

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ELEKTRİK-ELEKTRONİK FAKÜLTESİ

2023-2024 EĞİTİM-ÖĞRETİM YILI
ÇOK DİSİPLİNLİ TASARIM PROJESİ

**KONU: 3 Eksenli Robot ile 2 Boyutlu Nesnelerin Sınırları
Belirli Bir Alana Yerleştirilmesi**

Doç. Dr. Umut Engin AYTEN

İÇERİK

Amaç

Kapsam ve Minimum Çıktılar

Bonus Çıktılar

Değerlendirme

Proje Takvimi

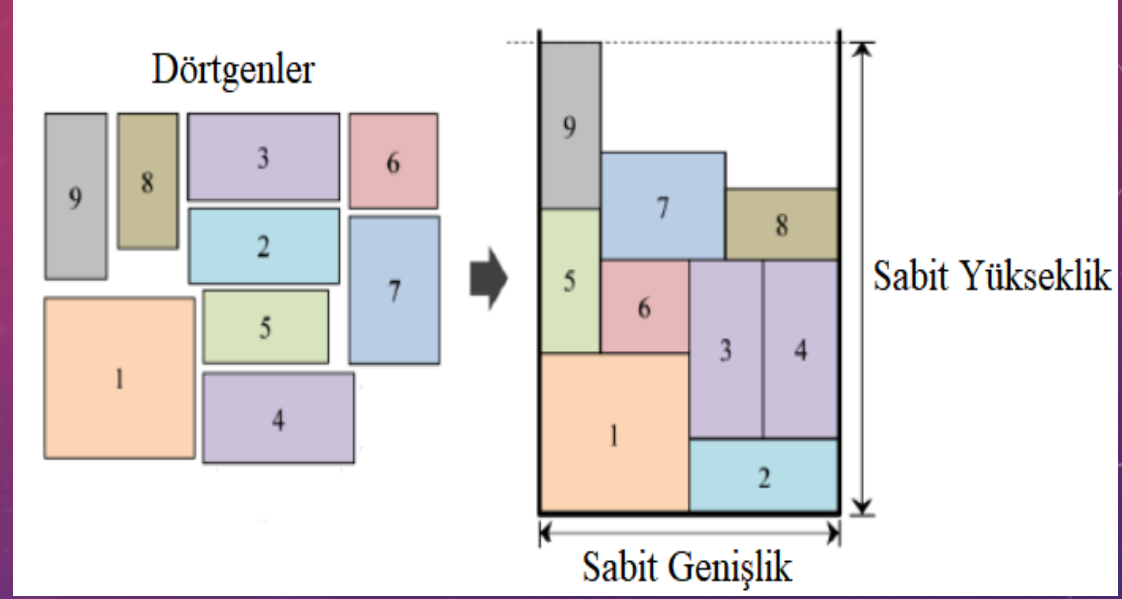
Uygulama Esasları ve Rapor Şablonları

Konunun Detaylı Anlatımı

Kaynakça

PROJE KONUSUNUN AMACI

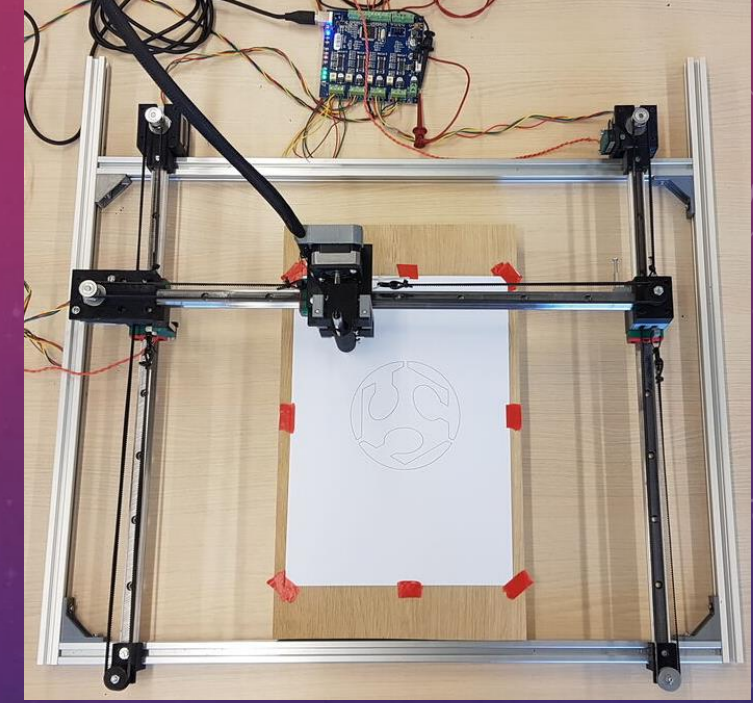
- ✓ Bu projede, ilk olarak sınırları belirlenmiş iki boyutlu bir alana yine iki boyutlu nesnelerin minimum alan kaplayacak şekilde optimum olarak yerleştirilmesi amaçlanmıştır.



Bu amaç için literatür taraması yapılacak ve bir optimizasyon yöntemi seçilerek, sınırları belirlenmiş bir kağıt üzerine, boyutları birbirinden farklı iki boyutlu nesnelerin yerleşim işlemi gerçekleştirilecektir. Seçilen optimizasyon yönteminin başarısı boşta kalan alanların yüzdelik mertebesi üzerinden hesaplanacak ve literatür karşılaştırması yapılacaktır. Bu işlem için benchmark olarak literatürde verilen veri kümelerinden bir tanesi kullanılacaktır.

PROJE KONUSUNUN AMACI

- ✓ Bu projede ikinci olarak, üç eksen hareket yeteneğine sahip bir robotik tasarım yapılacaktır.



- ! Bu robotik tasarım ile sınırlandırılmış alana yerleştirilen nesnelerin kesim veya paketlenme işlemi yapılacaktır (kesim veya paketlenme işleminin mekaniksel zorluklarından ve iş güvenliği sorunlarından dolayı sadece belirlenmiş alan içerisine 2D nesnelerin çizimi 3 eksenli robot tarafından yapılacaktır).

PROJE KONUSUNUN KAPSAMI VE MINIMUM ÇIKTILAR

Projenin adımları ve minimum çıktılar aşağıda listelenmiştir.

- ✓ Optimizasyon işlemi için literatürdeki yöntemlerin incelenmesi.
- ✓ Seçilen optimizasyon yönteminin yazılımının gerçekleştirilmesi
- ✓ Optimizasyon yazılımının başarımının benchmark'lar ile testlerinin gerçekleştirilmesi ve başarı oranının tespit edilmesi.
- ✓ Üç eksenli robotun mekanik tasarımının yapılması.
- ✓ Üç eksenli robotun elektronik donanımının gerçekleştirilmesi
- ✓ Üç eksenli robot ile belirlenmiş alana 2D nesnelerin çizimi işlemini gerçekleştirecek şekilde gömülü sistem yazılımının gerçekleştirilmesi.

BONUS ÇIKTILAR

- ✓ Etiketlerin dörtgen biçimi haricinde, daire veya kısmi dairesel biçimli olarak belirlenmesi.
- ✓ Literatürdeki optimizasyon yöntemlerinin iyileştirilecek şekilde yeni optimizasyon yaklaşımları üzerinde uğraşılması.
- ✓ Bu projede belirlenen robotik işlem için özgün bir tasarım gerçekleştirilmesi.
- ✓ Etiket kesimi veya paket yerleşimi işleminin fiziksel olarak gerçekleştirilmesinden sonra görüntü işleme teknikleri ile işlemin başarısının tespiti.

PROJE DEĞERLENDİRMESİ

- ✓ Literatür araştırmasının detaylı olarak gerçekleştirme durumu
- ✓ Seçilen optimizasyon yönteminin yazılımının gerçekleştirilmesi
- ✓ Optimizasyon işlemi ile elde edilen başarımın literatür karşılaştırmasının yapılması
- ✓ Üç eksenli robot için mekanik, elektronik donanım ve gömülü sistem yazılım tasarım kabiliyeti
- ✓ Çözüm yöntemleri ve uygulanabilirliği, verimliliği
- ✓ Farklılık oluşturabilecek çözüm yöntemleri
- ✓ Ekibin projede ortak paylaşımı, planlama
- ✓ Projenin yönetim planı ve sonuç raporu
- ✓ Projenin proje pazarında sunumu

PROJE DÖNEM TAKVİMİ

Çok Disiplinli Tasarım Projesi (ÇDTP) Süreçleri		Sorumlu
FYK'da ÇDTP konusu belirlenmesi.	Dönem Öncesi	Dekanlık ve FYK
ÇDTP konusunun Bölüm web sayfalarından ilanı ve bilgilendirme toplantısının yapılması.	2. hafta	Dekanlık ve Bölüm Başkanlıkları
ÇDTP dersinin gruplarının (6-7 öğrenciden oluşan takımlar) oluşturulması ve gruplara danışman atanması. OBS üzerinden gruplar oluşturulacaktır.	2. hafta	Dekanlık ve Bölüm Başkanlıkları
Tanışma toplantısı düzenleme. Danışman, grup öğrencilerini bir araya getirecek ve dönem içindeki çalışma takvimini oluşturacaktır.	3. hafta	Danışman
ÇDTP Yönetim Planının hazırlanması ve danışmana teslimi	6. Hafta	Takım
ÇDTP proje sonuç raporunun hazırlanması ve danışmana sunum	14. Hafta	Takım
ÇDTP proje pazarına katılım. Tüm grupların ve tüm öğrencilerin katılımı zorunludur.	Final haftası	Takım
Proje pazarında aynı zamanda ÇDTP proje yarışması yapılacaktır.	Final haftası	Takım

ÇDTP UYGULAMA ESASLARI VE RAPOR ŞABLONLARI

- ✓ Bölüm internet sayfalarında ÇDTP dersine ait uygulama esasları, rapor şablonları, ÇDTP takvimi ve gerekli duyurular yapılacaktır.
- ✓ Çok Disiplinli Tasarım Projesi Uygulama Esasları, YTÜ'nün kalite yönetimi kapsamında belge numaralı olarak yayınlı durumdadır. Doküman No: DD-063; Revizyon Tarihi: 23.09.2019.
- ✓ Çok Disiplinli Tasarım Projesi Yönetim Planı da aynı şekilde FR-1558 doküman numarası ile yayınlı durumdadır.
- ✓ Çok Disiplinli Tasarım Projesi Sonuç Raporu'na ait şablon da FR-1557 doküman numarası ile yayınlı durumdadır.

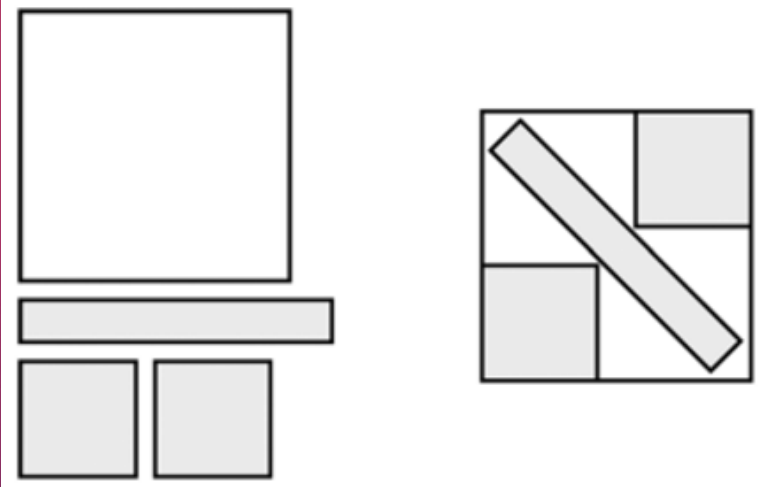
PROJE KONUSUNUN DETAYLARI

KONU: 3 Eksenli Robot ile 2 Boyutlu Nesnelerin Sınırları Belirli Bir Alana Yerleştirilmesi

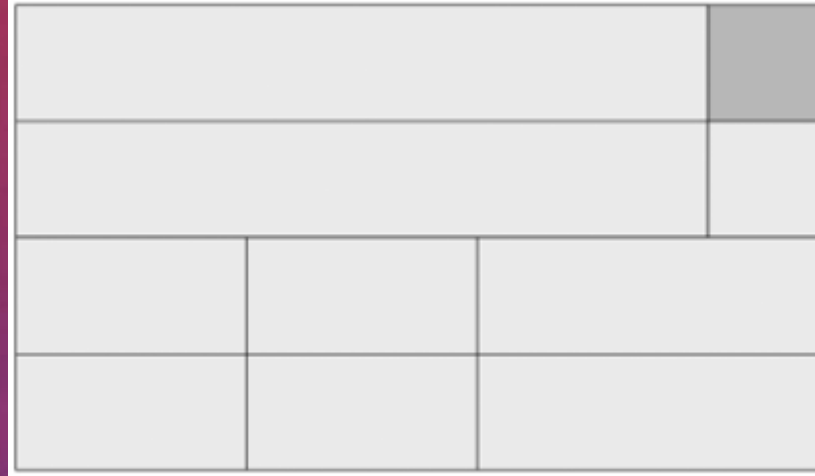
- Stok kesme problemi (CSP) ilk olarak Gilmore ve Gomory (1961) tarafından ortaya atılmıştır [1].
- Araştırmaları ve yayınları doğru bir şekilde sınıflandırmak için Dyckhoff (1990) kesme ve paketleme sorunlarına yönelik bir makale yayınlamıştır. Temel olarak isimlendirmede, problemin amacından kaynaklanan farklılık olmakla birlikte, problemin çözüm yaklaşımları ve varyantları benzerdir. Kesme ve paketleme problemleri, büyük nesnelerin ve küçük öğelerin geometrik kombinasyonlarından oluşan desenleri tanımlar. Paketleme sorunları durumunda büyük nesneler boş olarak tanımlanır ve küçük nesnelerle doldurulması gerekir. Kesme problemleri, küçük parçalara kesilmesi gereken büyük nesnelerle karakterize edilir. Çoğu kesme ve paketleme probleminin amacı, kesim kaybını veya israfını en aza indirmektir. Dyckhoff (1990), malzeme ve mekan ikiliğinden kaynaklanan kesme ve paketleme sorunları arasındaki güçlü ilişkiyi vurgulamaktadır [2].
- Bu problem kesme ve paketleme endüstrisinde çok sayıda uygulamaya sahip olduğundan uzun yıllardır geniş çapta araştırılmaktadır; ahşap, cam ve kumaş endüstrileri, gazete sayfaları, VLSI entegre devrelerde yerleşim planlaması vb. 2 boyutlu dikdörtgen paketleme ve kesme problemi NP zor bir problem olduğu gösterilmiştir (Hochbaum ve Maass, 1985) [3].

PROJE KONUSUNUN DETAYLARI

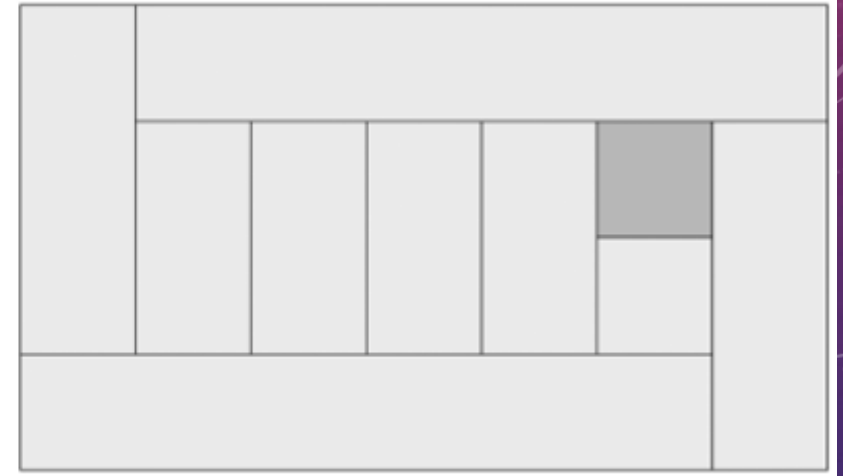
- Bu problemin çözüm amacına bağlı olarak birçok farklı yaklaşımı bulunmaktadır. Buna göre çeşitli makaleler ile kategorizasyon çalışmaları yapılmıştır.



Non-orthogonal yerleşim [4]

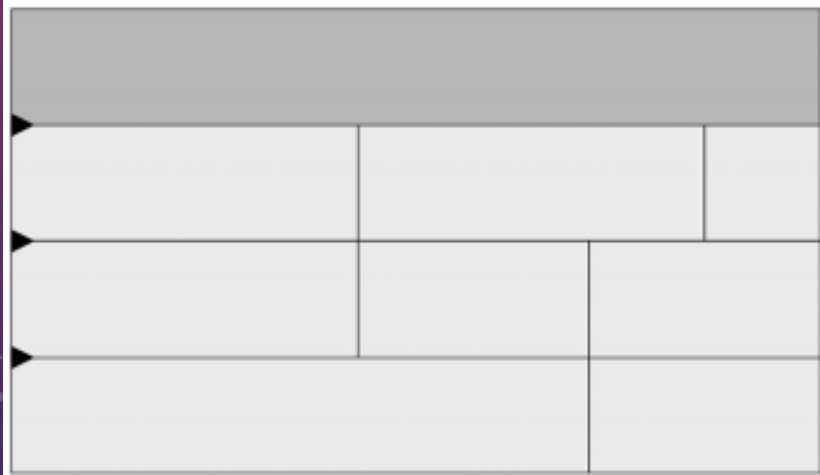


(a) Guillotine

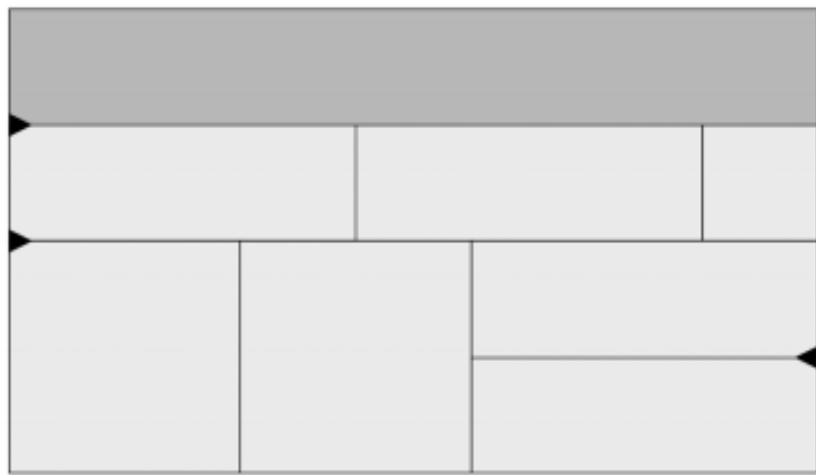


(b) Non-guillotine

Giyotin kesmeye uygun ve uygun olmayan yerleşim [4]



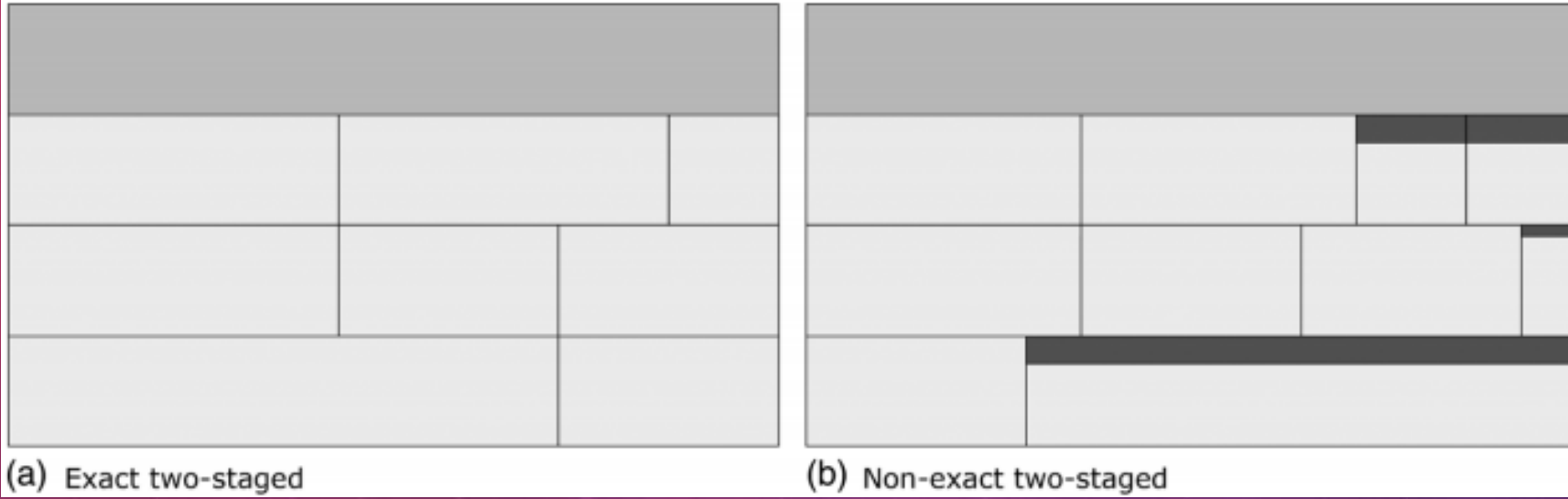
(a) Two-staged



(b) Three-staged

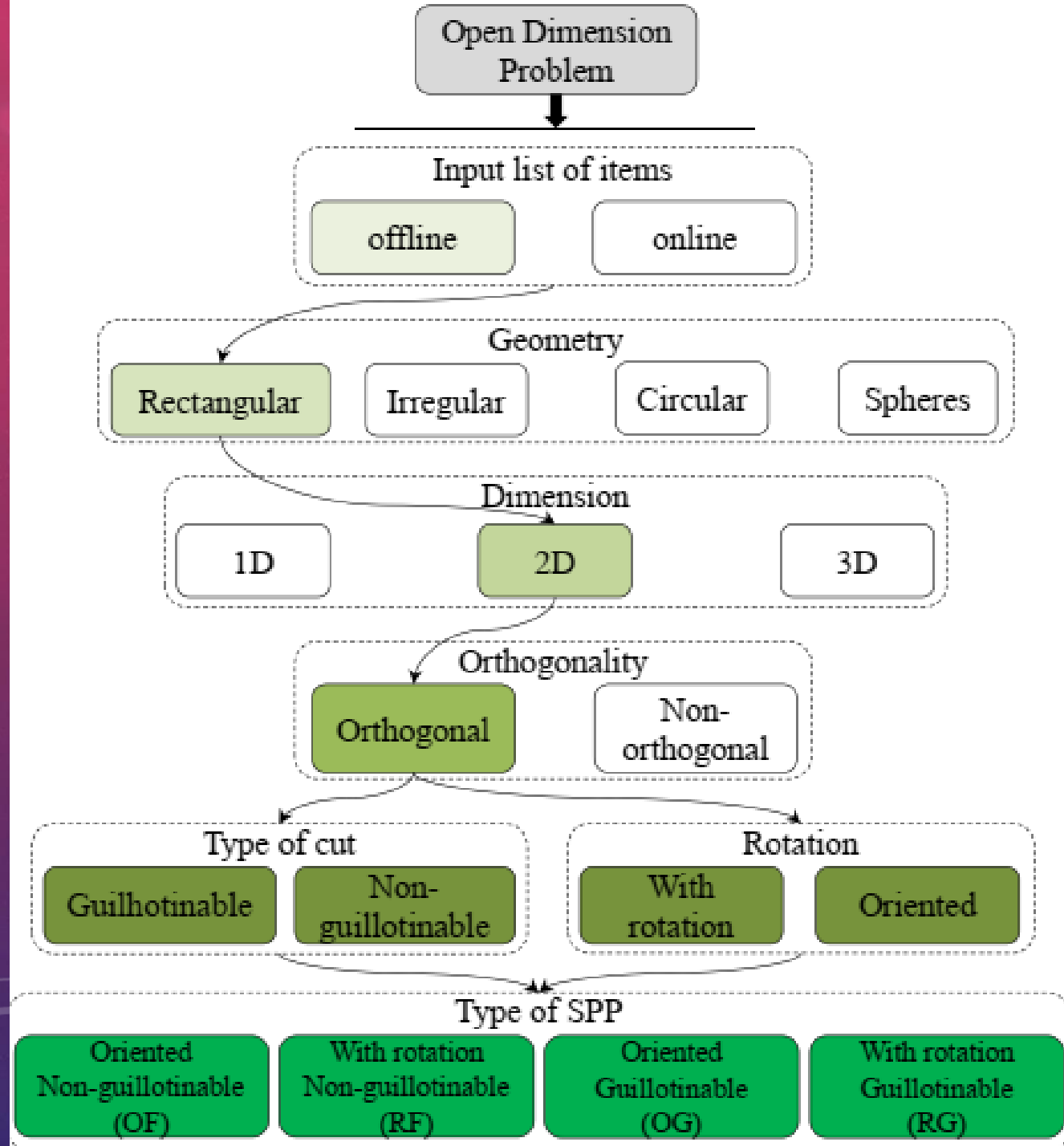
İki seviyeli ve 3 seviyeli giyotin kesmeye göre yerleşim [4]

PROJE KONUSUNUN DETAYLARI



Kesin iki seviyeli ve kesin olmayan iki seviyeli giyotin kesmeye göre yerleşim [4]

PROJE KONUSUNUN DETAYLARI



Kesme ve paketleme problemi için genel sınıflandırma [5]

PROJE KONUSUNUN DETAYLARI

- ÇDTP dersi kapsamında test işlemleri için Hopper ve Turton tarafından sunulan veri seti kullanılacaktır [6]. Bu veri setinde 7 sınıfta 21 örnek bulunmakta ve her problem sınıfında ise 3 örnek vardır.

<i>Sınıf</i>	<i>Dikdörtgenlerin sayısı</i>	<i>Genişlik</i>	<i>Optimal yükseklik</i>
C1	16 veya 17	20	20
C2	25	40	15
C3	28 veya 29	60	30
C4	49	60	60
C5	72 veya 73	60	90
C6	97	80	120
C7	196 veya 197	160	240

- Optimizasyon işleminizin başarısını göstermek için veri setindeki tüm sınıflar ve örnekler kullanılmalıdır. Tasarlayacağınız robot ile çizim yapmak için sadece C1 olarak adlandırılan sınıftaki veriler kullanılacaktır.
- Kaynakça [5] ile verilen çalışmada detaylı bir inceleme gerçekleştirilmiş ve github'ta paylaşım yapılmıştır. Bu sayfa üzerinden ilgili veri seti indirilebilir. Ayrıca Bölüm sayfalarındaki bilgilendirmede de bu veri seti paylaşılacaktır.

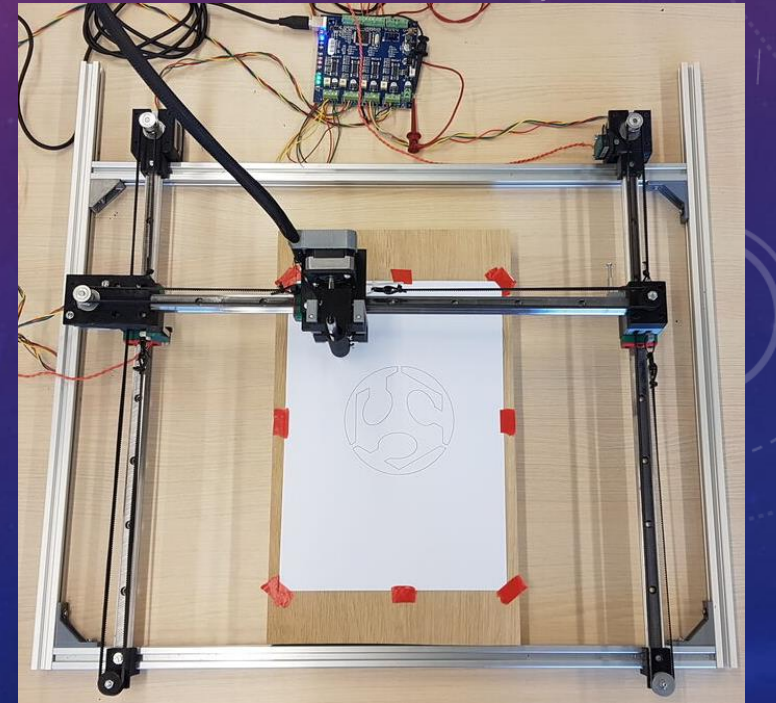
<https://oscar-oliveira.github.io/2D-Cutting-and-Packing/>

PROJE KONUSUNUN DETAYLARI

- Bu optimizasyon probleminin çözümü için literatürde çok sayıda yöntem önerilmiştir. Lineer ve non-linear programlama yöntemleri, sezgisel ve metasezgisel yöntemler, genetik algoritma, parçacık sürü algoritmaları ve çeşitli makine öğrenmesi algoritmaları.
- Proje kapsamında detaylı literatür araştırması yapıldıktan sonra bu yöntemlerden bir tanesi seçilecek ve seçilen yönteme ait algoritma grup tarafından seçilen yazılım dili ile koda dökülecektir.
- Optimizasyon başarısı için karşılaştırma metriklerine literatürden bakılabilir. Bu başarımler metriklerine göre yapılan çalışmanın başarısı literatürdeki çalışmalar ile karşılaştırmalı şekilde verilecektir.

PROJE KONUSUNUN DETAYLARI

- Optimizasyon işlemi sonucunda elde edilen yerleşim planının kağıda çizimi için robotik tasarım yapılacaktır. Tasarlanacak robot, problemin yapısı gereği 3 eksenli olmak zorundadır.
- Maliyet durumlarını göz önüne alarak tasarımlar 3D printerlar aracılığıyla veya hazır kesilmiş parçalar kullanılarak gerçekleştirilebilir. Hareket mekanizması için kullanılacak motor seçimleri ÇDTP gruplarına bırakılmıştır. Seçilecek olan motora uygun olarak elektronik donanım, kontrolör tasarımı ve elektronik sistemin yazılımı gerçekleştirilecektir.
- Elektronik donanım için geliştirme kartları, kart bilgisayarlar veya özgün olarak tasarlayacağınız mikrodenetleyicili donanımlar kullanılabilir.



KAYNAKÇA

- [1] Gilmore, P. C., & Gomory, R. E. (1961). A linear programming approach to the cutting-stock problem. *Operations research*, 9(6), 849-859.
- [2] Dyckhoff, H. (1990). A typology of cutting and packing problems. *European Journal of Operational Research*, 44(2), 145-159.
- [3] Hochbaum, D. S., & Maass, W. (1985). Approximation schemes for covering and packing problems in image processing and VLSI. *Journal of the Association for Computing Machinery*, 32(1), 130–136.
- [4] Óscar Oliveira, Dorabela Gamboa, Elsa Silva, 'An introduction to the two-dimensional rectangular cutting and packing problem', *International transactions in operational research*, 2023.
- [5] Álvaro Luiz Neuenfeldt Júnior, 'The Two-Dimensional Rectangular Strip Packing Problem', PhD Thesis, 2017.
- [6] E. Hopper and B. C. H. Turton, Empirical investigation of meta-heuristic and heuristic algorithms for a 2D packing problem, *European Journal of Operational Research*, 128:1 (2001) 34–57.

2023-2024 EĞİTİM-ÖĞRETİM
YILINDA BAŐARILAR DILERİM.

ayten@yildiz.edu.tr