

## 3B Baskı ile Üretilen ABS, PLA Menteşelerin, Geleneksel Metal Menteşeler ile Karşılaştırılması

Boran Esen<sup>1</sup>, Emine Seda Erdinler<sup>2,\*</sup>, Sedanur Şeker<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

### Makale Tarihiçesi

Gönderim: 29.04.2025

Kabul: 09.07.2025

Yayın: 30.08.2025

### Araştırma Makalesi



**Öz – İç ve dış mekanlarda depolama, çalışma, yemek yeme, oturma, uzanma gibi eylemlere hizmet etmek üzere tasarlanan mobilyalarda gerekli dayanıklılığı ve işlevselliği sağlamak üzere kullanılan bağlantı elemanları bulunmaktadır. Bu bağlantı elemanlarının arasında vidalar, minifixler, raylar ve menteşeler bulunmaktadır. Çalışma kapsamında kapaklı depolama mobilyalarında kullanılan geleneksel yöntemlerle metal malzeme ile üretilmiş yaprak menteşeler ile 3B yazıcı kullanılarak PLA ve ABS filamentler ile üretilmiş menteşelerin mukavemetleri karşılaştırılmıştır. Çalışmada 3 farklı malzemeden üretilmiş yaprak menteşeler, 2 farklı ahşap malzeme (MDF ve Yonga Levha) kullanılmıştır. Tasarlanan menteşeler, MDF ve yonga levhadan yapılmış dolap kapaklarına monte edilerek TS 9215 standardına uygun şekilde test edilmiştir. Deneylerde üç farklı ağırlık (30 kg, 37,5 kg, 45 kg) uygulanmış ve menteşelerin deformasyonları ölçülmüştür. Elde edilen veriler SPSS yazılımı ile analiz edilmiş ve malzeme türüne bağlı olarak deformasyon miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı farklar gözlemlenmiştir. Sonuçlara göre, ABS malzeme menteşelerin dayanım açısından metal menteşelere alternatif olabileceği, PLA malzemenin ise bazı durumlarda yetersiz kalabileceği belirlenmiştir. Bu çalışma, düşük maliyetli ve çevre dostu üretim yöntemlerinin mobilya endüstrisine entegrasyonu açısından önemli bir katkı sunmaktadır.**

**Anahtar Kelimeler –** Menteşeler, 3 Boyutlu Yazıcı Teknolojisi, Filamentler, PLA, ABS

## Evaluation of 3D-Printed ABS, PLA and Traditional Metal Hinges

<sup>1,2,3</sup> Istanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Forestry, Department of Forest Industrial Engineering, Istanbul, Turkey

### Article History

Received: 29.04.2025

Accepted: 09.07.2025

Published: 30.08.2025

### Research Article

**Abstract –** Furniture designed to serve activities such as storage, working, dining, sitting, and lying down in indoor and outdoor spaces includes various fixing and connecting elements to ensure the necessary durability and functionality. Among these are screws, minifix fittings, rails, and hinges. In this study, the strength of leaf hinges made from metal using traditional methods and those produced with PLA and ABS filaments using a 3D printer was compared in storage furniture with doors. The study involved leaf hinges produced from three different materials and two types of wood-based materials (MDF and particle board). The designed hinges were mounted on cabinet doors made of MDF and particle board and tested in accordance with the TS 9215 standard. Three different loads (30 kg, 37.5 kg, and 45 kg) were applied during the tests, and hinge deformations were measured. The collected data were analysed using SPSS software, revealing statistically significant differences in deformation depending on the material type. The results indicated that ABS hinges could be a viable alternative to metal hinges in terms of strength, while PLA hinges may be insufficient in certain conditions. This study provides valuable insights into the integration of cost-effective and environmentally friendly manufacturing methods into the furniture industry.

**Keywords –** Hinges, 3D Printer Technologies, Filaments, PLA, ABS

<sup>1</sup>  boran.esen@ogr.edu.tr

<sup>2</sup>  seda@iuc.edu.tr\*

<sup>3</sup>  sedanur.seker@iuc.edu.tr

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

## 1. Giriş

Menteşeler esnek malzemeden veya hareketli bileşenlerden yapılabilmektedir. Farklı kullanım alanlarına ve ihtiyaçlara göre üretilmiş birçok menteşe türü bulunmaktadır, benzer şekilde menteşeler de farklı metal türleri (pirinç, çelik, alüminyum) ve plastik gibi farklı malzemeden üretilmektedir.

Menteşe türleri arasında genel olarak köşe menteşeleri, kaldırma menteşeleri, ofset menteşeleri, kovan menteşeleri, yaprak menteşeler sayılabilir. Köşe menteşeleri genellikle metal dolaplarda ve makinelerde, kaldırma menteşeleri havalandırma sistemlerinde ve endüstriyel jeneratörlerde, ofset menteşeleri hastane ve depo kapılarında, kovan menteşeleri ahır kapıları ve elektrikli kapılarda, yaprak menteşeler ise sunucu ve 3B3B yazıcı kabinlerinde, dolaplarda, mobilya parçalarında kullanılmaktadır. Bunlar arasında yaprak menteşeler her alanda kullanılabilen en yaygın menteşe türüdür.

Yaprak menteşeler, yapının türüne ve büyüklüğüne göre değişiklik göstermekte, ağırlığını kolay bir şekilde taşıyabilecek şekilde tasarlanabilmektedir. Tasarım kolaylığı, geliştirilmeye uygun yapısı ve yaygın kullanım alanları nedeniyle bu çalışmada odak noktası olarak yaprak menteşeler seçilmiştir. Mechanism and Machine Theory dergisinde Pier Paolo Valentini ve Ettore Pennestrì, yaprak menteşeleri “basit şekilleriyle hacimli parçaları birbirine bağlayarak görelî hareket yapmalarını sağlayan, uyumlu mekanizmalardaki anahtar bileşenler” olarak tanımlamaktadır (Valentini & Pennestrì, 2017). Bu tanım, yaprak menteşelerin mekanik sistemlerdeki çok yönlü kullanım potansiyelini ve işlevsel önemini ortaya koymakta; dolayısıyla bu çalışmada söz konusu menteşe türünün seçilmesini gerekçelendirmektedir.

Günümüzde endüstride üretimi gerçekleşen pek çok ürünün 3B yazıcı (3B) ile oluşturulması mümkün hale gelmiştir. Bu bağlamda yaprak menteşelerin de 3B baskı ile oluşturulabilmesi mümkündür. 3B baskı, bilgisayar tarafından oluşturulan bir tasarımı kullanarak üç boyutlu bir nesneyi katman katman oluşturma yöntemidir. Son ürünün daha büyük bir malzeme bloğundan kesildiği “Talaşlı imalat’ın” tersi şeklindedir. Bu nedenle 3B baskı, daha az malzeme israfı yaratır (TWI, 2019). 3B yazıcı ise, 3B baskıyı yapmamızı sağlayan makinedir. 3B olarak tasarlanmış sanal bir nesnenin polimer, kompozit, reçine gibi malzemelerden ısıt veya kimyasal işleminden geçirilerek üretilmesini sağlamaktadır. X-Y-Z eksenlerinde baskı almayı sağlayan 3B yazıcılar, günümüzde yaygın olarak kullanılan X-Y eksenleri üzerinde baskı yapabilen 2 boyutlu yazıcıların alternatifi olarak sunulmaktadır (Aydın vd., 2018; Yılmaz vd., 2013). 3B yazıcılar; mantık olarak lazer veya mürekkep püskürtmeli yazıcılara benzese de katmanları üst üste yığınlar halinde dizerek 3B çıktıların alınmasını sağlayan araçlardır (Berman, 2012). Baskılar birçok türde hammaddenin kullanılması ile yapılabilmektedir. Değişik türlerde ve tekniklerde baskı yapabilen üç boyutlu yazıcılar vardır. En yaygın kullanıma sahip olan üç boyutlu yazıcıların çalışma prensibi bilgisayar ortamında hazırlanmış herhangi bir üç boyutlu bir nesnenin sanal olarak katmanlara bölünmesine ve her bir katmanın eritilen hammadde dökülerek üst üste gelecek şekilde basılmasına dayanmaktadır. Yani 3B yazıcıların kullanım amacı genel olarak bilgisayar destekli tasarım programlarında yaratılmış 3B modellerin fiziksel çıktıların alınmasıdır. Bu tasarımlar baskıdan önce bilgisayar ortamında katmanlara ayrılıp dilimlenir ve bu katmanların üst üste yazdırılması ile 3B baskı işlemi gerçekleştirilir (Demir vd., 2016).

Literatürde önde gelen ve güncel yönelimlerin belirlenmesini sağlayan birtakım raporlarda, yakın zamanda 3B yazıcı kullanımının artacağı ve zaman ilerledikçe bu alanda yapılan çalışmaların artacağı vurgulanmaktadır (Johnson vd., 2013). 3B yazıcılar; zaman ve maliyet tasarrufu, çevreye zarar vermeme nedenleri ile farklı alanlarda kullanılmakta ve teknolojisi hızla gelişmektedir. 3B yazıcıların kullanımının artması ve teknolojilerinin gelişmesi, yeni kullanım alanlarının ortaya çıkmasına olanak sağlamaktadır (Aydın vd., 2018). Bu alanlara örnek olarak endüstriyel imalat, tıp ve sağlık, havacılık ve uzay, mimarlık ve inşaat, askeri uygulamalar, tekstil, gıda ve eğitim verilebilir (Kökhan ve Özcan, 2018). 3B yazıcılarda baskı malzemesi olarak çoğunlukla reçine ve plastik gibi polimerler kullanılmaktadır. Bu polimerlere ABS, PLA, PETG, TPU, PLA gibi örnekler verilebilmektedir. PLA ve ABS’nin maliyetleri uygun ve yeterince dayanıklı olmalarına rağmen menteşe üretiminde yaygın kullanılan malzemeler olmadıkları bilinmektedir. Son zamanlarda 3B baskı

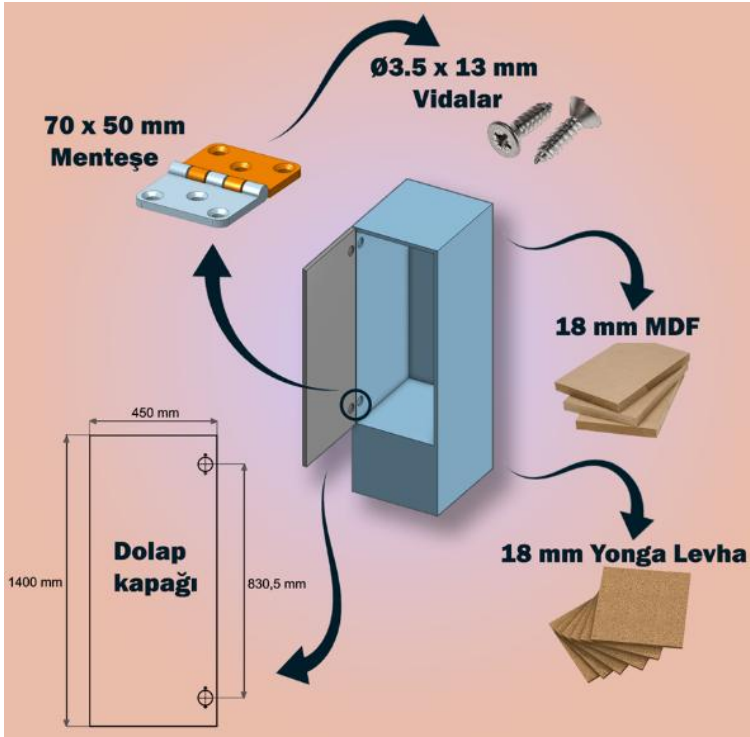
için seramikler, biyo-malzemesler ve kompozitler kullanılmaya başlanmıştır (Lee vd., 2017). Yeni baskı malzemeleri türemesine rağmen, 3B baskı için kullanılan en yaygın malzemeler PLA (Polilaktik asit) ve ABS (akrilonitril bütadien stiren) adında iki polimerdir. Yani, plastik hala 3B baskı için kullanılmakta olan en yaygın malzemedir. Bir “Grand View Research” raporuna göre, dünya çapında 3B baskı plastiklerinin pazar büyüklüğü 2020’de 638,7 milyon dolar değerindeydi ve 2027’ye kadar 2,83 milyar dolara çıkması beklenmektedir (Grand View reserach, 2021). Bu plastikler 3B baskıda en çok kullanılan PLA ve ABS’dir. PLA, en popüler 3B baskı malzemesidir. Mısır nişastası gibi yenilenebilir kaynaklardan yapılmış, biyolojik olarak parçalanabilen bir plastiktir. Düşük erime noktası, evde kullanımını kolaylaştırmaktadır ayrıca çevre dostudur. ABS, araba bileşenleri veya ev aletleri gibi güç ve esneklik gerektiren parçalar için en uygun malzeme olup ve düşük maliyeti ile bilinmektedir (Yoders, 2014). Ayrıca termoplastik malzemelerin geri dönüştürülebilir olduğu doğrulanmıştır (Lanzotti vd., 2019). Erdinler ve Şeker (2024) yaptıkları bir çalışmada PLA, ABS ve ahşap-PLA malzemenin yaptıkları raf pimlerini TS 9215 standardına göre test etmişler, malzeme türünün ve filament türünün belirgin etki faktörleri olduğunu belirlemişlerdir (Erdinler ve Seker, 2024).

Geleneksel yöntemler ile menteşe ve bağlantı elemanlarının üretim maliyeti hem yüksek hem de oldukça zaman alıcıdır. Oysa 3B yazıcılar sayesinde bu bağlantı elemanları, tasarlandıktan sonra boyutlarına ve doyumluklarına bağlı olarak saatler içerisinde üretilebilir. Bu şekilde üretim maliyetleri azalacaktır (Hacıoğlu vd., 2016). Pratik, geri dönüştürülebilir ve ucuz olması nedeni ile 3B baskı yöntemi, projenin konusu olan menteşe üretiminde kullanılacak yöntem olarak uygun görülmüştür. 2021 yılında dünya genelinde yaklaşık 2,8 milyar ton metal çıkarılmıştır. Hayatımızın her alanında yeri olan metalin değerlendirildiği alanlar artış göstermektedir. Dünya yeni teknolojileri benimsedikçe metallerde daha hızlı bir tüketim artışı görülmektedir (U.S. Geological Survey, 2022). Metal tüketimini azaltmak ve çevreye katkı sağlamak amacı ile; endüstrideki yaygın parçaların üretiminde metal yerine plastik kullanılması dünya için daha faydalı olacaktır. Sağlamlık ve dayanıklılığın yanında şekil ve estetik de mobilya kalitesini belirleyen elemanlardandır (Smardzewski, ve Majewska, 2013). 3B yazıcı ile üretilmiş menteşelerde ikincil işlemlere gerek duyulmamaktadır. Menteşe bileşenleri yazıcıdan tek parça halinde çıkmakta ve herhangi bir birleştirme işlemi yapılmamaktadır. Estetik ve dekoratif görünümünü iyileştirmeye, boyama ve cilalama işlemi yapmaya gerek kalmamaktadır.

Günümüzde kullanımı artmakta olan hibrit mobilyalar ve insanların artmakta olan kişiselleştirme isteği, mobilyalarda kullanılacak olan 3B yazıcı ile üretilmiş plastik menteşe kullanımına zemin hazırlamaktadır. 3B yazıcı ile üretimle birlikte maliyetin düşürülmesi ve kelebek menteşelerdeki verimin arttırılması, sanayiye ve tüketiciye fayda sağlayacaktır. 3B

## 2. Materyal ve Yöntem

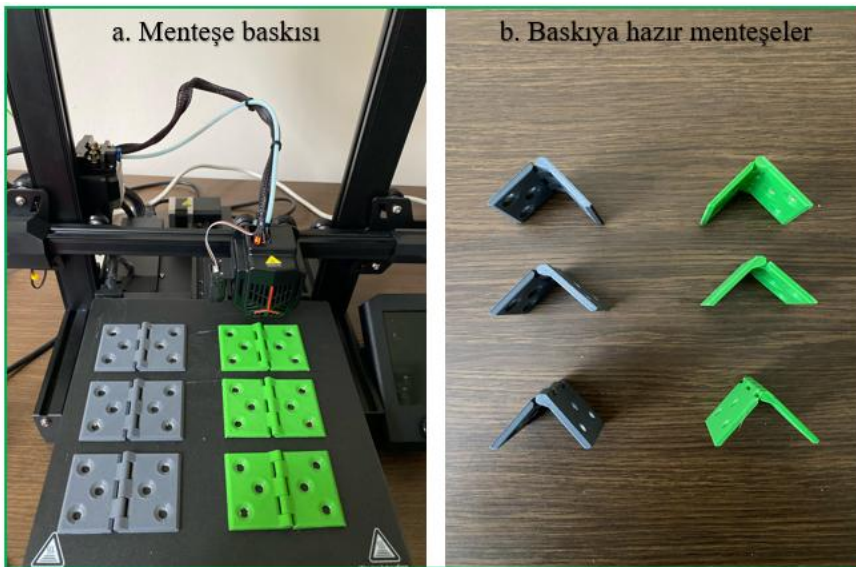
Bu çalışmanın amacı, standart koşullarda fabrikada üretilen ve ev mobilyalarında yaygın olarak kullanılan menteşeler ile bunların yerine kullanılabilecek 3B yazıcı ile üretilmiş menteşeleri, TS 9215 standardı kapsamında gerçekleştirilen bazı mukavemet testleri (özellikle dikey yükleme testi) aracılığıyla karşılaştırmaktır. 3B yazıcı ile üretilen menteşeler ve metal malzeme menteşeler iki farklı ahşap malzeme ile üretilen (MDF ve Yonga Levha) dolaplara monte edilmiş, mukavemet deneyi sonuçları Microsoft Excel programı kullanılarak karşılaştırılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışmada kullanılan örnek boyutları ve çalışma malzemeleri

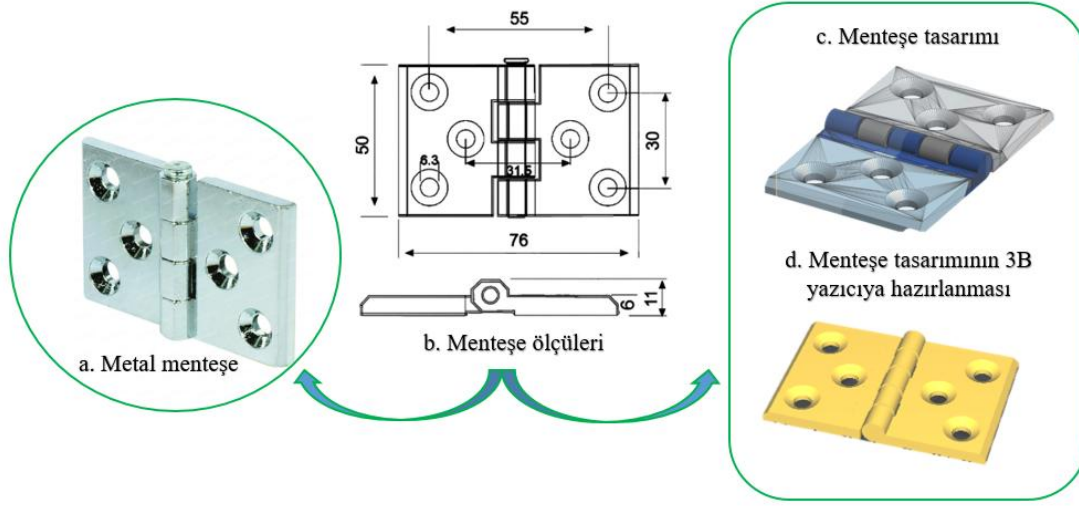
### 2.1. 3B yazıcı ile menteşelerin üretilmesi ve metal menteşelerin özellikleri

3B yazıcı ile üretilen menteşeler, metal menteşeler ile aynı boyutlarda 500mmx760mm olarak tasarlanmıştır. Menteşelerin üretiminde; PLA (nozzle sıcaklığı: 190-220°C, tabla sıcaklığı: 50-70 °C), en yaygın kullanılan filamentlerden olması ve baskı esnasında çevreye zehirli gaz salgılamaması nedeni ile seçilirken, ABS malzemesi (nozzle sıcaklığı: 220-250°C, tabla sıcaklığı: 100-120 °C) bilinen en dayanıklı filament olması ve diğer filamentlere göre ucuz olması nedeni ile seçilmiştir. Çalışmada kullanılan filamentler hazır olarak bir firmadan temin edilmiştir. Üretilen menteşelerin baskıları “Creality Ender 3 V2 Neo” model 3B yazıcı ile alınmıştır. Menteşelerin 3B yazıcıda basılma görseli ve montaja hazır basılmış menteşeler Şekil 2’ a ve b’ de gösterilmektedir.



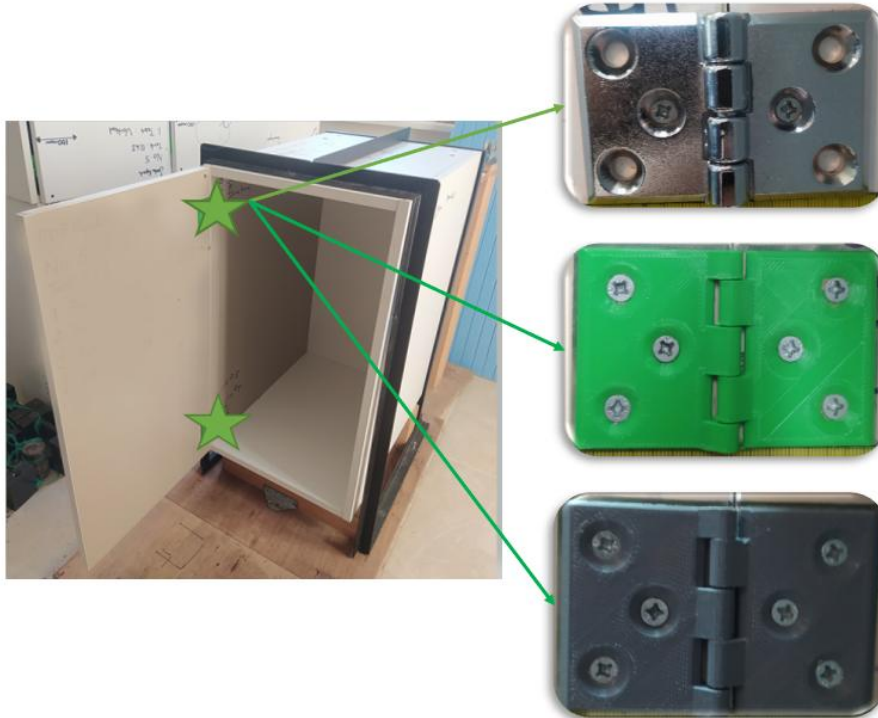
Şekil 2. 3B yazıcı ile menteşelerin basılması a. Çalışma kapsamında kullanılan yazıcı, b. Test yapmak üzere montaja hazır menteşeler

Bu çalışmada PLA ve ABS filament ile üretilen menteşelerin doygunluk oranı %40 olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada 500mm x 760mm yaprak menteşe kullanılmıştır. Menteşelerin tasarımı ve boyutları Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Çalışma kapsamında kullanılan menteşelerin tasarımı ve boyutları

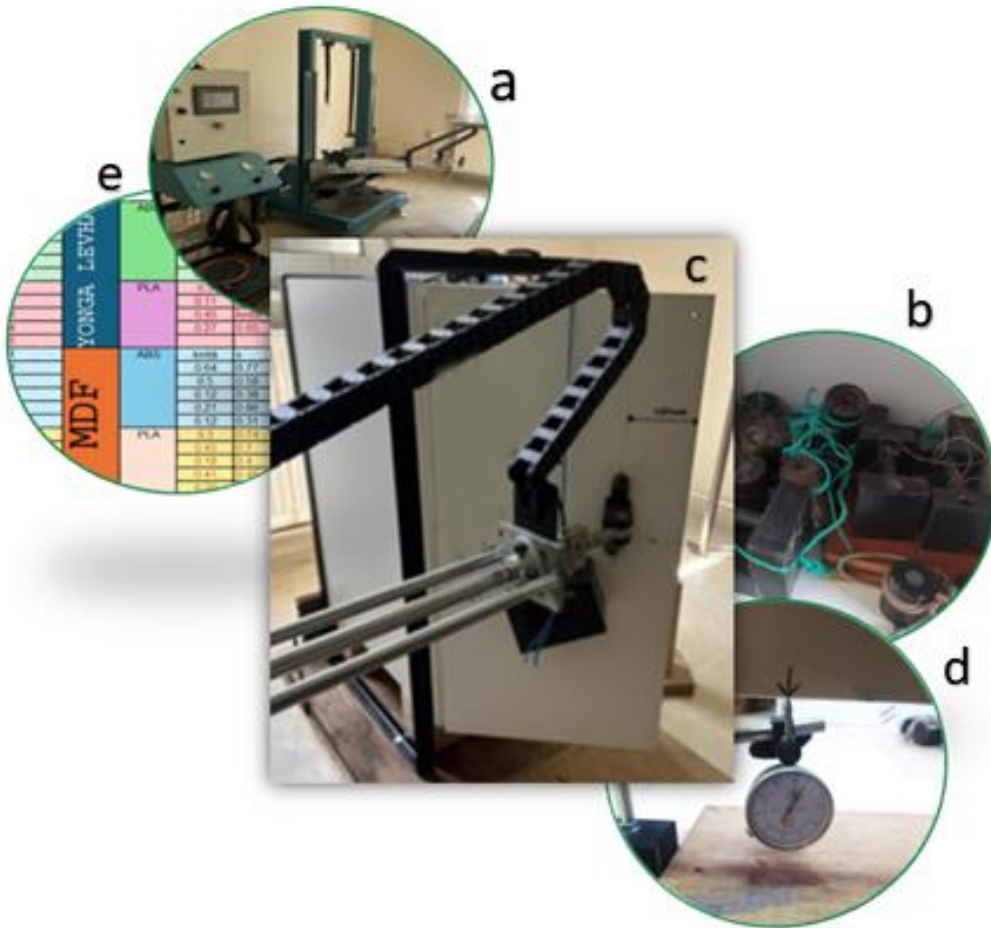
Bu çalışmada yaprak menteşeler; 1800 mm (yükseklik) x 450 mm (genişlik) x 1400 mm (kalınlık) boyutlarındaki, orta yoğunlukta yonga ve MDF levhadan oluşan ahşap dolap kapaklarında kullanılmıştır. Menteşeler, yaygın olarak kullanılan endüstriyel uygulamaya uygun olarak yerleştirilmiş ve 3,5mm x 13 mm boyutlarında 6 adet vida ile sabitlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Teste hazır montajlanmış dolap kapakları

## 2.2. Deney Düzeneği ve Deneyin Yapılışı

3B menteşe basımı tamamlandıktan sonra testler TS 9215 (2005) standartlarına göre yapılmıştır. Şekil 4'te, kapağın belirtilen kütle ile yüklenmesi gösterilmektedir. Yük, menteşeden en uzak kenardan 100 mm uzağa asılmıştır. Kapak, yardımcı bir eleman ile 45° konumundan tam kapalı konuma, oradan 10° konumuna, 10° konumundan tam açık konuma, oradan 135° konumuna on tam tur (ileri ve geri) açılıp kapatılmıştır. Çalışma sırasında menteşelerde meydana gelen deformasyonları belirlemek için TS 9215 (2005) standartlarına uyulmuştur. Bu nedenle dolap kapaklarına 300 N yüke ek olarak 375 N ve 450 N ağırlıklar yüklenmiş ve kapak tam kapalı konumdan 10°'lik açıya, tam kapalı konumdan 135° açıya ve ilave olarak 10°'den 45°'ye ve oradan tam kapalı konumda açılıp kapatılmıştır. Döngü, her ağırlık için 10 defa tekrarlanmıştır. Kapaklar her 30kg, 37.5kg ve 45kg ağırlık ile 10 kere açılıp kapatıldıktan sonra sehim ölçme cihazı (Devotrans digital indicator) ile veriler toplanmıştır. Ayrıca, kapaklarda ve menteşelerde gözle görülebilir bir deformasyonun olup olmadığını belirlemek amacıyla, bu tür bir ölçüm için uygun bir cihaz bulunmadığından, standartlaştırılmış bir kâğıt cetvelden yararlanılmıştır. Deneyler İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Mobilya Kalite Değerlendirme ve Endüstri 4.0 Laboratuvarında bulunan mobilya açma kapama test cihazı ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Çalışmada kullanılan Deney düzeneği (a; Kapak açma kapama test cihazı, b; kullanılan ağırlıklar, c; örnek deney numunesi) ve deneyin yapılışı (d; verilerin toplandığı sehim cihazı, e; değerlendirme için kullanılan MS Excel sayfası)

Deney sonucunda toplanan veriler tablo haline getirilmiştir. Bu araştırmada 2 farklı filament ile menteşe üretilmiş ve ek olarak metal menteşe kullanılmıştır. Her 3 malzemeden üretilen menteşe için aynı test yöntemi uygulanmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

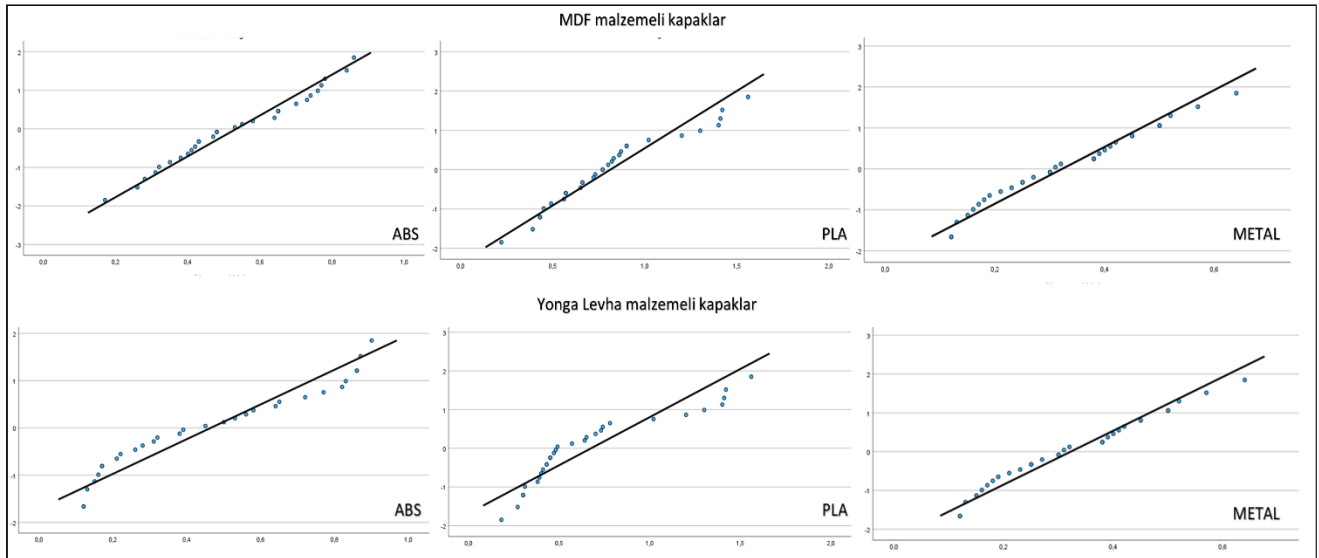
Çalışmada yonga levha ve orta yoğunluktaki lif levha kapaklara ABS, PLA ve metal malzemeden oluşan menteşeler takılmış üç farklı ağırlıkta oluşan sehim miktarları elde edilmiştir. Çalışma kapsamında yapılan tüm testlere ait aritmetik ortalama, minimum-maksimum değer, standart sapma, varyasyon katsayısı gibi bazı tanımlayıcı istatistik değerler tablolar halinde verilmiştir (Tablo 1). Bu çalışmada güven düzeyi %95 olarak belirlenmiş, yöntemin anlamlılık değerleri de 0,05 olarak belirlenmiştir. Ayrıca aralarında oluşan farklar, deney sonucunda ortaya çıkan veriler ve gözlemler il karşılaştırılmıştır.

Tablo 1

Tanımlayıcı istatistik değerler

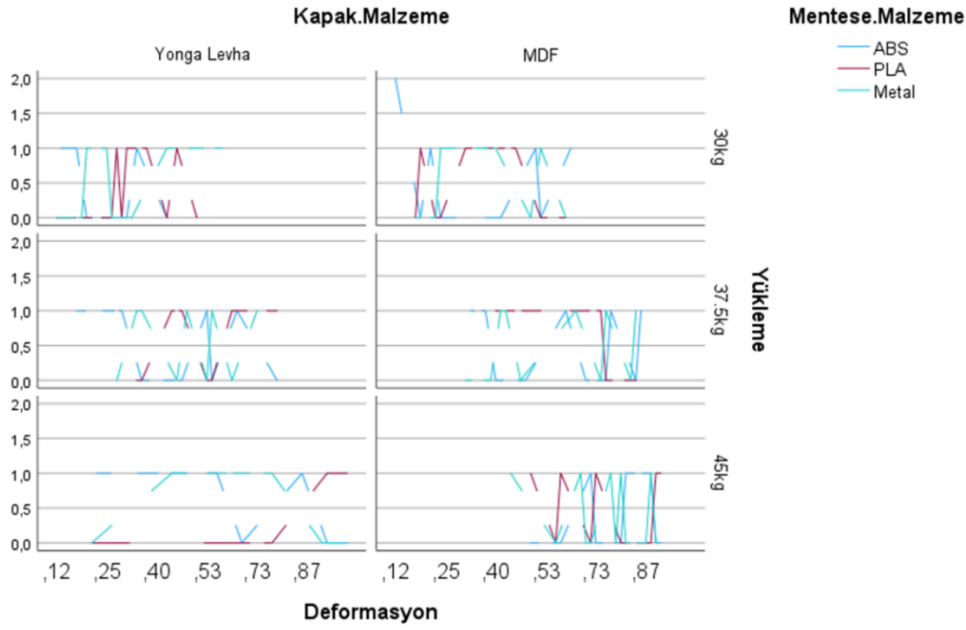
| Tanımlayıcı İstatistik | Yonga Levha Kapaklar |      |       | MDF Kapaklar |      |       |
|------------------------|----------------------|------|-------|--------------|------|-------|
|                        | ABS                  | PLA  | METAL | ABS          | PLA  | METAL |
| Deney Sayısı           | 15                   | 15   | 15    | 15           | 15   | 15    |
| Aritmetik ortalama     | 0,84                 | 0,56 | 0,58  | 0,35         | 0,43 | 0,49  |
| Maksimum Değer (mm)    | 0,86                 | 1,02 | 0,90  | 0,86         | 0,64 | 0,77  |
| Minimum Değer (mm)     | 0,82                 | 0,18 | 0,23  | 0,13         | 0,30 | 0,19  |
| Varyans Katsayısı      | 0,08                 | 0,07 | 0,04  | 0,04         | 0,02 | 0,03  |

Şekil 5'te MDF ve Yonga Levha kapaklarda oluşan Q-Q Plot grafiğinin de ortalama değerine yakın veya üzerinde olması görülmektedir. Buradan da verilerin normal dağılıma ulaştığı görülmektedir.



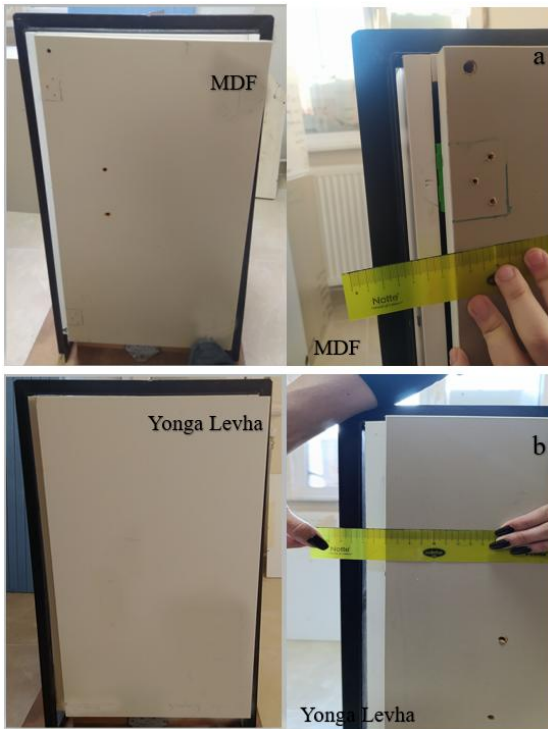
Şekil 5. Test sonuçlarının normal dağılım sonuçları

Ayrıca, gerçekleştirilen tüm testlere ait sonuçların, Şekil 6'da görüldüğü üzere belirli bir dağılım gösterdiği tespit edilmiştir.



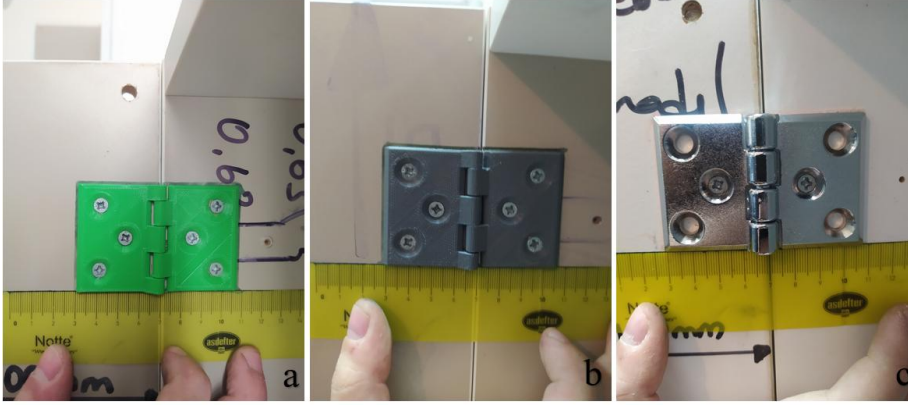
Şekil 6. Test sonuçlarının değişkenlere göre dağılımı

Test sonuçlarına göre, yonga levha malzemeden üretilen kapaklarda meydana gelen deformasyonun, MDF kapaklara kıyasla daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ABS, PLA ve metal malzemelerden üretilen menteşelerin farklı deformasyon davranışları sergilediği tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, malzeme değişiminin deformasyon üzerinde doğrudan etkili olduğunu ortaya koymakta ve Erdinler ve Şeker'in (2024) çalışmalarıyla da örtüşmektedir. Standartta belirtilen testlerin yanı sıra, kağıt cetvel yardımıyla görsel olarak yapılan gözlemler de değerlendirmeye alınmıştır. Menteşeler deforme olup (kapak düşmesi veya test bitiminde kapak rotasyonu olması) tamamen sistemden ayrılarak dolap kapağının tamamen düşmesine sebep olmasa da kabin ve dolap arasında bir rotasyona sebep olmuştur (Şekil 7).



Şekil 7. Kabin ve dolap arasındaki rotasyon

Menteşeler tamamen sistemden ayrılmamış olsalar da, deformasyona uğrayarak yeniden kullanımda sorun yaratabilecek düzeyde rotasyona neden olmuşlardır (Şekil 8). Elde edilen sonuçlara göre, sehim değerlerinin aritmetik ortalaması değerlendirildiğinde, yonga levha kapaklarda dayanım sıralaması ABS, metal ve PLA şeklindeyken; MDF kapaklarda sıralama ABS, PLA ve metal olarak belirlenmiştir. Bu bulgular, baskı teknolojisi kullanılarak üretilen menteşelerin metal menteşelerin yerini alabilecek potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Smardzewski (2008) de çalışmasında bu sonucu destekleyerek, metal tüketimini azaltmak ve çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamak amacıyla, endüstride yaygın olarak kullanılan parçaların üretiminde metal yerine plastik malzemelerin tercih edilmesinin dünya için daha faydalı olacağını ifade etmiştir.



Şekil 8. Menteşe rotasyonu

#### 4. Sonuçlar

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte günümüz mobilyalarına da entegre olan 3 boyutlu yazıcı sistemlerinin kullanımı ve uygulanması yaygınlaşmıştır. Şu anda 3B yazıcılar mühendislik, inşaat, endüstri ve mimari sektörler gibi birçok sektörde aktif bir şekilde kullanılmaktadır. 3B yazıcıların çalışma prensipleri ise AutoCAD, Blender ve SolidWorks gibi çeşitli bilgisayar destekli tasarım (CAD: Computer Aided Design) programlarından 3B bir şekilde modellenmiş parçaların ABS PLA PETG (Polietilen Tereftalat Glikol), TPU (Termoplastik Poliüretan) gibi çeşitli filament ve reçineler kullanılarak yazıcının aynı CNC makinelerinde olduğu gibi G kodlarını kullanarak parçayı basması olmaktadır.

Yapılan bu çalışmada MDF ve yonga levha malzemeden kapakları ABS, PLA ve metal malzeme menteşeleri ile montajı yapılarak üç farklı yüklemdeki davranışları ortaya konmuştur. Çıkan sonuçlar;

1. Çalışma kapsamında iki malzeme tipindeki kapaklar (MDF-Yonga Levha) üç farklı malzeme tipindeki menteşeler (ABS-PLA-Metal) ile montajlanmıştır. Tüm yükleme deneylerinde (30, 37.5, 45kg) ortaya çıkan sonuçlarda Yonga levha malzeme-kapaklardaki menteşe deformasyonlarının daha çok olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebi olarak malzemenin vida tutma direnci düşünülebilir.
2. Kapakların montajlandığı menteşe gruplarında; Yonga levha kapaklarda dayanım sırasıyla ABS(0,84mm), Metal(0,56mm), PLA(0,54mm) olurken, MDF malzemelerde ABS(0,35mm), PLA(0,43mm), Metal(0,49mm) şeklinde olmuştur. Aralarındaki sehim miktarları az olduğundan metal menteşe yerine ABS veya PLA malzemeden üretilen menteşelerin ikame ürün olarak kullanılabilirliği sonraki araştırmalarda ele alınmaya değerdir.
3. ABS ile üretilmiş plastik menteşelerinden alınan sehim değerleri, beklenildiği gibi PLA'ya göre daha düşük çıkmıştır. Gerçekleşen bu deformasyonlar, ABS'nin sert ve PLA'ya göre daha az esnek yapısı, üretiminden sonra bekletildiği ortamın rutubet şartları, üretimi yapılan filamentin kalitesi, üretim koşullarındaki engellenemeyen ufak farklardan kaynaklandığı düşünülebilmektedir.
4. Her menteşe tipinde doğrudan kırılma olmasa da test bitimin bağlantı noktasında bir rotasyona (kapak kayması, menteşe rotasyonuna) rastlanılmıştır.

### Teşekkür

Bu çalışma TUBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir. Proje No: 1919B012335568.

### Yazar Katkıları

Boran Esen: fikir/kavram, veri toplama, literatür taraması, analiz, yorum ve yazım işlemlerini gerçekleştirmiştir.

Yazar Emine Seda Erdinler: Fikir/kavram, denetleme/danışmanlık, analiz ve yorum, eleştirel inceleme süreçlerini yürütmüştür.

Yazar Sedanur Şeker: Fikir/kavram, denetleme/danışmanlık, analiz ve yorum, eleştirel inceleme süreçlerini yürütmüştür.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

### Kaynaklar

- Aydın, A., Kahraman, F., (2018). 3B Baskı Teknolojisi Kullanılarak Hızlı Prototipleme Yapımı ve Nesnelerin Üretimi. 6th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, Antalya, Turkey.
- Berman, B. (2012). 3-D printing: The new industrial revolution. *Business Horizons*, 55(2), 155- 162.
- Demir, E. B. K., Çaka, C., Tuğtekin, U., Demir, K., İslamoğlu, H. ve Kuzu, A. (2016). Üç boyutlu yazdırma teknolojilerinin eğitim alanında kullanımı: Türkiye'deki uygulamalar. *Ege Eğitim Dergisi*, 2(17), 481-503.
- Erdinler, E.S. ve Şeker, S. (2024). Deflection performance of medium density abs, pla, and wood-pla filament pins. *Wood and Fiber Science*, 4, 241-254.
- Grand View Research, Inc. (2021, November 3). 3D printing plastics market worth USD 2.83 billion by 2027 | CAGR: 23.7% [Basın bülteni]. LinkeWire.
- Hacıoğlu, H.S., Eraslan, F., Şimşek, Y., (2016). ABBAS V1 Üç Boyutlu Yazıcı Tasarımı. (Lisans Bitirme Tezi), Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Karabük.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Freeman, A., Ifenthaler, D., & Vardaxis, N. (2013). Technology Outlook for Australian Tertiary Education 2013-2018: An NMC Horizon Project Regional Analysis. New Media Consortium. 6101 West Courtyard Drive Building One Suite 100, Austin, TX 78730
- Kökhan, S., Özcan, U. (2018). 3D Yazıcıların Eğitimde Kullanımı'', *The Science Education Art and Technology Journal (SEAT Journal)*, 2, 80-85.
- Lanzotti, A., Martorelli, M., Maietta S., Gerbino, S., Penta, F., Gloria, A. (2019). A comparison between mechanical properties of specimens 3D printed with virgin and recycled PLA, *Procedia CIRP*, 79, 143-146.
- Lee, J., An, J., Chua, C. K. (2017). Fundamentals and applications of 3D printing for novel materials, *Applied Materials Today*, 7, 120-133.
- Smardzewski, J., and Majewska, A. (2013). "Strength and durability of furniture drawers and doors," *Materials & Design* 51, 61-66. DOI: 10.1016/j.matdes.2013.03.101
- The Welding Institute. (2019). Additive manufacturing: A guide to additive and 3D printing processes. Retrieved from <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-additive-manufacturing>
- U.S. Geological Survey. (2022). Mineral commodity summaries 2022. U.S. Department of the Interior. Retrieved from <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf>
- Valentini, P. P., Pennestri, E. (2017). Second-order approximation pseudo-rigid model of leaf flexure hinge, *Mechanism and Machine Theory*, 116, 352-359.
- Yılmaz, F., Arar, M.E. ve Koç, E. (2013). 3D baskı ile hızlı prototip ve son ürün üretimi. *Metalurji Dergisi*, 168, 35-40.
- Yoders, J. (2014). What's the difference between ABS and PLA for 3D printing? Retrieved from <https://www.makepartsfast.com/whats-the-difference-between-abs-and-pla-for-3d-printing>