



İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Eğitimde 3d Yazıcının Rolü: Ölçekli Kent Mobilyası Örneği

Mustafa Ümit İşbeceren

*Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon Meslek Yüksek Okulu, Tasarım Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye
m.umit.isbeceren@hotmail.com*

Şerife Ebru Okuyucu* (corresponding author)

*Afyon Kocatepe Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye
ebruokuyucu@hotmail.com*

ÖZET

Bu çalışmada, üniversitelerin tasarım bölümlerinde eğitim alan öğrencilerin, ders kapsamında tasarladıkları ürünleri, fiziki bağlamda üretebilmelerine katkı sağlayan üç boyutlu yazıcıların önemi vurgulanmaktadır. Çalışmanın amacı, öğrencilerin bilgisayar ortamında yaptıkları iki boyutlu ve üç boyutlu tasarımlarının, ürün haline dönüşme sürecini deneyimlemelerini, tasarım fikirlerinin somutlaştırmalarını ve seri üretim için uygun kalıplama tekniğiyle çalışmalarını sağlayarak üç boyutlu yazıcıların uygulamalı derslere katkısını analiz etmektir. Çalışma kapsamında, Afyon Kocatepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü öğrencileri tarafından "Kent Mobilyaları" Dersi kapsamında tasarlanan fütüristik oturma bankının, 1/10 ölçekli üretim süreci değerlendirilmiştir. Öğrenciler tarafından tasarlanan fütüristik oturma bankını üretebilmek ve seri üretime uygun hale getirebilmek için kalıplama tekniği ile oturma bankının kalıbı üç boyutlu olarak tasarlanmıştır. Tasarlanan fütüristik oturma bankının kalıbı yazıcıda üretilmiştir. Ürün için öğrenciler tarafından hazırlanan kalıp kullanılarak, üç boyutlu tasarlanan fütüristik oturma bankının ölçekli üretimi gerçekleştirilmiş ve tek kalıp kullanılarak birden fazla oturma bankının üretimi sağlanmıştır. Bu süreçte öğrenciler üç boyutlu olarak tasarladıkları oturma bankının, kalıp ile üretilme sürecini deneyimleme şansı bulmuşlar ve üç boyutlu yazıcının üretim sürecine olan katkısını gözlemlemişlerdir.

Anahtar Kelimeler: 3d (üç boyutlu) Yazıcı, Kent Mobilyaları, Tasarım Eğitimi, Afyon Kocatepe Üniversitesi

The Role of 3D Printer in Interior Architecture and Environmental Design Education: An Example of Scaled Urban Furniture

ABSTRACT

This study emphasises the importance of three-dimensional printers that enable students studying in design departments of universities to produce the products they design within the scope of the course in a physical context. The aim of the study is to analyse the contribution of three-dimensional printers to applied courses by enabling students to experience the process of transforming their two-dimensional and three-dimensional designs made in computer environment into products, to concretise their design ideas and to work with the appropriate moulding technique for mass production. Within the scope of the study, the 1/10 scale production process of the futuristic sitting bench designed by the students of Afyon Kocatepe University Faculty of Fine Arts, Department of Interior Architecture and Environmental Design within the scope of 'Urban Furniture' course was evaluated. In order to produce the futuristic sitting bench designed by the students and to make it suitable for mass production, the mould of the sitting bench was designed in three dimensions with the moulding technique. The mould of the designed futuristic sitting bench was produced on the printer. Using the mould prepared by the students for the product, the scaled production of the futuristic sitting bench designed in three dimensions was carried out and more than one sitting bench was produced using a single mould. In this



process, the students had the chance to experience the production process of the three-dimensionally designed sitting bench with the mould and observed the contribution of the three-dimensional printer to the production process.

Keywords: 3d (three-dimensional) Printer, Urban Furniture, Design Education, Afyon Kocatepe University

1. GİRİŞ

İnsanoğlu var olduğundan bu yana ihtiyaçları doğrultusunda farklı ölçeklerde tasarımlar gerçekleştirmiştir. Kentsel ölçekten nesnel ölçeğe kadar uzanan gereksinimler bağlamında, farklı boyutlarda binalar, mekanlar ve donatılar üretilmiştir. Çağımızda gelişen teknolojiye bakıldığında; ihtiyaçlar doğrultusunda üretimler hep değişmektedir. İnsanların yaşamlarını sürdürürken gerçekleştirdikleri eylemler; ihtiyaç duyulan donatıların tasarlanmasına ve üretilmesine etken olmuştur. Yatma, yemek yeme, çalışma gibi eylemlerin yanı sıra oturma da yaşamın her döneminde yapılan bireysel ve en temel eylemlerden biridir. Yüzyıllar içinde değişen yaşam koşulları, farklı dönemlerde, kültür, mekân ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak farklı oturma alışkanlıklarını da beraberinde getirmiştir (İşbeceren ve Okuyucu, 2023).

Tasarım, başlangıç aşamasından sonuç aşamasına kadar birçok yöntem ile gerçekleştirilebilmektedir. Günümüz teknolojisinin gelişmesi ile birlikte tasarımları, iki boyutlu çizimlerin ötesinde üç boyutlu olarak yapmak da mümkün hale gelmiştir. Tasarlanan ürünlere; malzeme, doku, ışık gibi özellikler eklenerek sanal ortamda üretilmiş gibi çıktılar alınabilmektedir. Ancak her ne kadar tasarım ürünleri, sanal ortamda üretilmiş gibi görünse de tasarımların üretilebilir nitelikte olup olmadığı ya fiziki olarak üretmek ya da tecrübe ile belirlenmektedir. Bazı tasarlanan ürünlerinin farklı detaylara sahip olması, farklı formlarda olması; ürünler üzerinde mukavemet testleri, doğru malzeme tespiti, maliyet gibi ar-ge çalışmaları gerektirdiğinden, tasarımcı tecrübeli olsa bile yine de tasarımların fiziki olarak üretilmesini gerektirebilmektedir.

Tasarım alanlarında eğitim veren iç mimarlık, iç mimarlık ve çevre tasarımı, iç mekân tasarımı, endüstriyel tasarım gibi bölümlerde bilgisayarlı çizim programları önemli rol oynamaktadır. Bilgisayarda tasarım yapılabilen Autocad, 3ds max, Rhino, TopSolid, Sketchup, Solidworks, Catia gibi çeşitli programlar bulunmaktadır. Bu programlar sayesinde 2d ve 3d çizimler yapılabilen, yapılan çizimler ile görsel sunumlar hazırlanıp, sanal ortamda üretilmiş ürün veya mekânın tasarımı hakkında bilgiler aktarılabilir. Yapılan tasarımların bilgisayar ortamında üretim dosyaları hazırlanabilmekte ve bu bağlamda tasarlanan ürünlere benzer ürünlerin üretimini gerçekleştirilebilmek mümkün olmaktadır. Tasarlanan ürün dosyasında; malzeme, konstrüksiyon, ölçü gibi ürün özelliklerinin detaylı bir biçimde hazırlanmış olması, tasarlanan ürünü üretilebilir hale getirmeye yardımcı olmaktadır. Üretilebilirliği olan tasarımların, üretim sonucunda tasarım ile benzerlik oranının yüksek olması çok önemlidir. Tasarlanan ürün ile üretilen ürün ne kadar benzer ise o kadar üretilebilirliği yüksek ve yoruma kapalı bir tasarım olmaktadır. Bu durum tasarımcının prestiji açısından önemlidir.

Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle birlikte bilgisayarlı çizimler ile birlikte bilgisayarlı üretim de yaygın olarak kullanılmaktadır. Birebir veya küçük ölçekli ürünlerin üretimleri ya da arge çalışmaları için CNC freze, CNC panel ebatlama, CNC delik delme, CNC lazer kesim gibi makineler kullanılabilir. CNC lazer kesim makineleri özelliklerine göre farklı türlerdeki malzemelere işlem yapabilirler. Örneğin; birebir üretimler için CNC özellikli



makineler, küçük ebatlı ya da küçük ölçekli prototipler için de 3D yazıcılar kullanılabilir.

Üniversitelerin iç mimarlık ve çevre tasarımı bölümlerinin ilgili derslerinde, hem iç mekânda hem de dış mekân da kullanılabilir oturma banklarına yönelik eğitim modelleri bulunmaktadır. Üretilir tasarım nesnesi için öğrencilerin; malzeme, maliyet, makine, teçhizat, konstrüksiyon gibi konularda donanımlı olması önemlidir. Öğrenciler tasarım nesnesini üretime dönüştürme sürecine ilişkin bilgileri, teorik ve uygulamalı olarak ilgili derslerde alabilmektedirler. Bu derslerde verilen eğitimlerin sonucunda, öğrencilerden ürün tasarımları konusunda çalışmalar beklenmektedir. Öğrenciler tasarımlarını, daha önceden tasarlanmış veya üretilmiş ürünlerden referans alarak ya da özgün olarak gerçekleştirebilmektedirler. Öğrencilerden beklenen ürün tasarımları, bir talep ya da ön görüşle belirlenmiş ihtiyaçlara yönelik yapılan çalışmalar neticesinde oluşturulmaktadır. Tasarım ile ilgili eğitim veren bölümlerde, her tasarımın 1/1 ölçekli üretimini yapmak ve test etmek ders sürecinde maliyet, zaman, teçhizat gibi faktörlerden dolayı mümkün olmamaktadır. Bu bağlamda, ilgili derslerde tasarım ürünlerinin 1/10 ölçekte, 3d yazıcıda üretilir imkânların olması, ürünlerin detay çözümlerinde öğrencilere katkı sağlayabilmektedir. Özellikle fütüristik tarzda tasarlanan farklı formlara sahip ürünlerin üretilmesi konusu öğrenciler için oldukça zordur. Bu bağlamda, fiziki olarak üretilmiş örnekler görmek üretilirlik açısından tasarımcıya olumlu katkılar sağlamaktadır. Tasarlanan bazı ürünlerin 3d yazıcı yardımı ile küçük ölçekli üretilmesi; 1/1 ölçekte üretilmiş kadar net veriler vermese de tasarımcıya üretilirlik konusunda fikir verebilmektedir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Literatüre bakıldığında, kent mobilyası ve üç boyutlu yazıcı ile ilgili çok sayıda çalışmanın yapıldığı görülmektedir. Ancak üç boyutlu yazıcının kent mobilyası tasarım sürecine olan katkısı ve iç mimarlık ve çevre tasarımı eğitiminde kullanılmasına ilişkin sınırlı çalışmalar bulunmaktadır. Karaduman çalışmasında, sosyal bilgiler eğitiminde üç boyutlu yazıcıların kullanımından bahsetmektedir. Sosyal bilgiler dersi kapsamında üç boyutlu yazıcının kullanımının, öğrencilerin yeteneklerini geliştirebileceğini öneren bilgiler aktarmıştır (Karaduman, 2007) Kılıç çalışmasında, iç mimarlık eğitiminde bilgisayar teknolojilerinin eğitimde çok yönlü eğitim metodu olduğunu, üç boyutlu yazıcının öğrencilerin maket yapımında fikirlerinin somutlaştıracağını ifade etmektedir (Kılıç, 2020). Küçüksolak çalışmasında, anahtarlık tasarımını üç boyutlu yazıcıda üretirek ortaokul ve lise öğrencilerin bazı tutum ve davranışlarını anket çalışmasıyla ölçmüş ve öğrenciler ölçüm sonucuna göre üç boyutlu yazıcı teknolojisini heyecan verici olarak belirtmişler (Küçüksolak, 2019). Ülker ve Erdem çalışmasında, mobilya üretiminde kullanılan bağlantı elemanlarından minifiks aksesuarını, tersine mühendislik ile üç boyutlu olarak tasarladıktan sonra, üç boyutlu yazıcı ile prototip üretimi gerçekleştirmiştir (Ülker ve Erdem, 2019). Yıldıztepe çalışmasında, iç mimarlık ve çevre tasarım elemanlarında, toprak, ahşap gibi geri dönüştürülebilir hammaddelerin üç boyutlu yazıcıda kullanımını araştırmış ve sürdürülebilir tasarım için gelecekteki potansiyellerini sorgulamıştır (Yıldıztepe, 2022). İmert çalışmasında, sürdürülebilir malzemeler ile üç boyutlu yazıcıda kent mobilyası üretmenin çevre koruması ve ekolojik ürün elde etmeye katkılarını ve kısıtlarını araştırmıştır (İmert, 2023). Kahveci ve Göker çalışmasında, endüstriyel tasarım öğrencilerinin kent mobilyası tasarımı dersi için yapmış olduğu tasarımları sürdürülebilir yaklaşım doğrultusunda kullanıcıların istek ve ihtiyaçlarını karşılama durumunu tespit etmiştir (Kahveci ve Göker, 2020).

Literatür çalışmaları, 3d yazıcının tasarımda önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Tüm bu etkenler göz önünde bulundurulduğunda iç mimarlık ve çevre tasarımı eğitimi alan öğrencilerin ilgili derslerinde 3d yazıcıyı kullanmaları hem güncel teknolojiyi anlamalarına hem de üretilebilir tasarım yapabilmelerine, tasarım fikirlerini somut bir model haline getirmeye yardımcı olabilir. Bu çalışmada, Afyon Kocatepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümünde bir grup öğrencinin Kent Mobilyaları dersi kapsamında tasarladıkları fütüristik oturma bankalarının 3d yazıcı yardımıyla 1/10 ölçekli üretim süreci ve fütüristik oturma bankı modeli, ölçekli üretim yöntemleri bağlamında değerlendirilmiştir.

2.1. 3d (Üç Boyutlu) Yazıcı

Üç boyutlu bilgisayar destekli çizim programlarında tasarlanan katı modelin, genelde termoplastik malzemelerden elde edilen filament adı verilen malzemeleri, ısı ile eriterek, nozzle adı verilen başlıklar yardımıyla, katmanlar halinde üretimini yapan baskı cihazına *üç boyutlu yazıcı* denir (Şekil 1). Üç boyutlu yazıcı, Scott Crump tarafından icat edilmiştir. Scott Crump, silikon tabancıyla plastik malzemeyi katmanlar halinde yığarak kızına oyuncak kurbağa yapmıştır. Ardından, makine ile bu işlemi daha hızlı yapabileceğini fark etmesi üzerine patentini de aldığı ilk üç boyutlu yazıcıyı 1992’de icat etmiştir (Kennedy, 2016’dan akt. Yıldıztepe, 2022). Geçmişten günümüze gelişen teknoloji ile birlikte tıp alanında organ, protez ve yapay doku üretiminden inşaat sektöründe mimari yapıların üretimine kadar çok sayıda sektörde kullanımı gerçekleşmektedir (Yıldıztepe, 2022)

Üç boyutlu yazıcıda baskı alma süreci genelde şu şekildedir:

Aşama 1: Üç boyutlu bilgisayar destekli çizim programlarında katı model oluşturulur,

Aşama 2: Katı model ara yazılım programı dosya uzantısına dönüştürülür,

Aşama 3: Ara yazılımda dilimleme ayarları yapılan üç boyutlu model G koduna dönüştürülür,

Aşama 4: Üç boyutlu yazıcı ekranında ilgili dosyanın G kodu açılır ve baskı işlemi başlatılır,

Aşama 5: Baskı cihazı, ısı ile filament adı verilen termoplastik malzemelerin erimesini ve genelde x ve y ekseninde hareket eden nozzle adı verilen başlıklara iletimini sağlar

Aşama 6: Nozlle, y ekseninde hareket eden cihazın tablasına katmanlar halinde filamentini iletir,

Aşama 7: Katmanlar halinde eriyen filament üç boyutlu modeli oluşturur ve üretim tamamlanır.



Şekil 1. Üç boyutlu yazıcı örneği (www.coraxis3d.com)

Üç boyutlu modeller genelde, Autocad3D, SolidWorks, TopSolid, 3ds Max, Catia, Autodesk Inventor gibi katı model çizilebilen bilgisayar destekli çizim programlarında oluşturulmaktadır. Oluşturulan katı modeller, Ultimaker Cura, Simplify3D gibi üç boyutlu yazıcı programlarında G koduna dönüştürülmektedir. Bu kodlar usb, wifi, microsd card gibi yollarla üç boyutlu yazıcıya aktarılmaktadır. Bu sayede istenilen model baskıya hazır hale getirilmektedir.

Üç boyutlu yazıcıda baskı malzemesi olarak filament kullanılmaktadır. İç ve dış mekanlarda kullanılacak olan mobilya gibi donatı elemanlarında genelde pla, abs, petg gibi malzemelerden yapılmış çok sayıda renk seçeneği olan filamentler tercih edilmektedir. Bunun dışında kullanım amaçlarına göre farklı malzemelerden yapılmış filamentler de bulunmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. PLA filament örnekleri (www.filamentmarketim.com)

2.2. Kent Mobilyası Tasarımında Fütürizm Akımı

Bireylerin gündelik yaşamlarında çevreyle olan ilişkisinin iyileştirilip daha nitelikli ve sağlıklı bir duruma dönüştürmek kentsel, mekânsal ve ürünel planlamanın temel önceliklerinden biridir (Usta, 2020'den akt. Okuyucu ve İşbeceren, 2023). Kent Mobilyaları farklı fonksiyonlarda, bir arada bulunan elamanlardan oluşur. Farklı kent mekanları için farklı tasarımlar yapılmalıdır. Tasarımlar, bir süreç dahilinde, belirlenen sistemle, farklı şekillerde gerçekleştirilir (Akyol, 2006). Kent mobilyaları, donatıları ve armatürleri, fonksiyon, estetik ve ergonomi gibi kriterler düşünülerek ihtiyaca göre tasarlanmaktadır. Kent mobilyaları, donatıları ve armatürleri, aydınlatma elamanları, çöp kovaları, oturma bankları, reklam/uyarı panoları, saatler, havuzlar, otobüs durakları, ağaçlar, çiçekler, çimenler vs. olarak çeşitlendirilebilmektedir. Kentte yer alan mekânın boyutlarına, işlevine ve biçimine göre tasarlanacak ürünler belirlendikten sonra ürünler için tasarım stilleri seçilmektedir. Modern tasarım stillerinden biri olan fütürizm akımı, bina tasarımından mobilya tasarımına kadar farklı ölçeklerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Fütürizm akımı, sanayi devriminden sonra makineleşmenin etkisiyle 20. yüzyılın başlarında İtalyada ortaya çıkmıştır. Bilim ve teknolojinin gelişmesiyle son yıllarda tasarımın tüm alanlarında görülebilmektedir. (Çakmaklı ve Selçuk, 2019). Fütürizmden önce tasarımlarda sade formlar görülürken, fütürizm akımı ile birlikte tasarımlarda keskin ve eğrisel formlar görülmektedir. Fütürizmi benimseyen mimarlar, teknolojinin tasarımın ve üretim süreçlerinde etkin rol oynaması gerektiğini savunurlar (Çiftçi ve Demiraslan, 2022).

Fütürizm akımı bağlamında tasarlanan ürünlerin üretim süreçleri, geleneksel tarzlarda üretilen ürünlerden farklı olabilmektedir. Kavisli şekillerde, eğrisel formlarda ve amorf

yapılarda tasarlanan ürünlerin üretim süreçleri daha fazla zamana yayılmaktadır. Fütüristik tasarımların üretilebilir olması için ürün üzerinde detaylı analizlerin yapılması gerekmektedir.

3. ÜÇ BOYUTLU YAZICI İLE ÖLÇEKLİ KENT MOBİLYASI MODELİ ÜRETİMİ

Üç boyutlu tasarlanan modelleri 1/10 ölçeğinde üretmenin çok farklı yöntemleri bulunmaktadır. Bu yöntemler, tasarlanan modelin şekline göre değişiklik gösterebilmektedir. Bu çalışmada, Afyon Kocatepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümünde "Kent Mobilyaları" dersi kapsamında öğrenciler tarafından tasarlanan fütüristik oturma bankı modelinin ölçekli üretim süreci değerlendirilmiştir. Kent Mobilyaları dersi kapsamında tasarlanan fütüristik oturma bankının, kent mobilyası olarak kullanılacak şekilde ve 1/10 ölçekli olarak üretilmesi ön görülmüştür. Kent Mobilyaları dersi kapsamında öğrenciler tarafından tasarlanan fütüristik oturma bankı modelinde, düz kenarlar yerine eğmeçli kenarlar ağırlıktadır. Bu bağlamda fütüristik oturma bankı modelinin pek çok 1/10 ölçekli üretim yöntemi bulunmaktadır. Birebir ölçekte beton malzeme kullanılacağı öngörülen modelin, 1/10 ölçekli üretiminde beton ya da muadil olabilecek malzemelerin tercih edilmesine ilişkin değerlendirmeler yapılarak en uygun üretim yöntemi bulunmuştur (Tablo1).

Tablo1. Oturma bankı modeli ölçekli üretim yöntemleri

| No | Üretim Yöntemi | Kullanılacak malzeme | | Tasarlanan ürüne benzerlik | Sonraki üretimde birbirine benzerlik | Üretim zamanı kıyaslaması | Muadil malzeme benzerlik oranı | Süreklilik | Aritmetik ortalama |
|----|---|----------------------|-------|----------------------------|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|------------|--------------------|
| | | Kalıp | Ürün | | | | | | |
| 1 | El işçiliği ile malzemeyi şekillendirerek ürün elde etme, | - | Kil | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1,20 |
| 2 | El işçiliği ile kalıp oluşturma ve kalıptan ürün elde etme | Kil | Beton | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1,80 |
| 3 | | Kil | Alçı | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2,20 |
| 4 | Üç boyutlu yazıcıda ürün elde etme, | - | PLA | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2,20 |
| 5 | Üç boyutlu yazıcıda kalıp oluşturma ve kalıptan ürün elde etme. | PLA | Beton | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 2,60 |
| 6 | | PLA | Alçı | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3,00 |

Not: Üretim yöntemlerinin birbirlerine olan kıyaslamasına göre değerler verilmiştir. 1: en düşük değer, 3: en yüksek değerdir

Tabloda verilen üretim yöntemleri, 1/10 ölçekli ürün üretimi için mevcut imkanlar ile öğrencilere uygulanabilecek yöntemlerdir. Mevcut imkanlara göre farklı yöntemler eklenebilir.

- El işçiliği ile malzemeyi şekillendirerek ürün elde etme; kil gibi el ile şekillendirilebilen malzemeler ile istenilen ürünleri ölçekli üretmek mümkündür.



- El işçiliği ile kalıp oluşturma ve kalıptan ürün elde etme; kil gibi el ile şekillendirilen malzemeler ile ölçekli ürünler için kalıp yapmak ve bu kalıbı kullanarak alçı, beton gibi malzemeler ile ölçekli ürünlerin üretimi yapılabilir.
- Üç boyutlu yazıcıda ürün elde etme; üç boyutlu olarak tasarlanan modellerin boyutuna göre istenilen ölçeklerde üretimi yapılabilir. Model görünümü tasarımda nasılsa üretimde de aynı benzerlikte oluşur.
- Üç boyutlu yazıcıda kalıp oluşturma ve kalıptan ürün elde etme; üç boyutlu olarak tasarlanan modellerin negatifleri kalıp olarak üç boyutlu tasarlandıktan sonra boyutuna göre istenilen ölçeklerde üretimi yapılabilir. Kalıp modeli tasarımda nasılsa üretimde de aynı benzerlikte oluşur.

Üretim yöntemlerine göre ölçekli üretimlerde uygun olabilecek malzemeler seçilmelidir. Birebir üretimde beton malzeme kullanılacağından ölçekli üretimde bu beton malzemeye muadil bir malzeme kullanılması önerilmektedir. Bunun nedeni, gerçek üretime ne kadar yakın üretim yöntemleri tercih edebilirse; ölçekli ürün maket olmaktan ziyade gerçek bir ürüne dönüşür. Bu sayede öğrenciler küçük ölçekte de olsa bir ürün üretmiş olur.

- Kil; ıslanmış zaman kolayca biçimlendirilebilen yumuşak ve yağlı topraktır (TDK). Çanak, çömlek gibi ürünlerin üretiminde yaygın olarak kullanılan bu malzeme, ölçekli üretimde beton malzemeye muadil malzeme olarak da kullanılabilir.
- Beton; çimentonun su yardımıyla kum, çakıl vb. maddelerle karışması sonucu oluşan sert, dayanıklı, bağlayıcı yapı malzemesidir (TDK). Birebir üretim de kullanılan bu malzeme ölçekli üretimde de kullanılabilir.
- Alçı; alçı taşının pişirilip toz durumuna getirilmesinden elde edilerek yapılarda, sanatta, mimarlıkta ve dişçilikte kullanılan maddedir (TDK). Kartonpiyer alçısı, çok hızlı kuruyan bir türüdür. Ölçekli ürünlerin üretiminde kolaylık sağlayan bir malzemedir.
- PLA/ABS; termoplastik esaslı olan bu malzemeler üç boyutlu yazıcılarda filament olarak kullanılmaktadır. Tasarlanan üç boyutlu modellerin üretilmesinde kullanılmaktadır.

Bu malzemelerin dışında farklı malzemeler de eklenebilir. Üretim yöntemlerine göre en uygun malzeme seçimi yapılmalıdır. Üretim yöntemleri ve malzeme seçiminde dikkat edilmesi gereken kriterler vardır.

- Tasarlanan ürüne benzerlik; üç boyutlu olarak tasarlanan ürün ile üretilen ürün arasındaki benzerlik oranı önemlidir. Tasarımcının üretilebilir tasarım yapıp yapmadığı bu orana bakılarak söylenmektedir. Bu oranın yüksek olması için tasarımcının; malzeme, konstrüksiyon, makine, üretim gibi konularda bilgisinin olması gerekir.
- Sonraki üretimde birbirine benzerlik; tasarlanan ürünlerin üretimlerinde üretim sayısı birden fazla olabilmektedir. Hatta ürünler aynı mekânda kullanılabilir. Bu durumda üretilen her ürünün birbirine benzemesi beklenmektedir.
- Üretim zamanı kıyaslaması; üretimde, genelde ürünlerin üretim süreleri önemli olabilmektedir. Eğitim döneminde ölçekli çalışmalar yaparken de ders süreleri dikkate alındığında üretim süresi mümkün olduğunca kısa olmalıdır.
- Muadil malzeme benzerlik oranı; gerçek ölçeklerde üretilen bir ürününde kullanılan malzeme ile küçük ölçekte üretilen üründe kullanılan malzemelerin üretim süreçleri benzer olursa, tasarım ile üretim süreçleri daha iyi algılanmaktadır. Bu durumda da gerçek üretimde kullanılan malzemelere uygun muadil malzeme seçimi önemli rol oynamaktadır.
- Süreklilik; üretimi yapılacak ürünlerin gerçek ölçüde ya da ölçekli olması durumu fark etmeksizin devamlı üretilebilir olması, seri halde üretilebilmesine olanak tanımaktadır.

- **Aritmetik ortalama;** süreçler için tablo oluşturulduğunda, her kritere verilen puanın, birbirine göre üstün olması durumunda; sonuç olarak alınan ortalama değer, genel değerlendirme sonucunu vermektedir.

Tablo değerlendirildiğinde en yüksek sonuç; "PLA" kalıp malzemeli, "alçı" ürün malzemeli, "üç boyutlu yazıcıda kalıp oluşturma ve kalıptan ürün elde etme" üretim yönteminde görünmektedir. Alçı malzemesi olarak hızlı kuruma özelliğinden dolayı kartonpiyer alçısı tercih edilebilir. Tablo verileri ise çalışılacak ortamın mevcut imkanlarına göre değiştirilebilir.

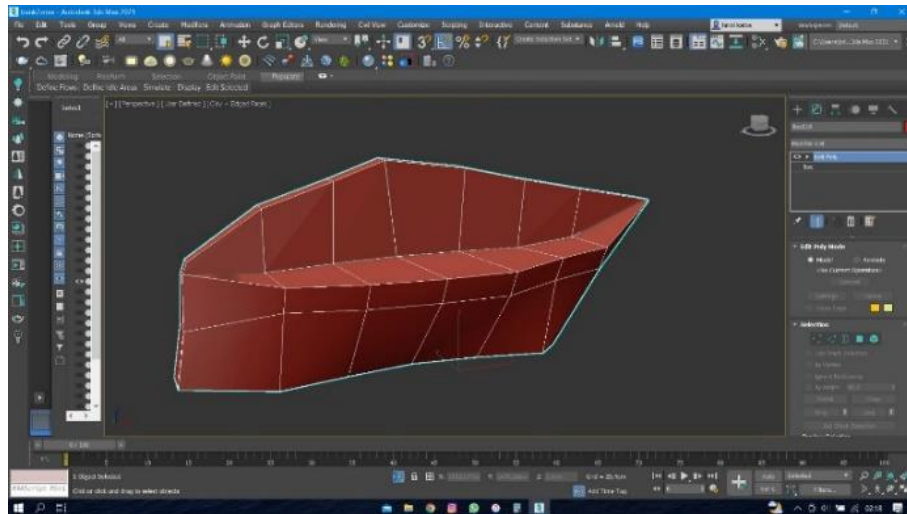
3.1. Modelin Seçilmesi

Kent mobilyaları dersi kapsamında fütüristik oturma bankına ilişkin bir model belirlemek için daha önceden tasarlanmış ve/veya üretilmiş olan modellere ilişkin incelemeler yapılmıştır. Yapılan incelemelerin sonucunda, ders sürecinde yapılması uygun olan bir model belirlenmiştir.

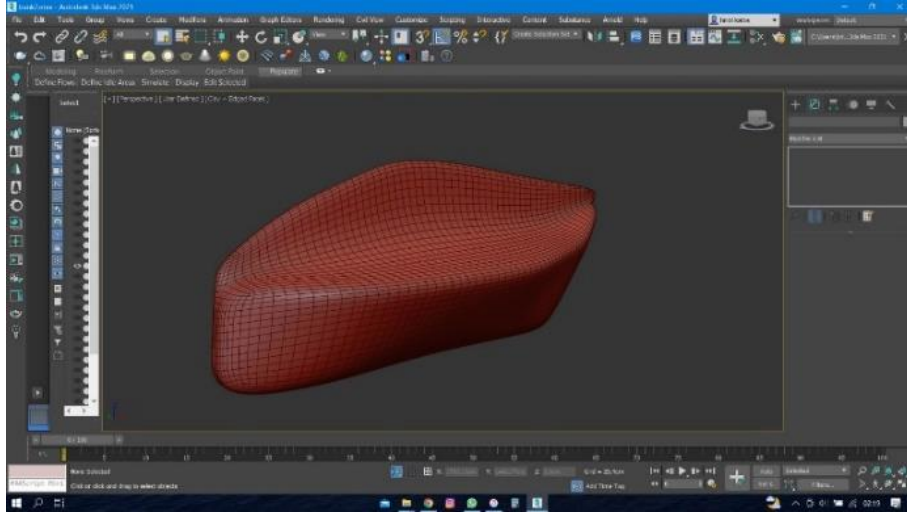
3.2. Modelin Tasarlanması

Üç boyutlu model tasarlanmadan önce tasarım kriterleri ve ilkelerine uygun olarak taslak çalışması yapılmıştır. İnsan anatomisine uygun olacak şekilde antropometrik ölçülerle ergonomik bir model belirlenmiştir. Model için en uygun olabilecek çizim programı belirlenmiştir. Bu model için 3ds max programı tercih edilmiştir. 3ds max programında modelin çizim aşamaları şu şekildedir;

- Modelin dış ölçülerinde box çizimi,
- Ergonomik ölçülere uyabilmesi açısından çizimin segmelere ayrılması,
- Çizilen box edit poly seçeneği ile düzenlenebilir hale dönüştürülmesi,
- Edit poly yapılan modelin segmelerini vertex, edge ve polygon seçenekleri ile düzenleyerek oturma bankı formunun verilmesi (Şekil 2),
- TurboSmooth seçeneği ile oturma bankının formusun son halinin verilmesi (Şekil 3).



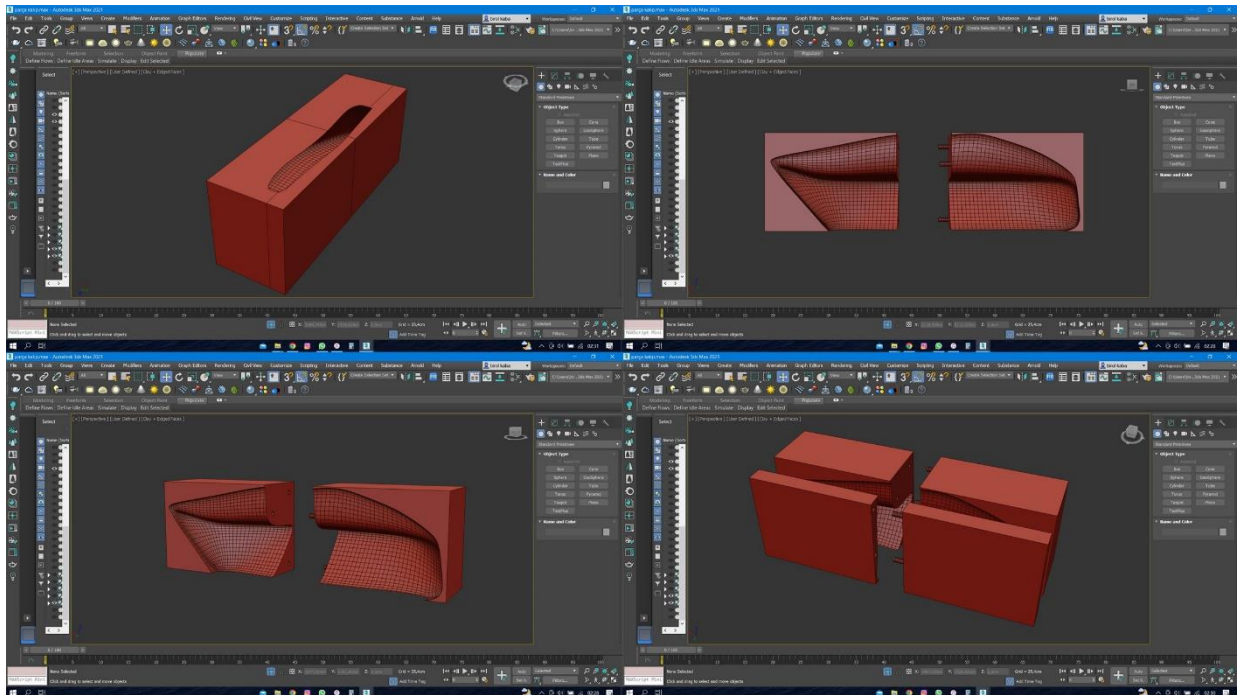
Şekil 2. Modelin koltuk formuna dönüşümü



Şekil 3. Modelin son formunun verilmesi

3.3. Modelin Kalıbının Tasarlanması

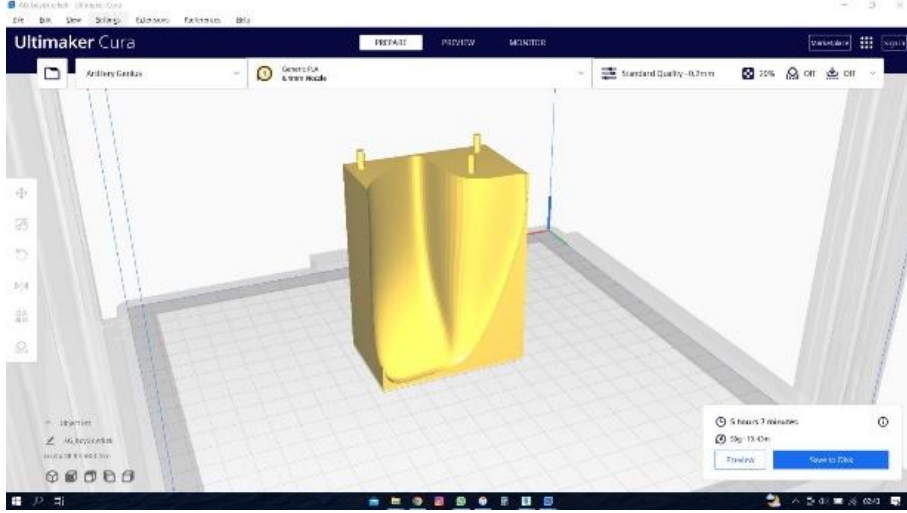
Üç boyutlu modelin çizimi farklı bir yere kopyası alındıktan sonra, çizilen model bir box içerisine yerleştirilmiş ve çıkarma komutu ile box içerisinde negatifi bırakılmıştır. Kalıp içerisinden model rahatlıkla çıkarılabilmesi için kalıp 4 ayrı parçaya bölünmüştür (Şekil 4).



Şekil 4. Üç boyutlu kalıp tasarımı

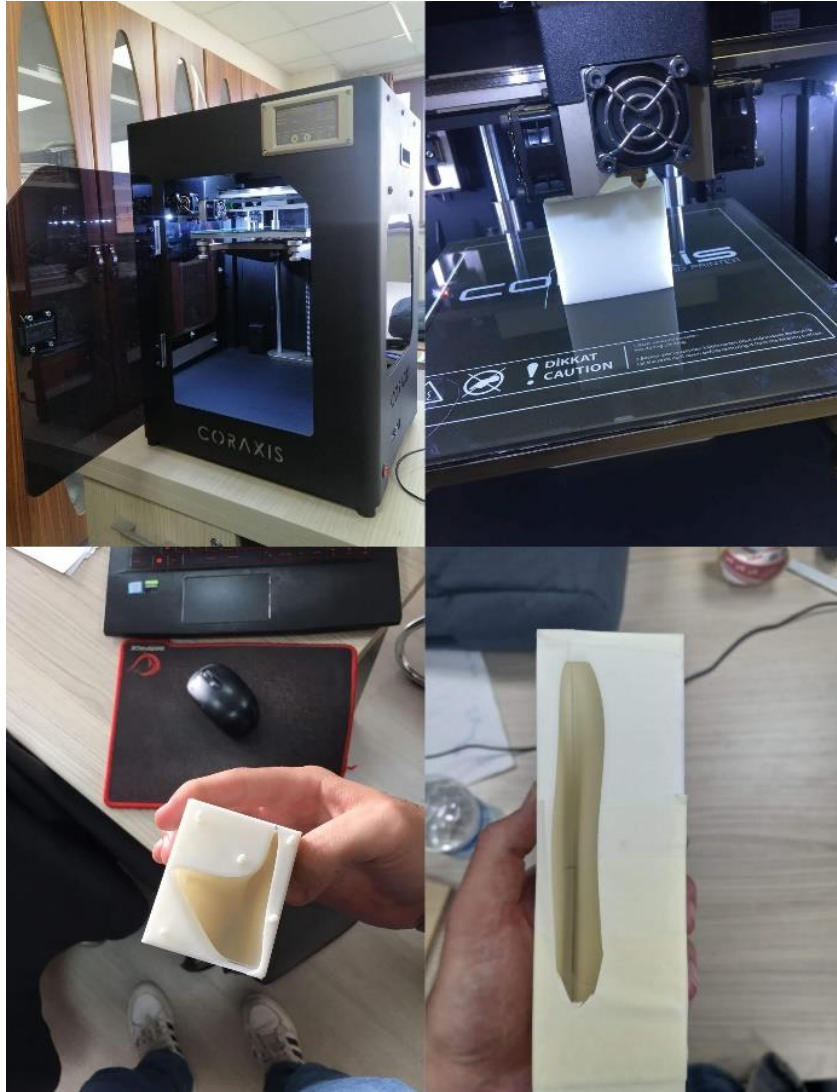
3.4. 3d (Üç Boyutlu) Yazıcıda Kalıbın Basılması

Üç boyutlu yazıcıda üretim yapabilmek için çizimlerin yazıcı diline dönüştürülmesi gerekmektedir. Bunun için uygun bir ara yazılım kullanılması gerekmektedir. Bu çalışmada, Ultimaker Cura programı kullanılmıştır. 3ds max programında oluşturulan üç boyutlu model uygun formata dönüştürüldükten sonra Ultimaker Cura programında açılmış ve kullanılacak üç boyutlu yazıcının özelliklerine göre parametreler hazırlanmıştır. Tüm işlemler bittikten sonra çizimin g code dönüşümü yapılmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Kalıbın üç boyutlu yazıcıya hazırlanması

Alınan kod kullanılacak üç boyutlu yazıcıya aktarılmıştır. Yazıcıda kalıbın üretimi yapılır (Şekil 6). Bu çalışmada Coraxis marka üç boyutlu yazıcı kullanılmıştır.



Şekil 6. Üç boyutlu yazıcıda kalıbın üretilmesi

3.5. Modelin Üretimi

Üç boyutlu yazıcıda üretilen kalıbın parçaları, sökülebilir şekilde bir araya getirilmiştir. Gerçek ölçüsünde çimento kullanılması düşünülen oturma bankının 1/10 ölçekli üretiminde çimentoya muadil olması için saten alçı tercih edilmiştir. İçerisinde mukavemet oluşması için kullanılan inşaat metalinin yerine ise metal tel tercih edilmiştir.

Kalıp içerisine saten alçı şırınga yardımıyla boşaltılırken bir yandan da metal teller yerleştirilmiştir. Saten alçı kalıp içerisine boşaltıldıktan sonra kuruması beklenmiştir. Kuruyan model kalıptan çıkarılıp ve modelin üretimi tamamlanmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Modelin kalıplama işlemi

Bu yöntemle aynı kalıpla istenilen sayıda model üretilebilmektedir. Kent mekanlarında, oturma bankı dışında kullanılacak farklı donatı modelleri içinde üç boyutlu yazıcı kullanılabilir. Diğer ürünlerin üretimleri de tamamlandıktan sonra kent mekanlarında kullanabilmek için 1/10 ölçekli tasarımların üretimleri gerçekleştirilmiştir. Şekil 8'de ölçekli kent mobilyaları, donatıları ve aydınlatma armatürlerinden oluşan bir

tasarım modeli örneği verilmiştir. Bu örnekte kullanılan oturma bankı, bu çalışmanın ana ürünü olan fütüristik oturma bankı modelidir. Aydınlatma elemanları olarak, cam ve plastik malzemelerin kullanıldığı bir model seçilmiştir. Bu modelin plastik enjeksiyon olduğu varsayılan parçaları, üçboyutlu yazıcıda üretilmiştir. Şeffaf olan kısmının cam olduğu varsayılan parçaları için, cam pipet kullanılmıştır. Aydınlatma için ise mikro ledlerden oluşan ışık zinciri adı verilen, pil ile çalışan ürün kullanılmıştır. Çöp kovasının ölçekli üretiminde yine üç boyutlu yazıcı kullanılmıştır. Üç boyutlu yazıcıdan çıkan ürün ile oturma bankı renk uyumu oluşması için siyah renkte spreyci boya kullanılmıştır.



Şekil 8. Ölçekli kentsel tasarım örneği

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Afyon Kocatepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü dördüncü sınıf öğrencilerinin, kent mobilyaları dersi kapsamında üç boyutlu yazıcıyı ders sürecinde tasarım ürünlerini oluşturmaya yönelik deneyimlerine yer verilmiştir. Kent Mobilyaları dersi sürecinde, tasarlaması ve üretimi geleneksel modellere oranla daha zor olan fütüristik oturma bankı modeli, bir grup öğrenciye ödev olarak verilmiştir. Öğrenciler bu süreçte oturma bankı modelinin üç boyutlu tasarımından, ölçekli üretimine kadar tüm süreçlere katkı sağlayarak, deneyimlemiştir. Bilgisayar destekli çizim programlarında üç boyutlu olarak tasarlanan fütüristik oturma bankı modelinin, kalıp tasarımı da üç boyutlu olarak tasarlanmış ve kalıp üç boyutlu yazıcıda üretilmiştir.

Çalışmanın sonucunda; öğrenciler, farklı şekillerdeki modellerin tasarımları ve üretimlerinde dikkat edilmesi gereken unsurlar hakkında bilgilendirilmiştir. Bu bilgiler ışığında öğrenciler üç boyutlu fütüristik bir model oluşturmak, modelin kalıbının çıkarılması, çıkarılan kalıp ile ölçekli ürün üretilmesi süreçlerini değerlendirmişlerdir.

Tasarımın üretime aktarılma süreci gerçek ölçekte biraz daha farklı da olsa, ölçekli üretimde de öğrenciler tasarımlarda üretilebilirliği sorgulamaya başlamıştır. Her tasarımın üretilmediğini, malzeme, konstrüksiyon, maliyet gibi konuların tasarımı doğrudan etkilediğini fark etmişlerdir.

Normalde üç boyutlu yazıcı ile oturma elemanının kendisi ölçekli olarak üretilebilmektedir. Ancak gerçek üretimde böyle bir üretim yönteminin olmadığı düşünülmektedir. Bu nedenle kalıp ile üretimi yapılabilen bir model seçilmiştir ve üç boyutlu yazıcıda kalıp üretilmiştir. Gelişen teknoloji ile inşaat malzemeleri kullanarak büyük ebatlı üç boyutlu yazıcılarda gerçek ölçekli yapıların üretim çalışmaları bulunmaktadır. Büyük ebatlı farklı malzemelerin kullanılabilirdiği üç boyutlu yazıcı ile oturma bankları gibi birçok ürününün de üretim çalışmaları yapılabilmektedir.

Özel sektörde, üç boyutlu yazıcı ile birçok ürünün önemli parçalarının tasarımlarının prototiplerini arge çalışması için üretmek mümkündür. Üretilen prototipler kalıp olarak kullanılarak kum döküm gibi işlemlerle üretilebilmektedir. Üç boyutlu yazıcıda üretilen prototipler ile ürünlerin üzerinde ölçü, görsellik gibi testler yapılabilmektedir. Ölçüsünden emin olduktan sonra üründe plastik, alüminyum gibi esas olarak kullanılacak malzeme ile enjeksiyon, ekstrüzyon yöntemleriyle gerçek malzemesinde örnek üretimler yapılabilmektedir. Bu durum arge sürecini hızlandırmaktadır. Bu bağlamda tasarım ile ilgili eğitim veren bölümlerde öğrencilerin, eğitim süreçlerinde ilgili derslerde üç boyutlu yazıcıyı kullanmaları ve tasarladıkları ürünleri somut modellere dönüştürmeleri çalışma hayatlarına önemli katkılar sunacaktır.

TEŞEKKÜR

Çalışmamıza katkılarından dolayı Birol KABA, Büşra AKDAĞ, Cansu ÇİMEN, Dilara GÖKHAN, Kelsüme ÇELİK, Muhammet KUTLU ve Oğuzcan DEMİREL'e teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Akyol, E., (2006). Kent Mobilyaları Tasarım ve Kullanım Süreci, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Çakmaklı, C. Ve Selçuk, S. A. (2019). Biyomimetik Bakış Açısı ile Fütüristik Mimarlık Üzerine Bir İnceleme: John M. Johansen Mimarlığını Anlamak. ISAS2019, Ankara
- Çiftçi, S., K. ve Demirarslan, S. (2022). Cyberpunk Mekân Oluşumuna Etki Eden Başlıca Üsluplar: Minimalizm, Fütürizm ve Retro-Fütürizm. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, ISSN:2148-9963
- İşbeceren, M. Ü. ve Okuyucu, Ş. E. (2023). Parametrik Tasarım Yaklaşımı ile Tasarlanan Oturma Bankının Üniversite Öğrencileri Üzerinde Etkisi: Afyon Kocatepe Üniversitesi Örneği. *Journal of Planning, Architecture and Design*, 1 (1), 1-18.
- Karaduman, H. (2017). Sosyal Bilgiler Eğitiminde 3 Boyutlu Yazıcıların Kullanımı, *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 7 (3), 590-625.
- Kahveci, H., & Göker, P. (2020). Kent Mobilyaları Tasarım Dersi Stüdyo Çalışması; Üst Örtü-Oturma Birimi Ve Piknik Donatısı Tasarımı, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22 (3), 693-707.
- Kennedy, P. (2016). *Inventology: How we dream up things that change the world*. NYC: Houghton Mifflin Harcourt.
- Kiliç, T. (2020). Sanal Gerçeklik Teknolojisinin İç Mimarlık Eğitiminde Kullanılmasına Yönelik Bir Öğretim Modeli Önerisi, Doktora Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul.



- Küçüksolak, S. (2019). Üç Boyutlu Yazıcıların Eğitimde Kullanımı: Öğrenciler Üzerine Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi. Aksaray.
- Okuyucu, Ş. E. ve İşbeceren, M. Ü. (2023). The Effect Of Seating Elements İn Accordance With The For Social Distance On The Shopping Mall Preferences Of Customers İn The Post-Pandemic Process. *Ain Shams Engineering Journal*, 14, 102149.
- Sant'Elia, A. ve Marinetti, T. (1991). Fütürist Mimarlık, 20. Yüzyıl Mimarisinde Program ve Manifestolar, der. U. Conrads, çev. S. Yavuz, Şevki Vanlı Mimarlık Yayınları, Ankara.
- Ülker, O., & Erdem, H. E. (2019). Kutu Tipi Mobilya Konstrüksiyonlarında Kullanılan Minifikslerin 3b Yazıcıyla Prototip Üretimi. 4th International Congress On 3d Printing (Additive Manufacturing) Technologies And Digital Industry.
- Yıldıztepe, B. (2022). İç Mekân ve Çevre Tasarım Elemanlarında Sürdürülebilir Ham Maddeler ile 3 Boyutlu Yazıcıların Kullanımı, *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi*, 5 (1), 108-114.
- URL-1, A4 Üç Boyutlu Yazıcı. Erişim adresi: <https://www.coraxis3d.com/tr/p-a4-3d-yazici> (Erişim: 22 Eylül 2023)
- URL-2, PLA filament. Erişim adresi: <https://www.filamentmarketim.com/pla-filament> (Erişim: 22 Eylül 2023)
- URL-3, Usta R. COV_ID-19 Toplumsal Yaşantıyı Radikal Bir Şekilde Nasıl Dönüştürdü. Kent Hali Org. Erişim adresi: <http://kenthali.org/yazidetay> (Erişim: 23 April 2020).
- URL-4 Türk Dil Kurumu Sözlükleri. Erişim adresi: <https://sozluk.gov.tr/> (Erişim: 26 Eylül 2023).