



GTÜ BİL MUH BİL 495  
İKİNCİ İZLEME  
UÇAK PİSTİ  
OPTİMİZASYONU

*Fatih Selim YAKAR*

*Proje Danışmanı:*

*Prof. Dr. Fatih Erdoğan SEVİLGEN*

*Ocak 2020*

# İÇERİK

---



PROJENİN ŞEMASI VE  
TANIMI



PROJE TASARIM PLANI  
VE ZAMAN ÇİZELGESİ



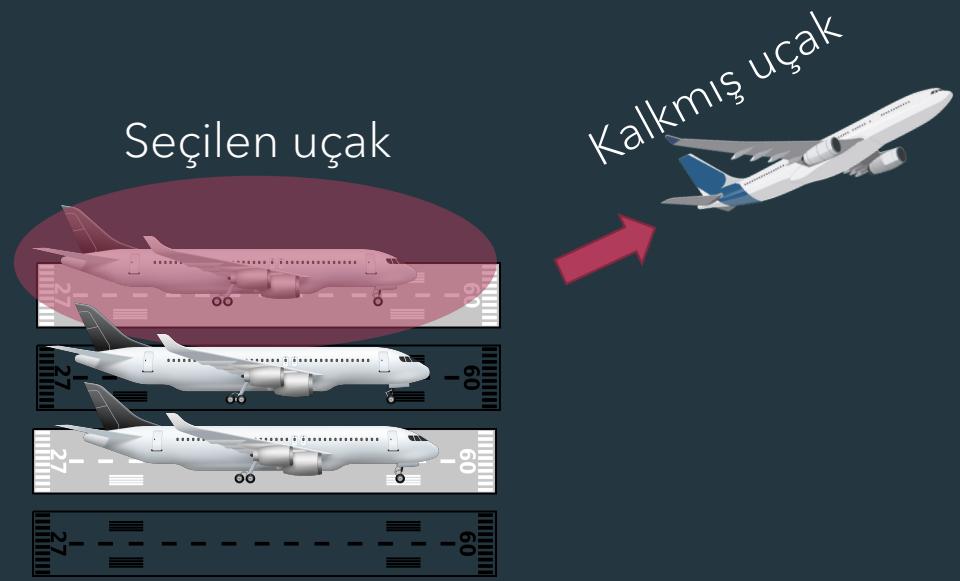
YAPILANLAR



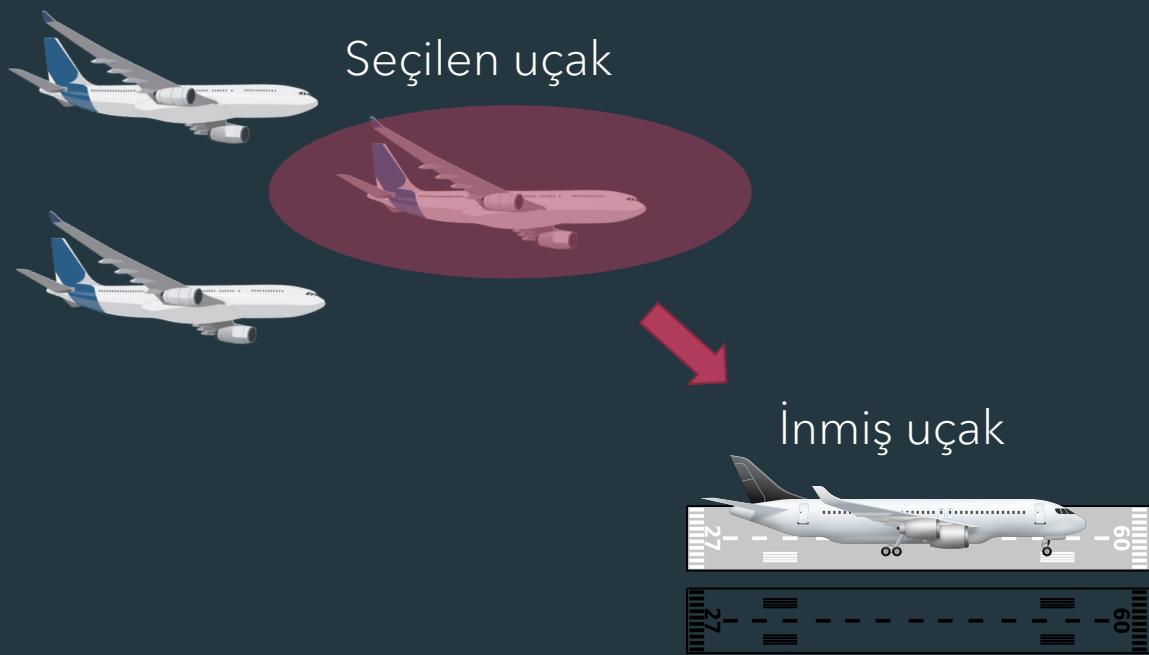
KAYNAKLAR

# PROJE ŞEMASI VE TANIMI

1) Uçan bir uçağın ardından hangi uçağın kalkacağını belirleme



2) İnen bir uçağın ardından hangi uçağın ineceğini belirleme



Tanım: Bu proje inen veya kalkan bir uçağın ardından gelen uçağın en iyi biçimde seçilmesini sağlayıp maksimum verimliliği (uçakların toplam gecikmesini en aza indirmeyi) sağlamayı amaçlamaktadır.

# PROJENİN TASARIM PLANI VE ZAMAN ÇİZELGESİ

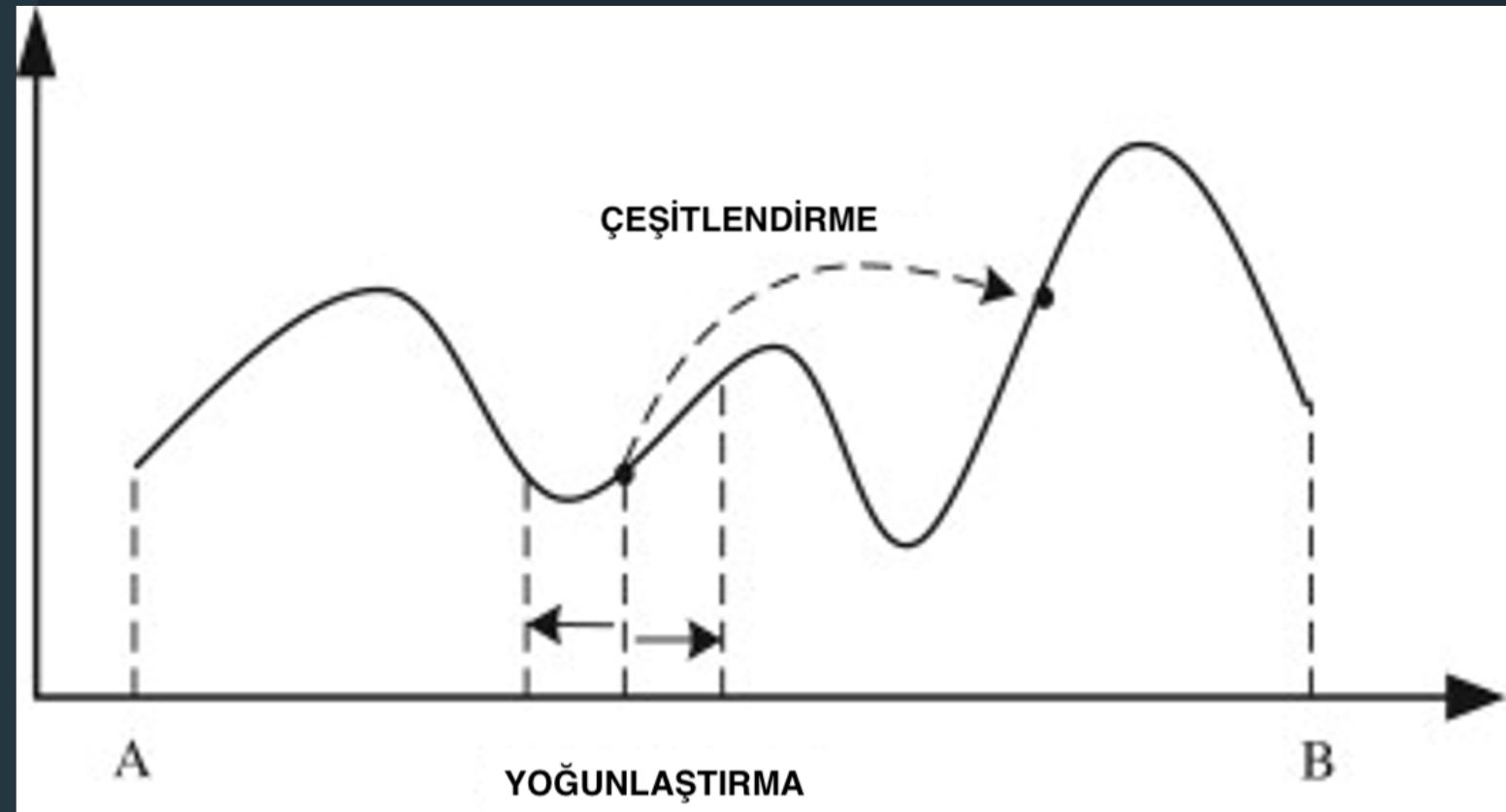
2 hafta	 Problemin tanımlanması.	<input checked="" type="checkbox"/>
2 hafta	 Tanımlanan problemin literatürdeki benzerlerine bakılıp çözüm tekniklerinin incelenmesi	<input checked="" type="checkbox"/>
2 hafta	 Literatürdeki çözümlerin uygulanması.	<input checked="" type="checkbox"/>
2 hafta	 Problemin optimizasyon problemi olarak tanımlanması.	<input checked="" type="checkbox"/>
2 hafta	 Çözüm teknikleri doğrultusunda yeni bir çözüm oluşturulması	<input checked="" type="checkbox"/>
2 hafta	 Yeni çözümün test verileri ve referans algoritmalar ile denenip farklılarının çıkarılması	<input checked="" type="checkbox"/>
2 hafta	 Çözümün gerçek havalimanı verilerine adapte edilmesi ve görselleştirilmesi	<input type="radio"/>
2 hafta	 Tüm bu sürecin rapora dökülmesi	<input checked="" type="checkbox"/>

# UYGULANAN ALGORİTMALAR

- 1 .ALGORİTMA: En Erken Hazır Süresi (Earliest Ready Time)
- 2 .ALGORİTMA: Ayırma ve Hazır Süreleriyle Uyarlanmış Görünür Gecikme Maliyeti (AATCSR)
- 3 .ALGORİTMA: Hızlı Öncelik Endeksi (FPI)

ÇEŞİTLENDİRME

-  
YOĞUNLAŞTIRMA



# PROBLEM HAKKINDA

- Çözüm Gösterimi (Solution Representation)

[0-Uçak Sayısı) sayılarının permütasyon biçiminde gösterilmesi ile sağlandı. 5 uçaaklı bir problem için rastgele bir çözümün gösterimi tüm algoritmalar için şu şekildeydi:

**0, 3, 2, 1, 4**

- Çözümün Değeri (Cost of A Solution)

Çözümün değeri veri örneklerinde tanımlanan zamanlar cinsinden hesaplandı. 2 uçaaklı bir problemin çözümü olan 0,1 permütasyonu için hesaplama tüm algoritmalarla şu şekildeydi:

*hazırlanma süresi(0) + maks(hazırlanma süresi(1), başlama  
zamanı(0)+minimum ayrılma süresi(0,1))*

- Başlangıç Çözümü (Initial Solution)

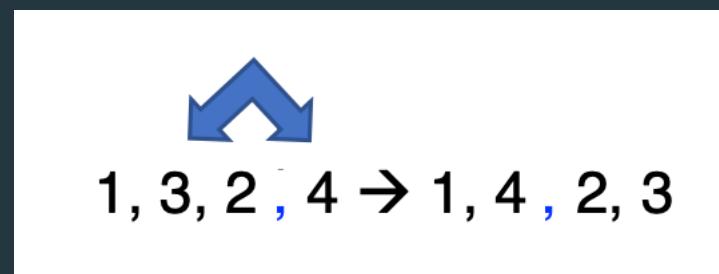
Başlangıç çözümü olarak Genetik Algoritma'da rastgele seçimler kullanıldı. Diğer Algoritmalarla ise Açıgözlu çözümlerden gelen sonuçlar kullanıldı.

- Komşuluklar (Neighbourhoods)

Algoritmalarla 2 ana komşuluk kullanıldı. Bunlar *Endeks Değiştirme* ve *Çoklu Endeks Değiştirme* komşuluklarıydı. Bu komşuluklar şu şekildeydi:

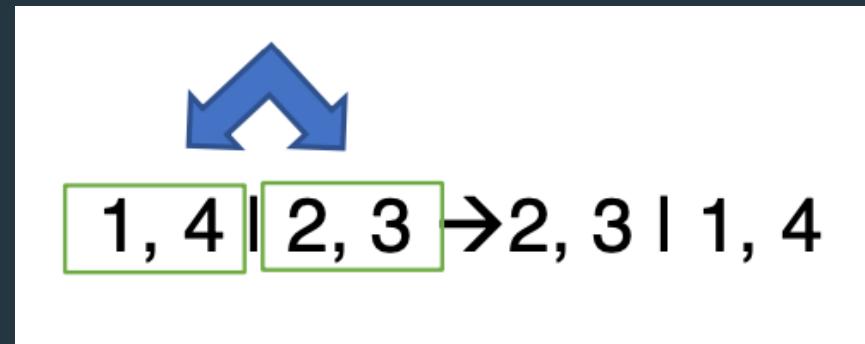
- Endeks Değiştirme

Permütasyon içindeki rastgele aynı olmayan 2 endeksteki uçakların yeri değiştirilir. Rastgele seçilen endeksler 1 ve 3 olma durumundaki değişim



- Çoklu Endeks Değiştirme

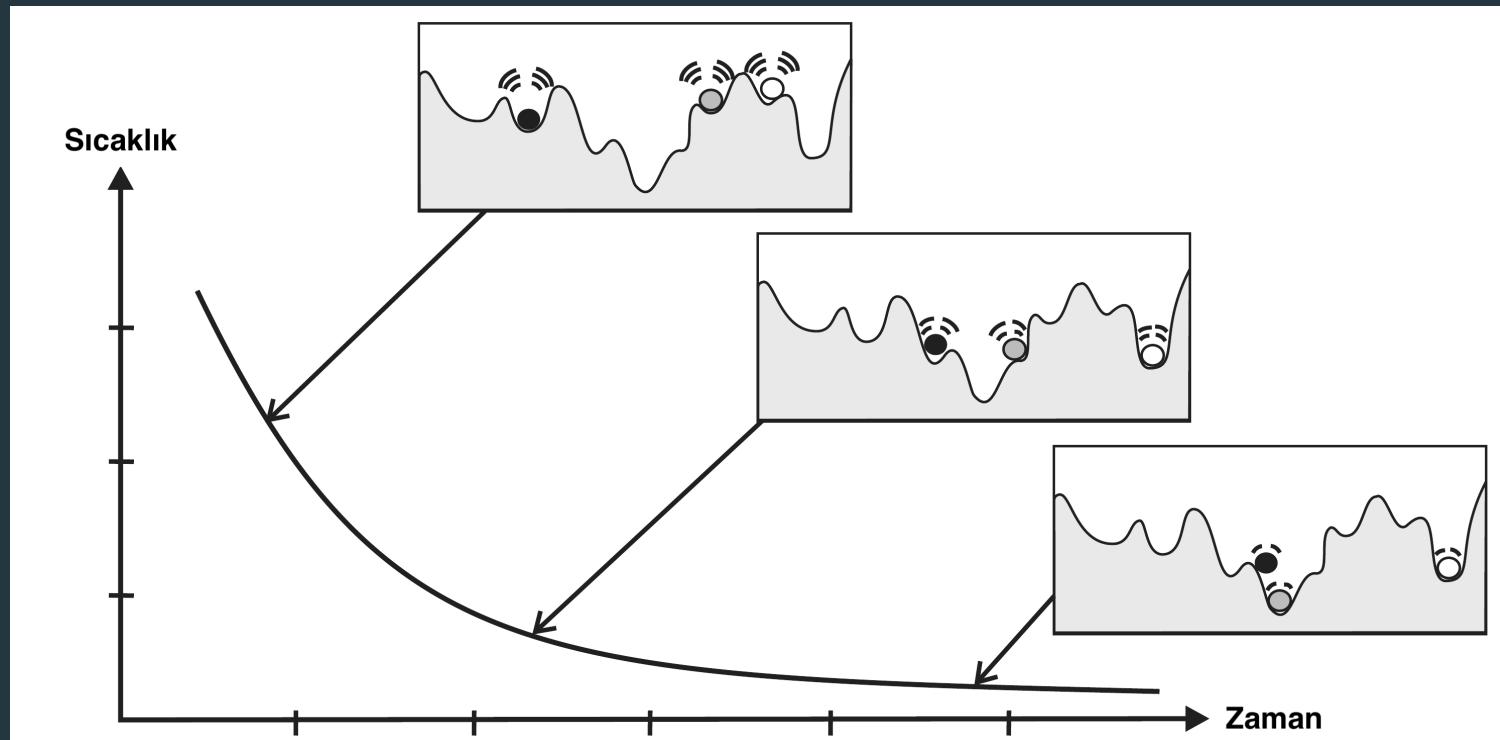
Permütasyon içinden öncelikle kaç tane endeks değiştirilceğiyle ilgili rastgele bir sayı elde edilir. Ardından çözüm permütasyonunun ortasından ve başından başlayarak belirlenen rastgele sayı kadar uçak endeksi yer değiştirilir. Rastgele seçilen sayı 2 durumunda gerçekleşen değişim:



# YENİ UYGULANAN ALGORİTMALAR

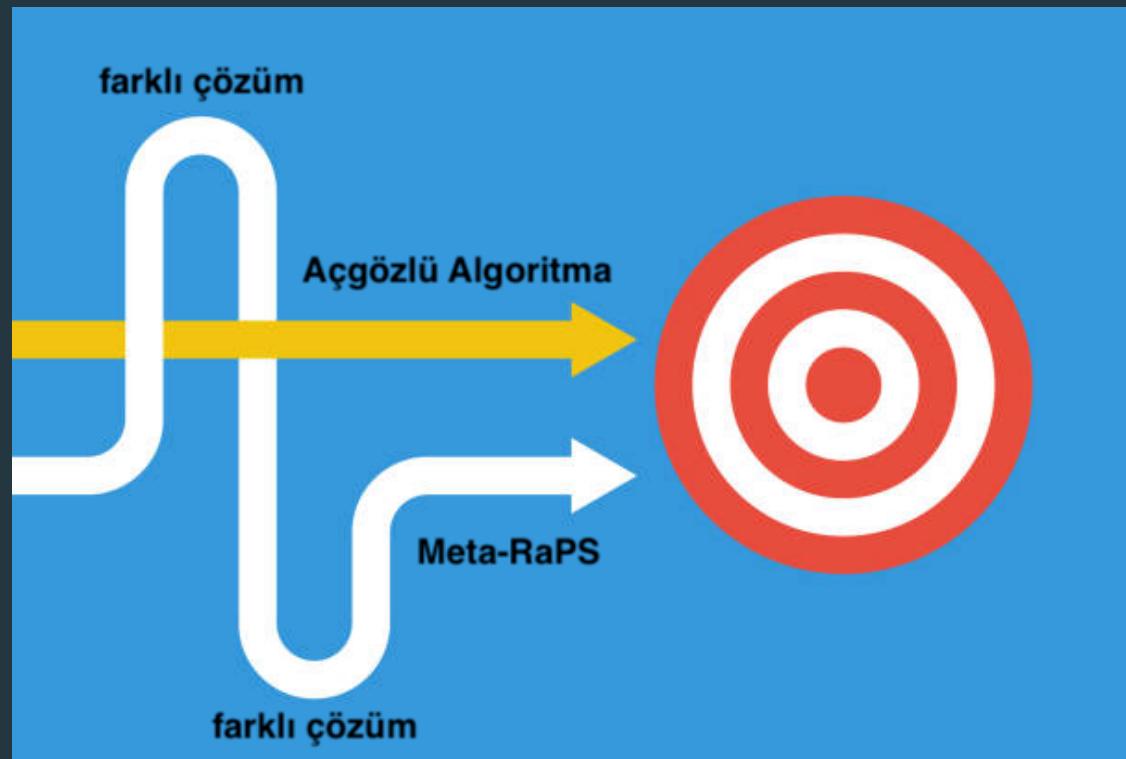
- 4 .ALGORİTMA: Benzetimli Tavlama (Simulated Annealing)

Benzetimli tavlama algoritmasının temel özelliği, küresel bir optimum bulma amacı ile amaç fonksiyon değerini kötüleştiren hareketlere izin vererek yerel optimadan kaçma fırsatı sağlamasıdır. Bu fırsatı algoritma içindeki değişken  $T$ (sıcaklık) değerine göre belirler.



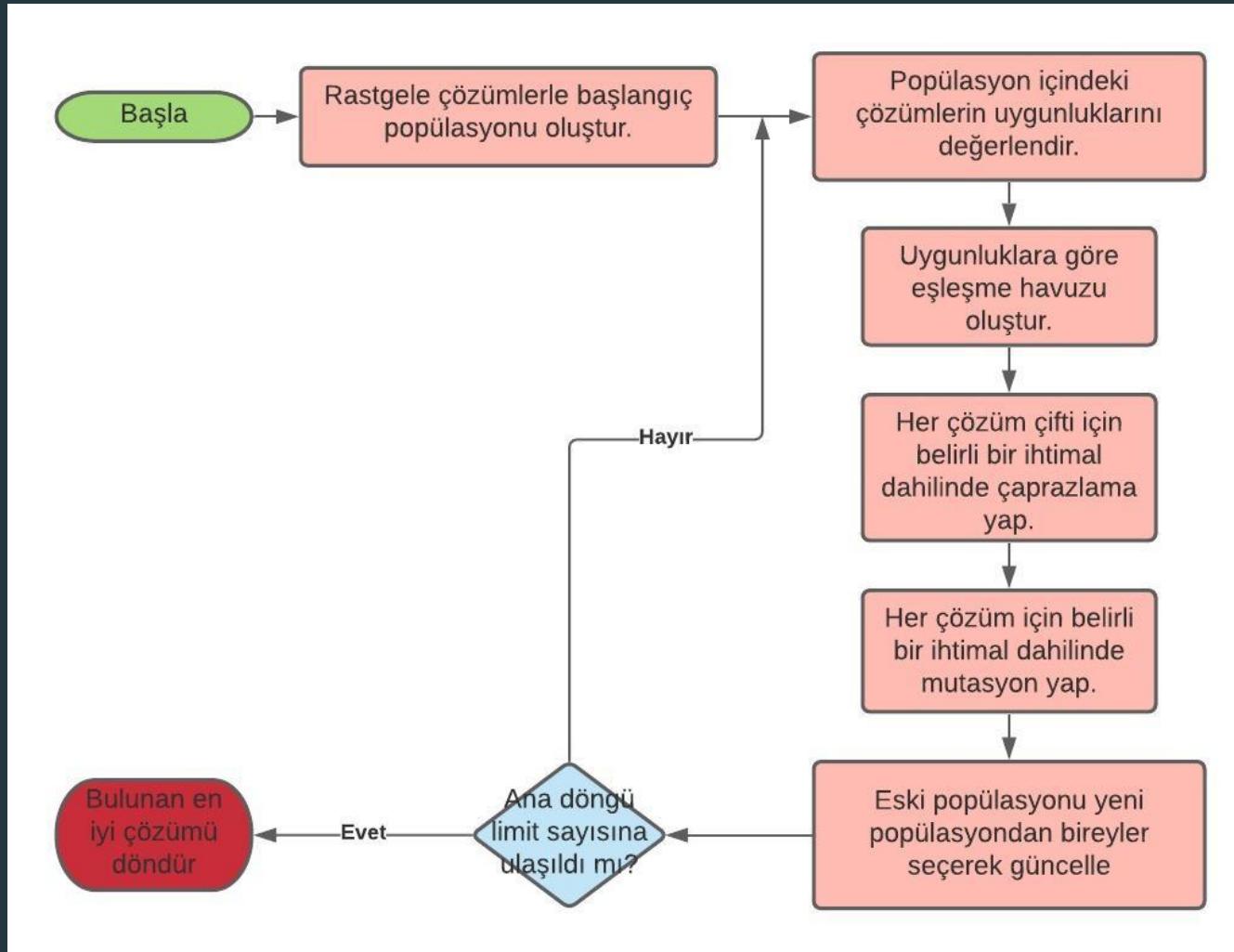
- 5 .ALGORİTMA: Rastgele öncelikli arama algoritması için meta-sezgisel yöntem (Meta-RaPS)

Meta-RaPS algoritmasında önceden yazılan açgözlü algoritmada kullanılan yöntemlere benzer bir yöntem kullanılır. Fakat yapılan açgözlü seçimler belirli bir ihtiyal dahilinde başka bir koşul kullanılarak değiştirilebilir. Böylece aslında yerel optimadan kaçış için çözüm farklılaşmış olur.



- 6 .ALGORİTMA: Genetik Algoritma (Genetic Algorithm)

Genetik algoritmalar, doğada gözlemlenen evrimsel süreçte benzer bir şekilde çalışan arama ve eniyileme yöntemidir. Karmaşık çok boyutlu arama uzayında en iyinin hayatı kalması ilkesine göre küresel en iyi çözümü arar.

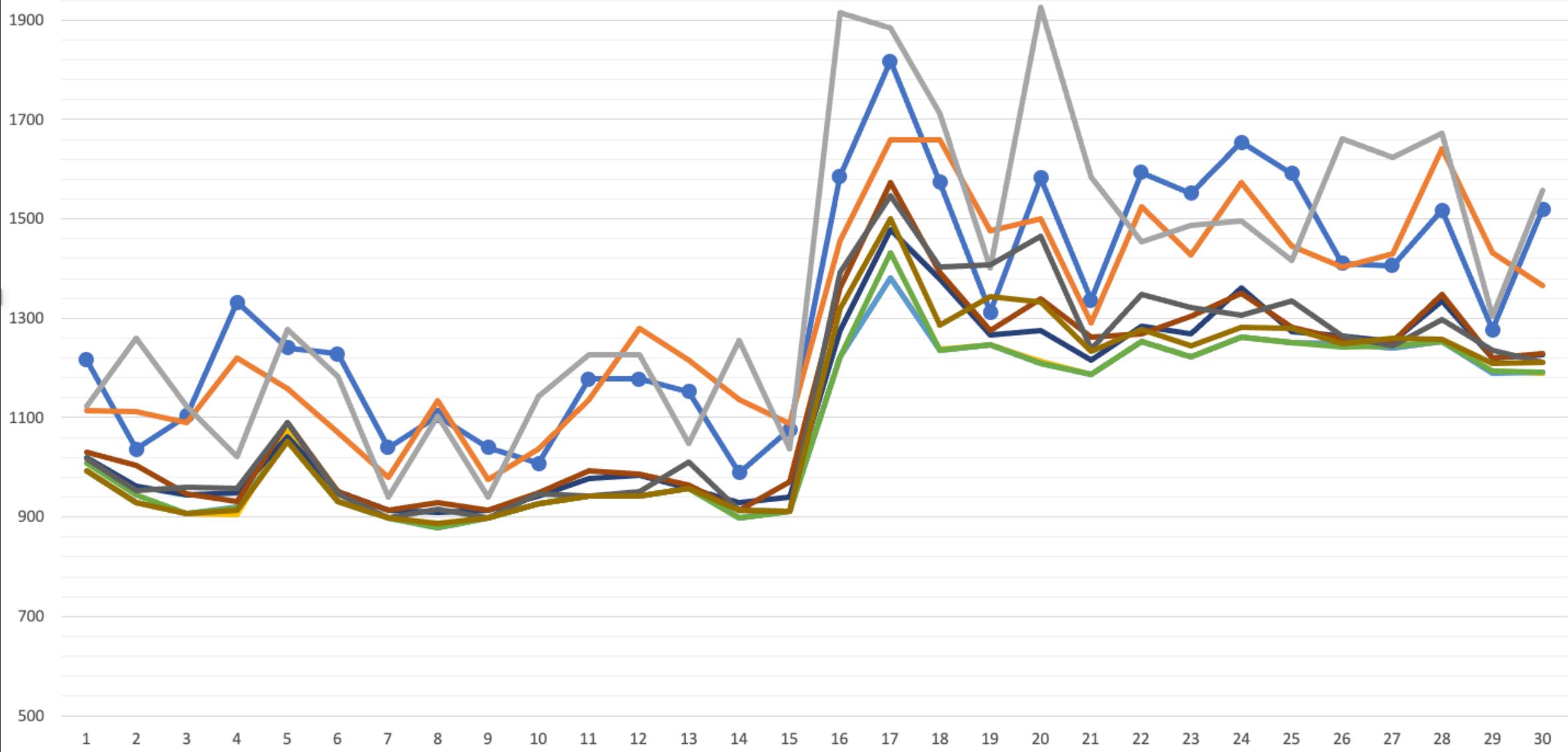


# 30 TANE VERİ ÖRNEĞİ İÇİN BULUNAN ZAMANLARIN TABLOSU

Veri Örneği	ERT	AATCSR	FPI	SA_AATCSR	SA_FPI	SA_ERT	META_RAPS_AATCSR	META_RAPS_FPI	META_RAPS_ERT	GA
1	1216	1115	1122	994	994	1008	1020	1030	1018	994
2	1036	1111	1260	930	930	945	961	1003	954	930
3	1104	1089	1123	907	907	907	944	947	960	907
4	1332	1220	1021	904	921	919	949	931	957	913
5	1241	1158	1277	1072	1053	1052	1062	1089	1089	1052
6	1229	1070	1182	931	931	931	950	952	946	931
7	1040	980	940	898	898	898	913	913	898	898
8	1104	1135	1104	885	879	879	909	930	915	887
9	1040	976	940	898	898	898	913	913	898	898
10	1008	1036	1142	927	927	927	942	949	947	927
11	1178	1137	1227	943	943	943	978	992	943	943
12	1178	1279	1227	943	943	943	983	986	950	943
13	1152	1216	1048	957	957	957	957	965	1010	957
14	989	1137	1255	899	899	899	929	914	914	914
15	1076	1087	1036	911	911	911	941	971	911	911
16	1586	1457	1915	1222	1222	1222	1276	1362	1392	1319
17	1817	1660	1884	1381	1381	1432	1479	1574	1547	1500
18	1574	1660	1713	1237	1236	1236	1378	1393	1404	1286
19	1312	1475	1402	1246	1246	1246	1267	1276	1407	1344
20	1582	1501	1925	1213	1209	1209	1275	1339	1464	1333
21	1336	1291	1584	1186	1186	1186	1216	1261	1237	1233
22	1593	1524	1453	1253	1253	1254	1283	1268	1347	1278
23	1552	1427	1486	1223	1223	1223	1268	1304	1321	1245
24	1654	1573	1495	1263	1263	1263	1361	1350	1307	1281
25	1591	1446	1416	1250	1252	1250	1272	1281	1334	1279
26	1410	1404	1662	1249	1249	1243	1264	1258	1264	1249
27	1406	1430	1624	1239	1239	1244	1254	1254	1245	1260
28	1517	1642	1673	1254	1254	1254	1335	1348	1297	1257
29	1277	1432	1305	1194	1190	1194	1221	1221	1236	1209
30	1519	1366	1558	1190	1191	1191	1227	1230	1212	1212

## ilk 30 veri örneği için çözüm dağılımları

ERT AATCSR FPI SA\_AATCSR SA\_FPI SA\_ERT META\_RAPS\_AATCSR META\_RAPS\_FPI META\_RAPS\_ERT GA



# 60 TANE VERİ ÖRNEĞİ ALGORITMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Algoritma	En kötü çözüm sayısı	Optimal Çözüm Sayısı	Çözümlerin ortalaması (DK)	Algoritmaların çalışma süresi(SN)
ERT	17/60	0/60	1748,6667	1
FPI	34/60	0/60	1901,9333	1
AATCSR	6/60	0/60	1760,3333	1
SA_ERT	0/60	45/60	1445,1833	124
SA_FPI	0/60	45/60	1444,3667	124
SA_AATCSR	0/60	43/60	1445,1	123
META_ERT	3/60	5/60	1678,55	81
META_FPI	0/60	0/60	1572,6833	276
META_AATCSR	0/60	1/60	1534,6	335
GA	0/60	17/60	1531,7667	120

# KAYNAKLAR

- Gulsah Hancerliogullari , Ghaith Rabadi, Ameer H. Al-Salem, Mohamed Kharbeche(2013). Greedy algorithms and metaheuristics for a multiple runway combined arrival-departure aircraft sequencing problem, *Journal of Air Transport Management Volume 32*, Eylül 2013, Sayfa 39-48
- Gillian Clare, Arthur Richards(2011). Optimization of Taxiway Routing and Runway Scheduling, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems · Aralık 2011*
- Chris N. Potts and Mohammad Mesgarpour , Julia A. Bennell(2009). A Review Of Airport Runway Optimization, *University of Southampton, School of Mathematics, Doktora Tezi*
- Prof.Dr. Fatih Erdoğan Sevilgen(2020). Optimization(CSE424), *Ders sunumları*