

## MODLAR

# TARIM DRONU VE EKİPMANLARI KAVRAMSAL TASARIMI

Aslınaz Orak<sup>1</sup>, Alper Çalgüner<sup>2</sup>, Atayıl Koyuncu<sup>3</sup>

## 1. GİRİŞ

Bu çalışma, Gazi Üniversitesi – TUSAŞ işbirliğinde Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü 4. Sınıf – mezuniyet projesi kapsamında yapılmıştır. Yürütülen proje bir tarım dronu ile ilgilidir.

Proje konusu belirlenirken dron tanımı tekrar yapılmış, tarım süreci aşamalandırılmış bu aşamalar dron tanımı ile ilişkilendirilmiş ve dronun görev tanımı yapılmıştır.

## 2. DRONUN GÖREV TANIMI

### 2.1 Dron

Dron: İnsanlar için kirli, tehlikeli veya zaman-maliyet açısından güç işleri tamamlamak, kimi zaman piyasada ke-

yif ürünü olarak nitelendirilebilecek alanda kendisine yer bulan insansız hava araçlarıdır.

### 2.2 Tarım Faaliyetleri

Tarım sürecinin aşamandırılması;

- Toprak hazırlığı
  - Ekim öncesi tohum ilaçlama
  - Gübreleme
  - Ekim
  - İlaçlama
  - Sulama
  - Yabancı ot kontrolü
  - Hasat
- olarak belirlenmiştir.

<sup>1</sup> Öğrenci, Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü - [aslinaz.orak@gmail.com](mailto:aslinaz.orak@gmail.com)

<sup>2</sup> Doç. Dr., Öğretim Üyesi, Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü - [acalguner@gmail.com](mailto:acalguner@gmail.com)

<sup>3</sup> TUSAŞ - [atayil.koyuncu@tai.com.tr](mailto:atayil.koyuncu@tai.com.tr)

## 2.3 Dron Görev Tanımı

Dron tanımı ve tarım faaliyetleri ilişkilendirmesinin ardından dronun görev tanımı yapılmıştır.

- Tohum ilaçlama
- Topraktaki su kontrolü
- İlaçlama
- Ürün sağlığı kontrolü
- Sulama

## 3. ÜRÜN TASARIMI

### 3.1 Süreç

Belirlenen kriterler doğrultusunda sıvı taşıma (ilaç-su), sıvı püskürtme ve kullanıcı ilişkisi konularına ağırlık verilerek proje süreci yürütülmüştür.

Çalışmada ilk olarak (Şekil 1) elastik yapıda olmak üzere sıvı haznesi, hazneyi taşıma görevindeki dron ve sıvı

haznesine su dolumunu sağlayacak olan sistem üzerinde durulmuştur.

Tarım alanında bulunacak olan sıvı dolum sistemi tarım alanına kurulmuş su iletim ekipmanları üzerinden sıvı haznesini doldurma görevine sahip. Hazneyi doldurmak için kullanılacak bir su pompası ile haznenin dolumunun sağlanması üzerine çalışmalar yürütülmüştür.

### 3.2 Ürün Kararları

Yapılan araştırmalar, çizimler ve çalışmalar sonucunda dronun;

- Dron
- Sıvı taşıma tankı
- Tohum ilaçlama tankı
- Dron standı
- Sıvı tankı standı

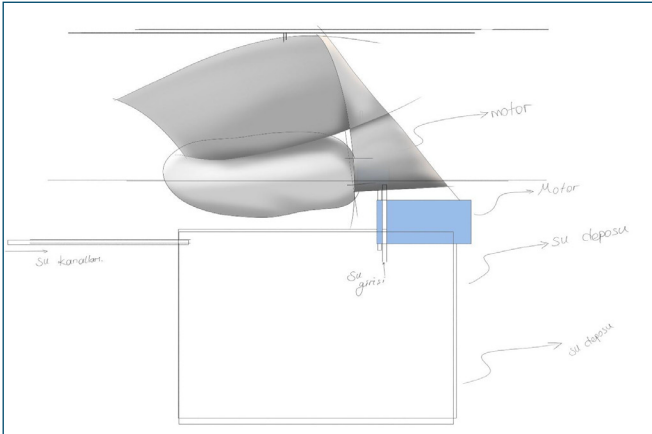
olarak beş temel parçadan oluşmasına karar verilmiştir.

Dron, tanımı gereği ses, görüntü, ürün taşımak için kullanılan araçlardır ve buna uygun olarak tarım bölgesinin sulama/ilaçlama işlemlerine katılmak, bölgenin görüntüleri aktarmak görevlerini yerine getirmesi gözetilerek tasarlanmıştır. Belirtilen görevlere uygun termal algılayıcılar ve kamerası mevcut olan dronun bölgeden aldığı görsel verileri, mahsul sağlığı ve yabancı ot kontrolü ile ilgili verileri kullanıcıya iletmesi hedeflenmektedir.

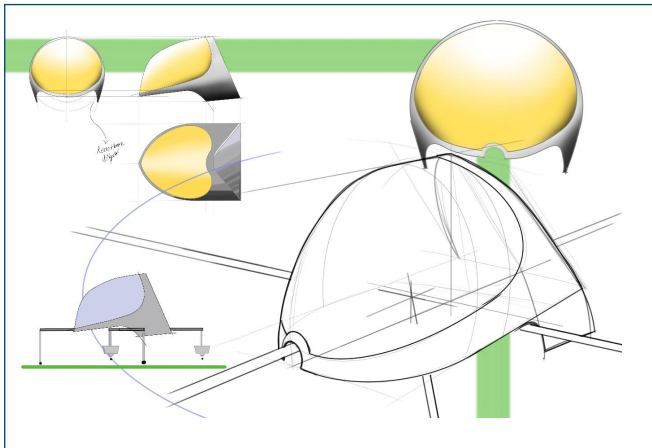
Sıvı tankı; dron ile kenetlenmesini uçuş öncesinde sağlamak ve uçuş dışındaki zaman diliminde tarım bölgesindeki standında konumlanmaktadır. Tarım bölgesindeki stand üzerinden tankın su dolumu yapılmaktadır. Bununla birlikte standın üzerinde bulunan monokristal güneş paneli ile Li-Po bataryanın dolumu yapılmaktadır. Söz konusu batarya dolum için sıvı tankı üzerinde tank yatağında konumlandırılmakta ve uçuş öncesi sıvı tankından ayrılıp drona bağlanmaktadır.

Sıvı tankının bünyesinde püskürtme elemanları (polikarbonat borular, püskürtücü memeler), su pompası, dron ile kenetlenme birimi bulunmaktadır. Uçuş sırasındaki dengenin bozulmaması; tankın içerisindeki sıvının dalgalanmasını en aza indirmek adına tankın içerisine ağırlık merkezi göze alınarak seperatörler yerleştirilmiştir. Bu seperatörlerin tabana yakın bölgelerdeki delikleri ile sıvı geçişi sağlanırken, seperatörlerin iç hacimdeki yüksekliği iç hacmin %90 ı olacak şekilde belirlenmiştir.

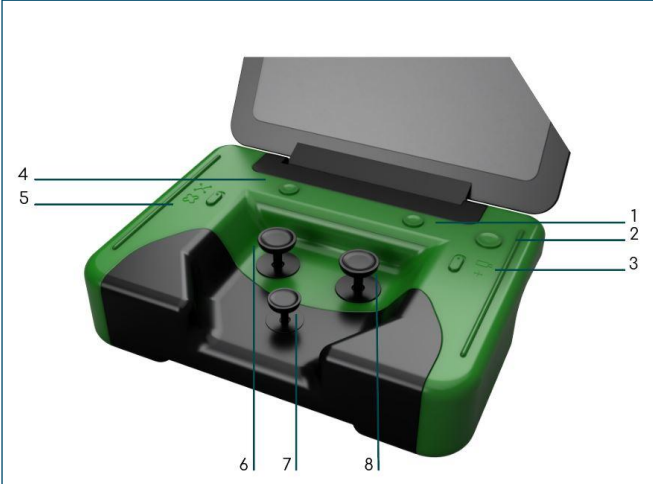
Sıvı tankı ile uçuş sırasında konumlanmada zedeleyici un-



Şekil 1. Çalışma Prensibi



Şekil 2. Form Çalışması, Püskürtme Elemanları ve Ayaklar

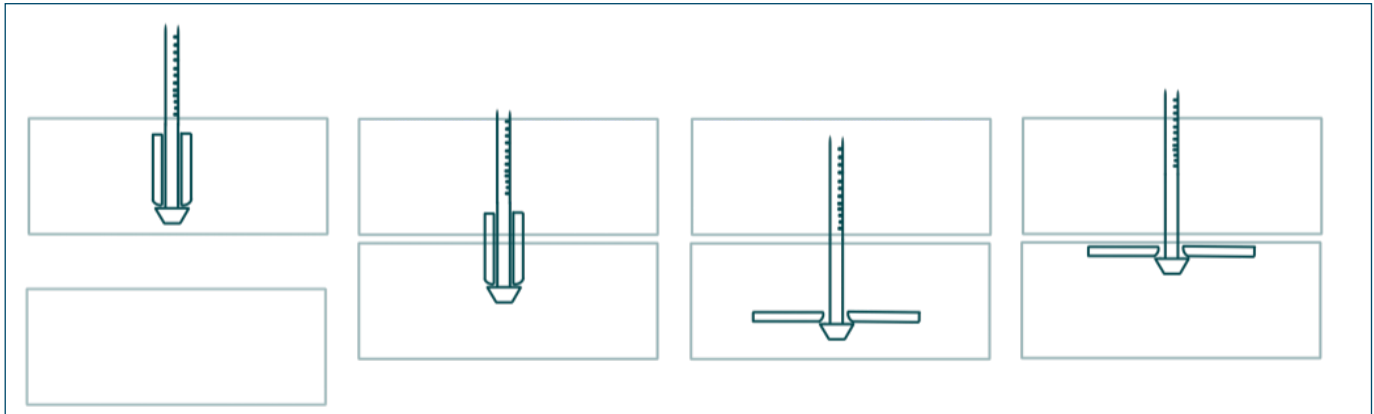


Şekil 3. Konsol Detayları

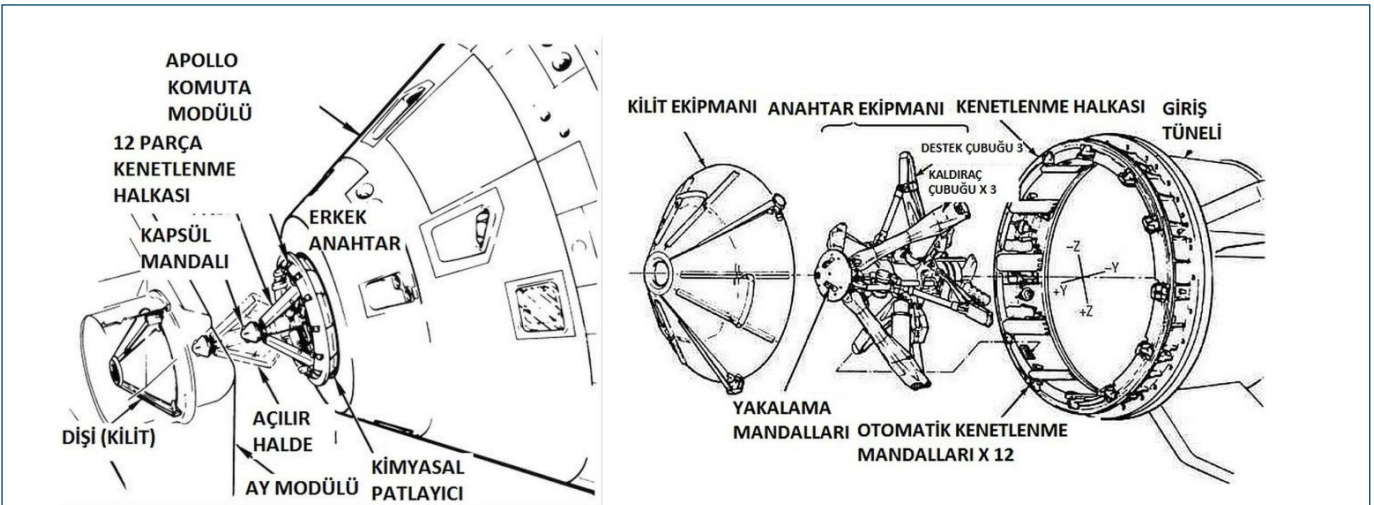
surları önlemek adına tankın zemin bölgesine belirli noktalara silikon pabuclar yerleştirilmiştir.

Sıvı tankının tarım bölgesinde konumlanacağı ve bölgeye kurulmuş tesisat ile su dolumu yapılacak olan yatağın zeminde sabitlenmesi için toprak altında kalacak olan 4 tane ayağı mevcuttur. Söz konusu yatağın bu ayaklarla aynı şekilde toprak altında kalacak olan, toprağın su dengeğini kontrol etmek için tansiyonometresi de mevcuttur. Tohum ilaçlama tankı; üzerine sıvı tankının eklenmesi ile buradaki püskürtme basıncından yararlanılarak tank içerisinde hava sirkülasyonu sağlanarak tohumların ilaçlanması göreviyle ürün grubu içerisinde bulunmaktadır.

Dronun kontrolünün sağlandığı konsolda; başlatma düğmesi(2), irtifa/güç kontrolü(8), yön kontrolü(6) ve kamera açısı kontrolü(7) olmak üzere üç stick; kamera ekranı - harita ekranı(3), dron - tohum tankı modu(5) olmak üzere mod seçenekleri tercihini sağlayan geçiş düğmeleri; pilin sadece dönüşe yetecek kadar enerji içerdiği durumda otomatik olarak başlayan ve kullanıcı tarafından da ge-



Şekil 4. Dron-Sıvı Tankı/ Dron-Dron Sandı Kenetlenmesi



Şekil 5. Apollo Kenetlenme Sistemi



rekli durumlarda kontrol edilmesini sağlayan otopilot-üsse dönüş(1) düğmesi, sulama/ilaçlama başlatma/bitirme düğmesi (4) bulunmaktadır.

### 3.3 Araştırma ve Geliştirme – Analiz Aşamaları

Yapılan analizlerde dronun yük (sıvı tankı) taşıma sırasında kenetlenme noktasında oluşan kuvvetin ürün yapısına zarar vereceği görüldü ve çalışmalar bu alanda yoğunlaşmıştır. Kenetlenme sisteminin güçlü ve uçuş sırasında stabil olabilmesini sağlamak için, Apollo kenetlenme sistemi (Şekil 5) incelendi ve temelde buradakine benzer bir kenetlenme sistemi (Şekil 4) kullanılmıştır.

Yapılan araştırmalar doğrultusunda pervane-motor çekiş gücü ile ilgili çekiş gücünün toplam yükün iki katı kadar olması gerektiği bilgisi edinilmiş ve pervane ölçüleri, motor gücü gibi değerler bu bilgiler ışığında belirlenmiştir.

## 4. NİHAİ ÜRÜN

Ürün tasarım süreci sonunda 'tarım ekipmanları' olarak nitelendirilen ürün ailesini dron, sıvı tankı, konsol, tohum ilaçlama tankı, dron standı ve sıvı tankı yatağı oluşturmaktadır.



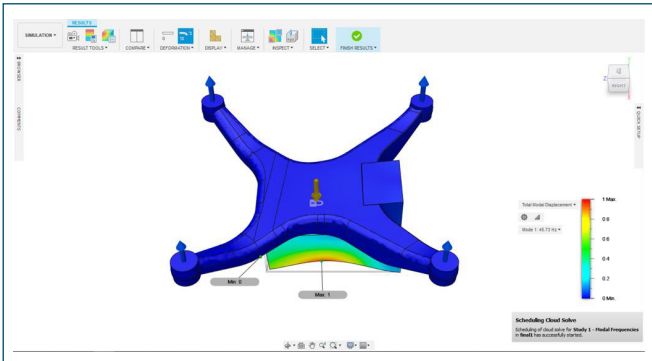
Şekil 8. Dron ve Sıvı Tankı (uçuş)



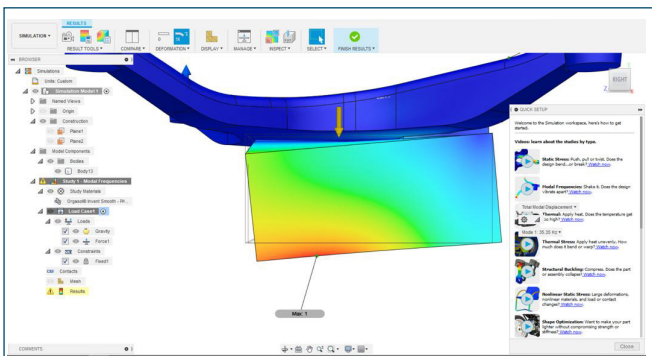
Şekil 9. Sıvı Tankı ve Yatağı (Tarım Bölgesinde Toprak Üstü Görünümü)



Şekil 10. Sıvı Tankı Yatağı (toprak altında kalan ayaklar ve tansiyonmetre ile birlikte görünümü)



Şekil 6. Statik Analiz



Şekil 7. Analiz-2

Kullanım sırası ile ürün görev ve nitelikleri;

Dron; uçuş yapmadığı zaman diliminde muhafazasını sağlamak üzere tasarlanmış standın üzerinde konumlanmaktadır.

Belirtilen stant aynı zamanda dronun keşif uçuşu sürecine ayak olarak dahil olmaktadır.



Şekil 11. Tohum İlaçlama Tankı

Sıvı tankına sabit elemanlar: püskürtme elemanları, dron-sıvı tankı kenetlenme elemanı ve su pompasıdır.

Sıvı tankı kullanım dışındaki zaman diliminde tarım arazisinde, özelleştirilmiş yatağında konumlanmakta ve tanka su dolumu burada, tarım arazisine yerleştirilmiş su tesisi üzerinden yapılmaktadır. Söz konusu tank yatağının sahip olduğu monokristal güneş paneli ile dronun ve ekipmanlarının enerji ihtiyacı karşılanmakta olup batarya dolumu burada yapılmaktadır.

Kullanıcının sulama/ilaçlama yapacağı zaman dronu standın üzerinden alması, sıvı tankına yerleştirilmesi öngörülmektedir.

Kullanıcı konsol üzerindeki güç butonuna bastığında dron-sıvı tankı kenetlenmesini sağlamakta, ardından uçuş başlatmakta ve keşif-sulama/ilaçlama işlemleri gerçekleştirilmektedir.

## 5. PROJE EKİBİNİN KAZANIMLARI

“Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü ile gerçekleştirdiğimiz çalışmada kavramsal tasarım olarak ortaya çıkan Tarım Dronu, TUSAŞ’ın gelecek ürün portfolyosunda yer alabilecektir. Konsept tasarım çalışmasında uygulanan Endüstriyel Tasarım metodları ve kullanılan araçlar, TUSAŞ’ın benzer ürünler için kullanacağı ürün geliştirme süreçlerine entegre edilebilecektir. Ayrıca süreç, Havacı-

lık ve Uzay Sanayisi’nde çalışabilecek yeni tasarımcıların, gerçekleştirilen işbirliği, tecrübe ve bilgi paylaşımı ile yetiştirilmesi için de faydalı olabilecektir.”

## 6. GELECEK ÇALIŞAMALAR

### 6.1 İyileştirme Önerileri

- 1) Dron:** Süreç kapsamında mekanik tasarımının temellerinin oluşturulduğu dron tasarımında söz konusu mekanik tasarımın detaylı ve analizlerle desteklenerek nihai hale getirilmesi hedeflenmektedir. Yapılan analizlerden hem mekanik tasarım hem de aerodinamik yapıya uygunluk ile ilgili alınacak veriler doğrultusunda dron formu; oluşabilecek değişimlere müsaade edecek şekilde oluşturulmuş; kamera ve batarya ölçüleri standart ölçülere olup bu alanlardaki değişikliklere açık haldedir. Yapılacak olan analizler doğrultusunda değişime açık bir diğer unsur olan pervanelerin ölçüleri, ve dönüş-itiş kuvvetleri mevcut dronlardaki kuvvetler baz alınarak oluşturulmuş, ölçü olarak değişime ihtiyaç duymasa da yapı ve malzeme olarak revize edilebilir durumdadır.
- 2) Konsol:** Konsolun arayüzü kullanıcının aktif kullanacağı baş parmaklarının taradığı alan baz alınarak oluşturulmuştur. Bu arayüzde bulunan her bir kontrol edici, kullanım sıklığı gözetilerek yerleştirilmiştir. Kullanıcı ile ilişkisi gözetilerek oluşturulan formun yine kullanıcı ilişkisine bağlı olarak yapılan çalışmalar ile revize edilebileceği; arayüzde kullanılan kontrol edici stick, mod geçişi sağlayan ve kullanıcının gerekli seçimleri yapacağı butonların yapısı da kullanıcı ilişkisine bağlı olarak revize edilebileceği; yapılacak olan analizlerde ve testlerde buton sayısının arttırılabileceği öngörülmektedir.
- 3) Sıvı tankı:** Sıvı tankının iç hacmi 10 litre baz alınarak ölçüleri oluşturulmuş olup bataryanın tank üzerinde konumlanacağı alanlar belirlenmiştir. Bataryada veya sıvı tankına sabit su pompası kenetlenme elemanı gibi unsurlarda oluşacak değişiklikler sıvı tankında da karşılığını bulmalıdır. Yapılacak analizlerden alınacak veriler doğrultusunda basınca bağlı sıvı püskürtme elemanlarında değişiklik yapılacaktır.

- 4) **Tohum ilaçlama tankı:** Tohum ilaçlama tankı 1 kg buğday tohumunun hacmi baz alınarak tasarlanmıştır. Tohumların içeride oluşturulacak hava sirkülasyonu ile ilaçlanması hedeflenmekte olup, söz konusu sirkülasyon hacmi tohum hacminin 10 katı olacak şekilde tasarlanmıştır. Tohum ilaçlama tankı sıvı tankı ile birlikte çalışır durumda ve konsol yardımı ile kontrolünün sağlanmasının öngörüldüğü bir senaryo üzerinden tasarımı tamamlanmıştır. Yapılacak olan analiz ve testlerin ardından gerek iç hacim- sirkülasyon hacmi gerekse iç hacme bağlı ürün formunda değişiklikler yapılması gerekecektir. İç hacimdeki sirkülasyonun sıvı tankındaki püskürtme elemanlarında var olan püskürtme basıncı ile sağlanacağı üzerine kurgulanmış olan sistemde, yine yapılacak testlerden alınan veriler ile bu basıncı artırıcı elemanlar ve sistem ilavesi ile ürünün; tohum ilaçlama konusunda da yüksek verim elde etmesi sağlanabileceği öngörülmektedir.

## 6.2 Gelecek Çalışmalar

Tarım dronu ve dron ekipmanları çerçevesinde yürütülen projenin akademik anlamda devamlılığını sağlayacak;

- Dron ile sulama/ilaçlama yapılacak zirai ürünler
- Zirai ürünlerin birim başına ihtiyacı olan su/ilaç ihtiyaçları ve analizi
- Sinyalizasyon ile zirai ürün sağlığı kontrolü gibi konularda çalışma genişletilebilir, dron ve ekipmanlarının üretimi sırasında yürütülecek olan söz konusu çalışmalar ilgili hususların belirlenmesine yardımcı olabilir.

Mezuniyet projesi kapsamında yürütülen proje; ilgili analizlerden (dayanım testleri, aerodinamik yapıya uygunluk testleri vb.) edinilecek veriler ile yük miktarı/kaldırma gücü, enerji ihtiyacı tespiti/batarya kapasitesi gibi sonuçlara ulaşılabilecek ve mekanik tasarımı da tamamlandıktan sonra üretime hazır hale getirilecektir.

## KAYNAKÇA

1. **Barba, D., Alabort, E.** Synthetic bone: Design by Additive Manufacturing, Acta Biomaterialia, August 2019.
2. **Sharma, D., Prof. Babele, V.** Design for Additively Manufactured Structure: An Assessment, International Journal of Trend in Scientific Research and Development, March – April 2019
3. **Yuanbin Wang and Xun Xu,** Design for Additive Manufacturing in the Cloud Platform, 12th International Manufacturing Science and Engineering Conference, June 2017
4. **Gül Kremer,** Design for Additive Manufacturing Inspired by TRIZ, International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference, August 2018
5. **Leon, H.,** Design for Additive Manufacturing of Robotic Hand with Two Thumbs, January 2020.
6. **Hallgren, S., Pejryd, L., Ekengen, J.** (Re)Design for Additive Manufacturing, 2016.
7. **Booth, J., Thira, N.** Reid, The Design for Additive Manufacturing Worksheet, Journal of Mechanical Design, July 2017
8. **Saliba, S., and J.C. Kirkman-Brown,** Temporal Design for Additive Manufacturing, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, December 2019.
9. **Furkan Gümüş,** Bilgisayarla Bütünleşik İmalat Sistemi Tasarımı, Journal of Engineer Brains, 2017.
10. **Demet G. Ertaş,** Endüstri Ürünleri Tasarımında Strüktür, İTÜ Dergisi, mart 2009.
11. **Ömer Keleşoğlu, Adem Fırat,** İç Basınç Altında İnce Cidarlı Kabukların Yapay Sinir Ağları ile Çözümü, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2006.
12. **Nilgün İnan,** Kinetik Yapı Tasarımında İşlevsel Esneklik ve Entegre Sistemlerin Kullanım Önerisi, Gazi Üniversitesi Mimarlık Anabilim Dalı Doktora Tezi, Ekim 2014.
13. **Sevde D. Karayel,** Ofis Mobilyaları Üreten Bir Firmada Hücre Tasarımı ve Hücre Etkinliğinin Belirlenmesi, Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Eylül 2014.