

# Uygulamalarla Optimizasyon ve Kontrol

Dr. Öğr. Üyesi Işık İlber Sırmatel

T.C. Trakya Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi  
Elektrik - Elektronik Mühendisliği Bölümü  
Kontrol Anabilim Dalı

02.05.2024

# İçerik

1. Giriş ve tanımlar
2. Uygulamalar
3. Özet ve sonuç

# Bölüm 1

## Giriş ve tanımlar

# Mühendislik-matematik matrisi

		uygulamalı matematik dalları					
		doğrusal cebir	olasılık ve istatistik	otomatik kontrol	optimizasyon	çizge kuramı	...
mühendislik dalları	makina						
	gıda						
	bilgisayar						
	inşaat						
	elektrik - elektronik						
	genetik ve biyo-mühendislik						
	⋮						

# Mühendislik-matematik matrisi

		uygulamalı matematik dalları					
		doğrusal cebir	olasılık ve istatistik	otomatik kontrol	optimizasyon	çizge kuramı	...
mühendislik dalları	makina						
	gıda						
	bilgisayar						
	inşaat			trafik akış kontrolü			
	elektrik - elektronik						
	genetik ve biyo-mühendislik						
	⋮						

# Uygulamalarla optimizasyon ve kontrol

		uygulamalı matematik dalları					
		doğrusal cebir	olasılık ve istatistik	otomatik kontrol	optimizasyon	çizge kuramı	...
mühendislik dalları	makina						
	gıda						
	bilgisayar						
	inşaat						
	elektrik - elektronik						
	genetik ve biyo-mühendislik						
	⋮						

## Optimizasyonun tanımı

kısıtlı seçenekler arasından  
en iyisini seçmek

optimizasyon problemi:

minimize    amaç(değişken)  
değişken

bağlı    değişken  $\in$  küme (kısıt)

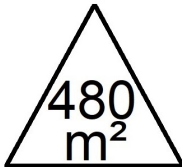
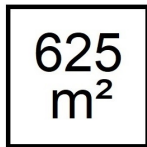
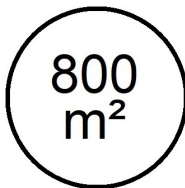
# Optimizasyon - Örnek: Eşçevre problemi



Kraliçe Dido

minimize alan  
şekil  
bağlı çevre = sabit

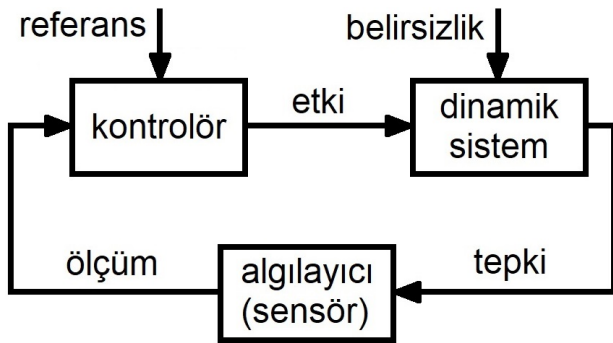
çevre:  
100 m





## Kontrolün tanımı

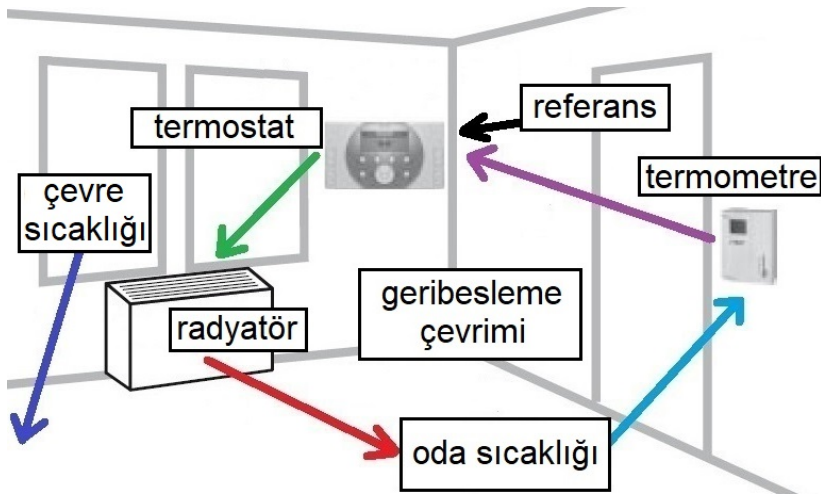
### dinamik sistemlerde otonom davranış tasarımı



başarım:  $\text{tepki} \approx \text{referans}$

dayanıklılık:  $\text{belirsizlik} \rightarrow \text{başarım}$

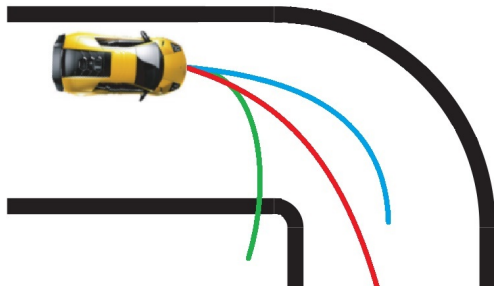
## Kontrol - Örnek: Oda sıcaklığı



## Bölüm 2

### Uygulamalar

# Otonom yarış (Liniger)[1]



maksimize  
etkiler

bağlı

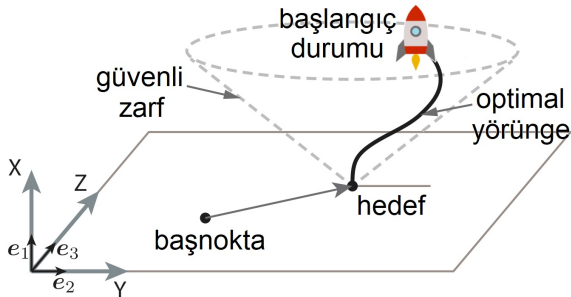
katedilen mesafe

model, ölçüm

$\text{konum} \in \text{pist}$

etki limitleri

## Rocketlerde tahrikli indirme (Açıkmeşe)[2]



minimize  
etkiler

bağlı

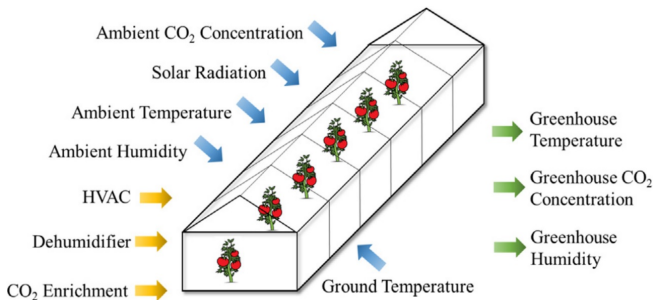
yakıt tüketimi

model, etki limitleri

$\text{konum} \in \text{güvenli zarf}$

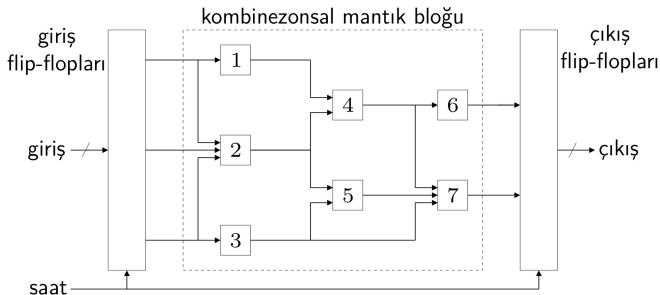
$\text{son konum} = \text{hedef}$

# Seralarda iklim kontrolü (Chen ve You)[3]



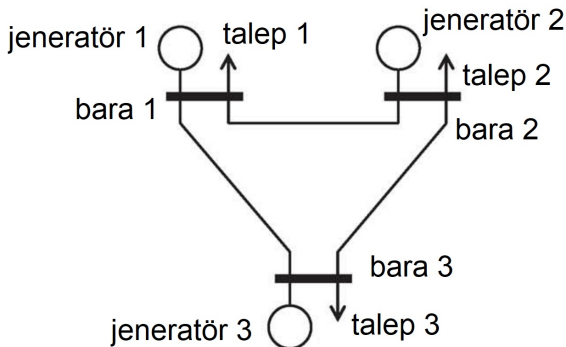
minimize etmek	işletme maliyeti
bağlı	model, ölçüm
	iklim limitleri
	etki limitleri

# Dijital devre optimizasyonu (Boyd)[4]



minimize boyutlar	zaman gecikmesi
bağlı	güç limiti
	alan limiti

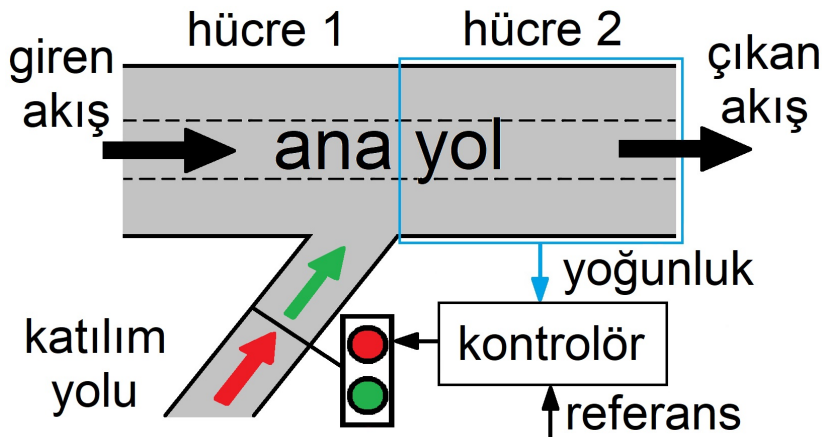
## Optimal güç akışı (Lavaei)[5]



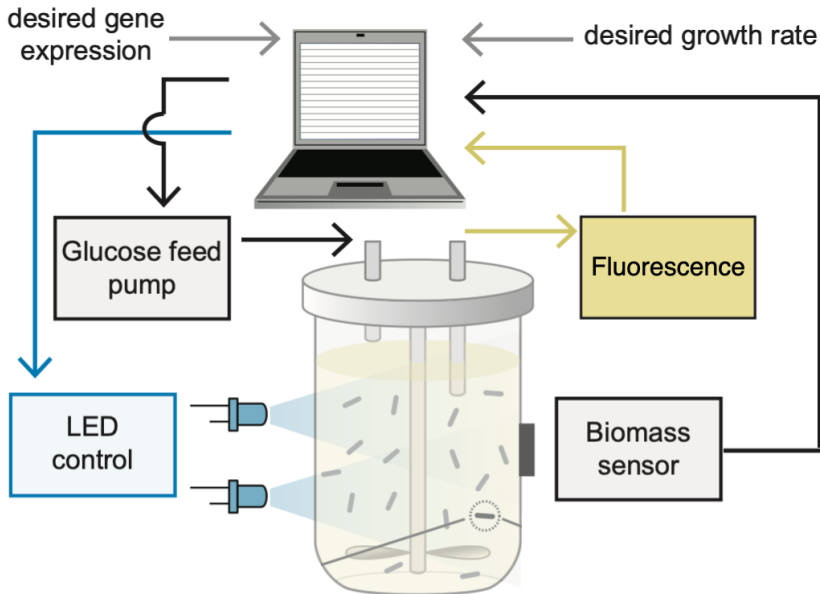
minimize  $\text{güç üretim maliyeti}$   
üretim  
bağlı  $\text{üretim} = \text{talep}$   
 $\text{güç iletim limitleri}$



## Trafik akış kontrolü (Papageorgiou)[6]

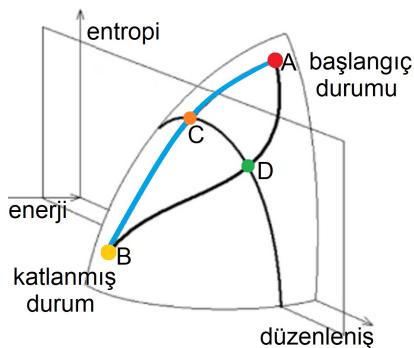


# Hücre popülasyon kontrolü (Khammash)[7]



# Protein katlanması (Arkun ve Erman)[8]

minimize enerji + entropi  
kuvvet  
bağlı model ( $F = ma$ )  
başlangıç durumu



analitik çözüm:

kuvvet = kazanç·  
düzenleşim(zaman)

## Bölüm 3

### Özet ve sonuç

## Özet ve sonuç

- ▶ optimizasyon  $\leftrightarrow$  mühendislik tasarımı
- ▶ kontrol  $\leftrightarrow$  otonom davranış tasarımı
- ▶ **optimizasyon ve kontrol, farklı mühendislik dallarını bağlayan ortak bir dil ve platform işlevi görebilir**

isik.sirmatel@gmail.com

[sirmatel.github.io/MFSslaytlar.pdf](https://sirmatel.github.io/MFSslaytlar.pdf)

## Kaynakça I

- [1] Alexander Liniger, Alexander Domahidi, and Manfred Morari. "Optimization-based autonomous racing of 1: 43 scale RC cars". In: *Optimal Control Applications and Methods* 36.5 (2015), pp. 628–647.
- [2] Behçet Açıkmeşe, John M Carson, and Lars Blackmore. "Lossless convexification of nonconvex control bound and pointing constraints of the soft landing optimal control problem". In: *IEEE Transactions on Control Systems Technology* 21.6 (2013), pp. 2104–2113.
- [3] Wei-Han Chen and Fengqi You. "Smart greenhouse control under harsh climate conditions based on data-driven robust model predictive control with principal component analysis and kernel density estimation". In: *Journal of Process Control* 107 (2021), pp. 103–113.

## Kaynakça II

- [4] Stephen P Boyd et al. “Digital circuit optimization via geometric programming”. In: *Operations Research* 53.6 (2005), pp. 899–932. DOI: [10.1287/opre.1050.0254](https://doi.org/10.1287/opre.1050.0254).
- [5] Ramtin Madani, Somayeh Sojoudi, and Javad Lavaei. “Convex relaxation for optimal power flow problem: Mesh networks”. In: *IEEE Transactions on Power Systems* 30.1 (2014), pp. 199–211.
- [6] Markos Papageorgiou and Apostolos Kotsialos. “Freeway ramp metering: An overview”. In: *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems* 3.4 (2002), pp. 271–281.

## Kaynakça III

- [7] Andreas Miliadis-Argeitis et al. "Automated optogenetic feedback control for precise and robust regulation of gene expression and cell growth". In: *Nature Communications* 7.1 (2016), p. 12546.
- [8] Yaman Arkun and Burak Erman. "Prediction of optimal folding routes of proteins that satisfy the principle of lowest entropy loss: dynamic contact maps and optimal control". In: *PloS One* 5.10 (2010), e13275.