranı % 14 oranına kadar düşürülmüştür.

Minitabda hazırlanan matriks tablosundan Şekil 11’de görüldüğü gibi proses edilmemiş örnekler birbirinden uzakta iken nanoboyutta elde edilen numuneler birbirlerine yaklaşmış ve kaliteli bir sünger elde edilmiştir.



Şekil 12. Numunelerin Hava geçirgenlik yüzdesi

28 dansite süngerlerde elde edilen nanoboyutta sünger hücrelerinde hava geçirgenlik oranları % 50 iyileşmiştir (Şekil 12.)

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1.Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Sem analizinde ilk 3 numunede (14, 18 ve 22 dansite süngerlerde) 25 cm ezme işlemi yapılmıştır. 22 dansite süngerlerde 200 nm boyutunda hücreler elde edilmiştir. Makinanın ezme yüksekliği maksimum 15 cm alınarak, yapılan ezme işleminde sert süngerde (22 dansite) gözle görülür iyileşme elde edilmiştir. Bu durumda sert süngerlerde hücre yapılarının birbirine daha yakın olduğu gözlemlenmiş ve ezme yüksekliğinin, nanoboyutta hücre elde etmek için önemli bir parametre olduğu gözlemlenmiştir.

TS EN 1957 standartına göre yapılan 6 farklı dansite süngerden 200 nanometre boyutunda elde edilen 22 dansite süngeri 20 mm ezme için gerekli kuvvet 585 KN olarak ölçülmüştür.

Nanoboyutta hücre elde edilmeyen ve proses edilmemiş 22 dansite süngerin 20 mm ezme için 300 KN yeterli olmuştur. Nanoboyutta hücreler elde edilen 22 dansite sünger kalitesi kullanım alanlarında daha iyi performans gösterdiği görülmüş ve ürün elastik şekil değiştirme de % 51,28 iyileştirilmiştir. Nanoboyutta hücreler elde edilen süngerler mevcut süngerlere göre daha iyi performans sağlamıştır.

TSE EN ISO 7231 Hava geçirgenlik testinde ise 16, 18, 20, 26 ve 28 dansitede 6 adet toplam 30 adet sünger test edilmiştir. 28 dansitede nanoboyutta hücreler elde edilen süngerin hava geçirgenlik sonucu $14 \text{ dm}^3/\text{sn}$ iken, nanoboyutta hücre elde edilmeyen süngerin hava geçirgenlik sonucu ise $27 \text{ dm}^3/\text{sn}$ olarak ölçülmüştür. Nanoboyutta hücreler elde edilen süngerlerde hücre sayısı arttığı için hava geçirgenlik oranı azalmıştır.

Bu çalışmada ısı yalıtımı, filtrasyon işlemleri ve ses yalıtımı için nanoboyutta hücreler elde edilen süngerlerin kullanımı daha elverişli olacağı gözlemlenmiştir.

Tez kapsamında Kayseri sünger fabrikasından alınan sünger örnekleri üç farklı test ile kıyaslanmıştır. Yapılan test sonuçlarına göre içerisinde nanoboyutta hücreler elde edilen süngerler diğer örneklere göre başarılı sonuçlar vermiştir.



KAYNAKÇA

1. Modern Plastics Encyclopedia. New York: McGraw-Hill, 1999
<http://www.madehow.com/Volume-5/Foam-Rubber.html> (Erişim tarihi: Mayıs 2022)
2. Ionescu, M. (2005;1,5,8,15,16). Chemistry and technology of polyols for polyurethanes. iSmithers Rapra Publishing.
3. Zeydan, M. (2020). OPTIMIZATION OF FLEXIBLE POLYURETHANE FOAM HARDNESS BY REDUCING PROCESS VARIANCE. **Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences**, 38(4), 1851-1867.
4. Y.Karel (2010) Bıtkısel yağ bazlı polyol üretimi ve esnek poliüretan sünger üretiminde kullanılması
5. Poliüretan Tarihçesi http://www.izoankara.com/poliuretan_tarihcesi.html (Erişim tarihi: Nisan 2022)
6. Aneja, A. (2002). Structure-property relationships of flexible polyurethane foams (Doctoral dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University).
7. www.poliuretano.it (2008)
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0327-07932011000100011 (Erişim tarihi: Nisan 2022)
8. <https://www.routledgehandbooks.com/doi/10.1201/b12343-4> (Erişim tarihi: Nisan 2022)
9. <https://www.izoexpress.com/poliuretan> (Erişim tarihi: Mayıs 2022)
10. Kraitape N. Thongpin C. Influence of recycled polyurethane polyol on the properties of flexible polyurethane foams, Energy Procedia, (2016;89, 186-197)
11. <https://www.formsunger.com.tr/sungerler> (Erişim tarihi: Mayıs 2022)
12. https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2005/ch_6.html (Erişim tarihi: Nisan 2022)
13. <https://kimpur.com/tr/poliuretan-nedir/> (Erişim tarihi: Mayıs 2022)
14. Chattopadhyay, D. K. & Raju, K. V. S. N. (2007;352-418). Structural engineering of polyurethane coatings for high performance applications. Progress in polymer science. Bayer O. The diisocyanate polyaddition process (polyurethanes). Description of a new principle for building up high-molecular compounds. Angew Chem (1947;A59:257.)

15. Wicks Jr ZW. Blocked isocyanates. *Prog Org Coat* (1975;3:73–99.)
16. Eaves, D. (Ed.). (2004). *Handbook of polymer foams*. iSmithers Rapra Publishing.
17. Nasar, A. S., Subramani, S., & Radhakrishnan, G. (1999). Synthesis and properties of aromatic secondary amine- blocked isocyanates. **Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry**, **37**(12), 1815-1821..
18. J. M. Lee, S. Subramani, Y. S. Lee and J. H. Kim, *Macromol. Res.* (2005, 13, 427–434.)
19. Z. Wicks, *Prog. Org. Coat.* (1981;3,9).
20. Z. Wicks, *Prog. Org. Coat.* (1975;3,73)
21. Tassel, X., Barbry, D., & Tighzert, L. (2000). A new blocking agent of isocyanates. **European Polymer Journal**, **36**(9), 1745-1751.
22. Nasar, A. S., Jaisankar, S. N., Subramani, S., & Radhakrishnan, G. (1997). Synthesis and properties of imidazole-blocked toluene diisocyanates. **Journal of Macromolecular Science, Part A: Pure and Applied Chemistry**, **34**(7), 1237-1247..
23. <http://www.birliksunger.com/sayfa.php?kat=3> (Erişim tarihi: Mayıs 2022)
24. Chandalia, K. B., & Preston, F. J. (1979). A Novel Approach to High Resilience Foam. **Journal of Cellular Plastics**, **15**(2), 114-118.
25. Kossa, A., & Berezvai, S. (2016). Visco-hyperelastic characterization of polymeric foam materials. **Materials Today: Proceedings**, **3**(4), 1003-1008.
26. Horrocks, A. R., Price, D., & Edwards, N. L. C. (1992). The burning behaviour of combustion modified high resilience polyurethane foams. **Journal of fire sciences**, **10**(1), 28-39.
27. Tuzcu, H. (2010). Isı yalıtımı ve otomotiv endüstrilerinde kullanılan yanmaya dirençli poliüretan esaslı malzemelerin tutuşma ve yanma karakteristiklerinin deneysel incelenmesi (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
28. <http://www.birliksunger.com/sayfa.php?kat=5&id=2> (Erişim tarihi: Haziran 2022)
29. <https://www.tmall.com.tr/blog/icerik/visco-yastik-hakkinda-duyunca-sasiracaginiz-bilgiler> (Erişim tarihi: Haziran 2022)

30. Mahmoud, A. A., Nasr, E. A. A., & Maamoun, A. A. H. (2017). The influence of polyurethane foam on the insulation characteristics of mortar pastes. **Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering**, **5**(2), 49-61.
31. Dworakowska, S., Bogdał, D., Zaccheria, F. and Ravasio, N. (2014; 233, 148-156) The Role of Catalysis in the Synthesis of Polyurethane Foams Based on Renewable Raw Materials. *Catalysis Today*
32. Lee, S. T. (2004;15-29). Introduction: polymeric foams, mechanisms, and materials. In *Polymeric foams*
33. Ionescu, M. (2005;32,33) Chemistry and Technology of Polyols for Polyurethanes. Rapra Technology Limited, Shawbury
34. <https://arum.ogu.edu.tr/Sayfa/Index/80/alan-emisyonlu-taramali-elektron-mikroskobu-fe-sem> (Erişim tarihi: Temmuz 2022)

ÖZGEÇMİŞ**KİŞİSEL BİLGİLER****Adı Soyadı:** Emre BENZER**Uyruğu:** Türkiye (T.C)**EĞİTİM**

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi, Nanobilim ve Nanoteknoloji ABD.	Devam ediyor.
Lisans	Erciyes Üniversitesi, Makina Müh.	2006
Lise	Kayseri Süper Lisesi	2001

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2018-Halen	Kilim Mobyia A.ş	Ar-Ge Merkezi Müd
2014-2018	İstikbal Mobyia A.ş	Sistem Geliştirme Müd

YABANCI DİL

İngilizce