



GTÜ BİL MUH BİL 495
İLK İZLEME
UÇAK PİSTİ
OPTİMİZASYONU

Fatih Selim YAKAR
Proje Danışmanı:
Prof. Dr. Fatih Erdoğan SEVİLGEN
Kasım 2020

İÇERİK



PROJENİN ŞEMASI VE
TANIMI



PROJE TASARIM PLANI
VE ZAMAN ÇİZELGESİ



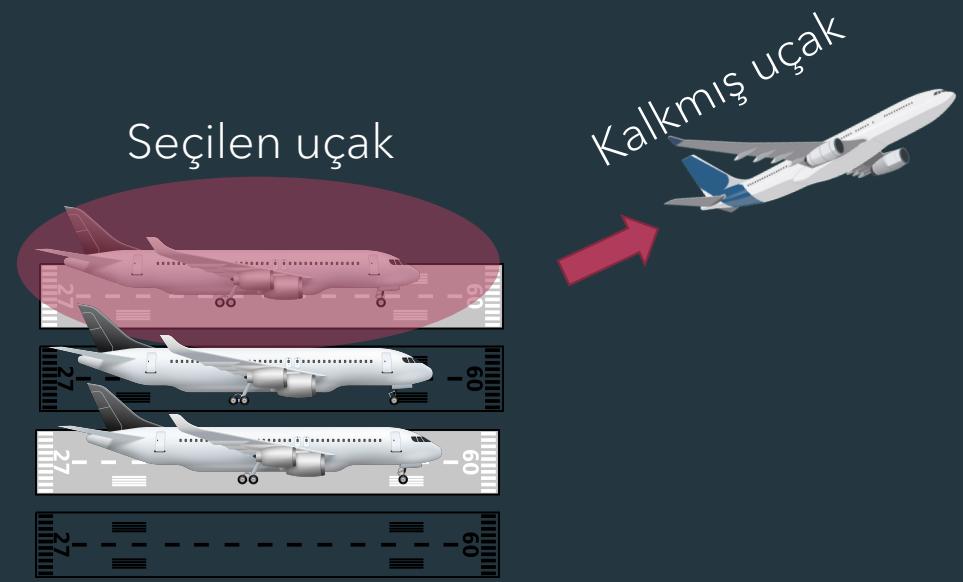
YAPILANLAR



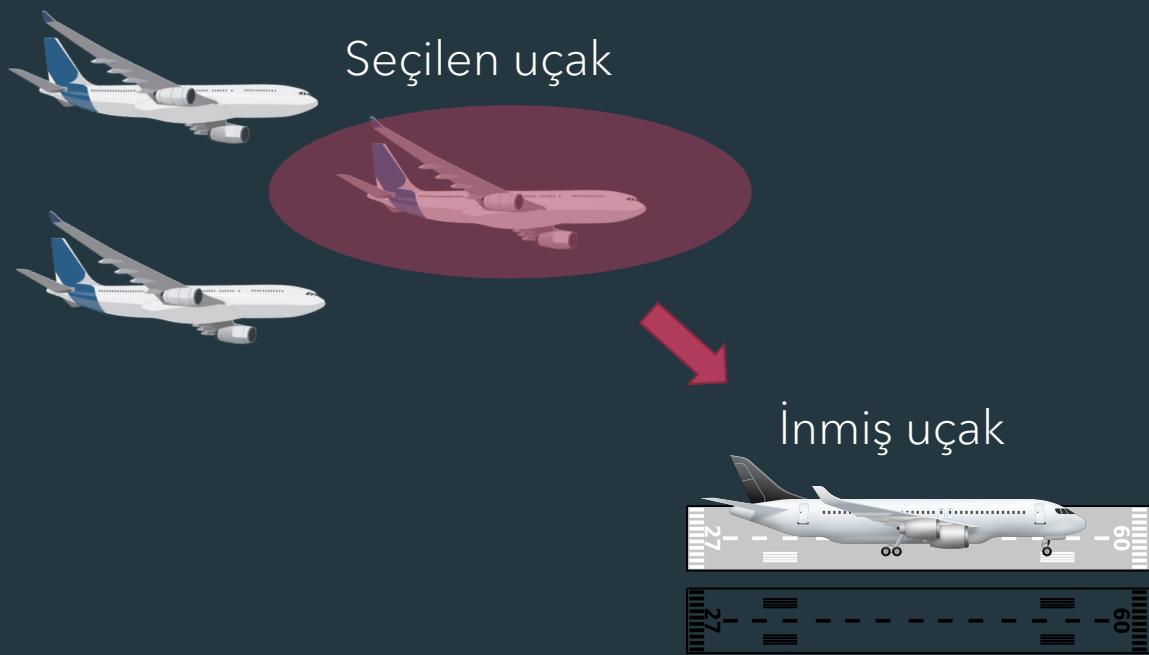
KAYNAKLAR

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	
2 hafta		Yeni çözümün test verileri ve referans algoritmalar ile denenip farklılarının çıkarılması	
1 hafta		Çözümün gerçek bir havalimanı verilerine adapte edilmesi	
1 hafta		Tüm bu sürecin makale halinde bir rapora dökülmesi	

PROBLEM VE ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ İLE ALAKALI YAYIN ARAŞTIRMALARı YAPILDI

- Chris N. Potts and Mohammad Mesgarpour , Julia A. Bennell(2009). A Review Of Airport Runway Optimization, *University of Southampton, School of Mathematics, Doctoral Thesis*
- Marco Dorigo, Thomas Stützle(2010). The Ant Colony Optimization Metaheuristic: Algorithms, Applications, and Advances , *Handbook of Metaheuristics* pp 250-285
- Pierre Hansen, Nenad Mladenovic(2004). A Tutorial on Variable Neighborhood Search, *Optimizing Operations in Logistics and Maintenance of Transport Systems*
- Hanbong Lee, Hamsa Balakrishnan(2012). A Comparison Of Two Optimization Approaches For Airport Taxiway And Runway Scheduling, *2012 IEEE/AIAA 31st Digital Avionics Systems Conference (DASC)*
- Gillian Clare, Arthur Richards(2011). Optimization of Taxiway Routing and Runway Scheduling, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems* · December 2011
- K. Venkata Rao, V. Selladurai, R. Saravanan(2009). TRIZ Tool for Optimization of Airport Runway, *Part of the IFIP Advances in Information and Communication Technology book series (IFIP AICT, volume 304)*
- 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, September 2013, Pages 39-48*
- Una Benlic , Alexander E.I. Brownlee , Edmund K. Burke(2016). Heuristic search for the coupled runway sequencing and taxiway routing problem, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies Volume 71, October 2016, Pages 333-355*
- Nicolas Durand, Jean-Marc Alliot(2009). Ant Colony Optimization for Air Traffic Conflict Resolution, *Eighth USA/Europe Air Traffic Management Research and Development Seminar (ATM2009)*

UÇAK SIRALAMA PROBLEMI İÇİN 3 ADET ALGORİTMA UYGULANDI VE 60 ADET ÖRNEK VERİ İÇİN TEST EDİLDİ

- 1 .ALGORİTMA: En Erken Hazır Süresi (Earliest Ready Time)
FCFS(First Come First Served) Algoritmasına benzer.
- 2 .ALGORİTMA: Ayırma ve Hazır Süreleriyle Uyarlanmış Görünür Gecikme Maliyeti (AATCSR)
Belirlediği endeks değerlerine göre uçaklar arası aç gözlü bir sıralama yapar.

$$\pi_j(t, k) = w_j \times \exp(-\max(r_j - t, 0)) \times \exp(-s_{kj}) \times \exp(-\max(\delta_j - t, 0)) \times \exp(-\max(d_j - t, 0))$$

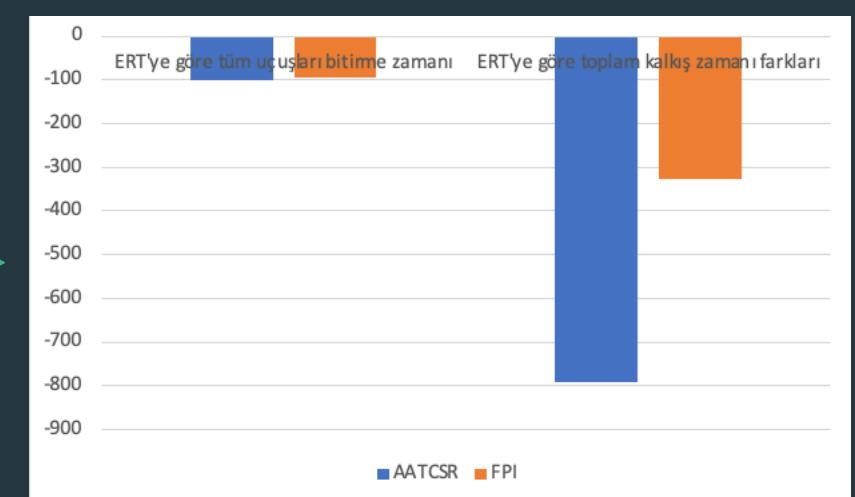
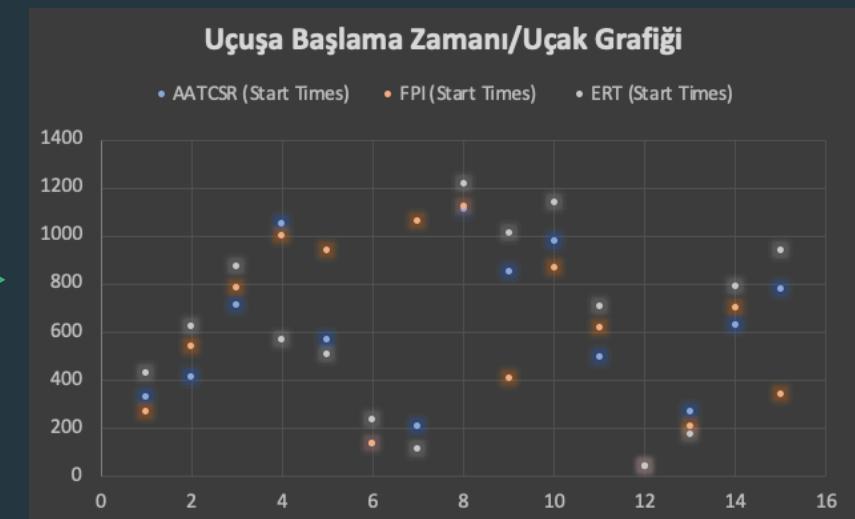
- 3 .ALGORİTMA: Hızlı Öncelik Endeksi (FPI)
Belirlediği endeks değerlerine göre uçaklar arası aç gözlü bir sıralama yapar.

$$\text{FPI}_j(t, k) = w_j \times \frac{1}{\max(r_j - t, 1)} \times \frac{1}{\max(\delta_j - t, 1)} \\ \times \frac{1}{\max(d_j - t, 1)} \times \frac{1}{s_{kj}}$$

- 4 .ALGORİTMA: Benzetimli Tavlama (Simulated Annealing) → **Uygulama Sürecinde**
- 5 .ALGORİTMA: Rastgele öncelikli arama algoritması için meta-sezgisel yöntem (Meta-RaPS) → **Uygulanacak**

VERİ KÜMESİNDEKİ 15 UÇAKLI BİR VERİ ÖRNEĞİ İÇİN 3 ALGORİTMANIN ÇALIŞMASI(DAKİKA BAZINDA)

UÇAKLAR	AATCSR (Başlama Zamanı)	FPI (Başlama Zamanı)	ERT (Başlama Zamanı)
UÇAK1	330	270	431
UÇAK2	412	539	626
UÇAK3	711	785	872
UÇAK4	1054	1002	566
UÇAK5	569	942	506
UÇAK6	135	135	235
UÇAK7	210	1062	115
UÇAK8	1114	1122	1216
UÇAK9	849	408	1010
UÇAK10	979	867	1141
UÇAK11	494	621	708
UÇAK12	40	40	40
UÇAK13	270	210	175
UÇAK14	629	703	790
UÇAK15	780	339	941
ORTALAMA	74.2	75	81
STANDART SAPMA	340,2516856	356,6166409	375,2089323



AATCSR	FPI
ERT'ye göre tüm uçuşları bitirme zamanı	-101
ERT'ye göre toplam kalkış zamanı farkları	-792

60 TANE VERİ ÖRNEĞİ İÇİN 3 ALGORİTMANIN TESTİ

Veri Kümesi	AATCSR'deki tüm uçuşların ERT'ye göre bitiş zamanı farkı	Tüm AATCSR'nin ERT'ye göre başlangıç zamanlarının farklarının toplamı	FPI'deki tüm uçuşların ERT'ye göre bitiş zamanı farkı	Tüm FPI'in ERT'ye göre başlangıç zamanlarının farklarının toplamı
1	-101	-793	-94	-326
2	75	408	224	2272
3	-15	30	19	232
4	-163	-1351	-310	-2742
5	-82	-1000	36	716
6	-159	-1204	-47	-463
7	-59	-549	-99	-838
8	30	1081	-1	765
9	-63	-383	-99	-838
10	28	310	134	1485
11	-41	-589	48	-435
12	101	128	48	-435
13	64	979	-103	-894
14	148	1856	266	2524
15	11	307	-40	-437
16	-129	-1743	118	4093
17	-157	-147	-3	2381
18	86	1853	139	3124
19	163	1603	45	660
20	343	9349	343	9349
21	-45	-255	248	5137
22	-68	-1108	-140	-978
23	-4	1171	-66	765
24	-81	478	-159	-745
25	-145	-2046	-175	-1399
26	-6	636	251	5103
27	23	1118	218	4458
28	125	2112	156	1926
29	155	2891	28	1176
30	-153	20	38	2464

60 adet veri örneği içinde tüm uçuşların bitiş zamanları farkına göre: AATCSR ERT'den 35 tane daha iyi sonuç çıkarırken, FPI ERT'den 21 tane daha iyi sonuç çıkardı.

GERÇEK ZAMANLI VERI ALABILMEK İÇİN UÇUŞ API'LARI ARASTIRILDI VE PYTHON ÜZERİNDE SÜRÜCÜ PROGRAMLAR YAZILDı

- Opensky API

Uçuşlar durum vektörleri bazında gösterilir. Ve durum vektörünün içeriği şu şekildedir:

{icao,callsign,origin_country,time_position,last_contact,longitude,latitude,baro_altitude,on_ground,velocity,true_track,vertical_rate,sensors,geo_altitude,squawk,spi,position_source}

Anlık olarak koordinat yardımıyla İstanbul üzerindeki uçuşların bilgilerinin çekilmesi:

```
[root@elmyra ~]# python3.6 python_got_flight.py
(u'Turkey',u'4bcc67',u'THY7380 ',1606152024,1606152024,29.3415,40.9105,563.88,False,82.86,65.03,5.85,None,434.34,None,False,0)
(u'Turkey',u'4b8e45',u'PGT37E ',1606152024,1606152024,29.4688,40.8704,1805.94,False,138.75,154.29,16.58,None,1691.64,None,False,0)
(u'Turkey',u'4ba959',u'THY6ZK ',1606152024,1606152024,27.9824,40.2057,8465.82,False,239,208.83,0,None,8229.6,None,False,0)
(u'Turkey',u'4bb869',u'PGT45T ',1606151722,1606151722,29.2708,40.8844,259.08,False,56.6,64.13,-2.93,None,129.54,None,False,0)
(u'Qatar',u'06a0f9',u'QTR3FM ',1606152024,1606152024,29.7556,41.0741,12687.3,False,267.19,109.69,0,None,12496.8,u'4303',False,0)
```

- AeroDataBox API

İstek ve yanıt tipinde veriye ulaşan API, Opensky API'a göre uçuşlarla ilgili daha fazla süre içeriği sunar.

İsteğe karşılık bilgileri içeren json tipinde bir yanıt sunar.

Flights API

- GET Flight departure dates
- GET Departures and arrivals (FIDS) by airport ...
- GET [DEPRECATED] Flight by number
- GET Flight status
- GET [DEPRECATED] Flight departure dates b...
- GET Flight delay statistics by flight number

> Healthcheck & Status API

> Aircrafts API

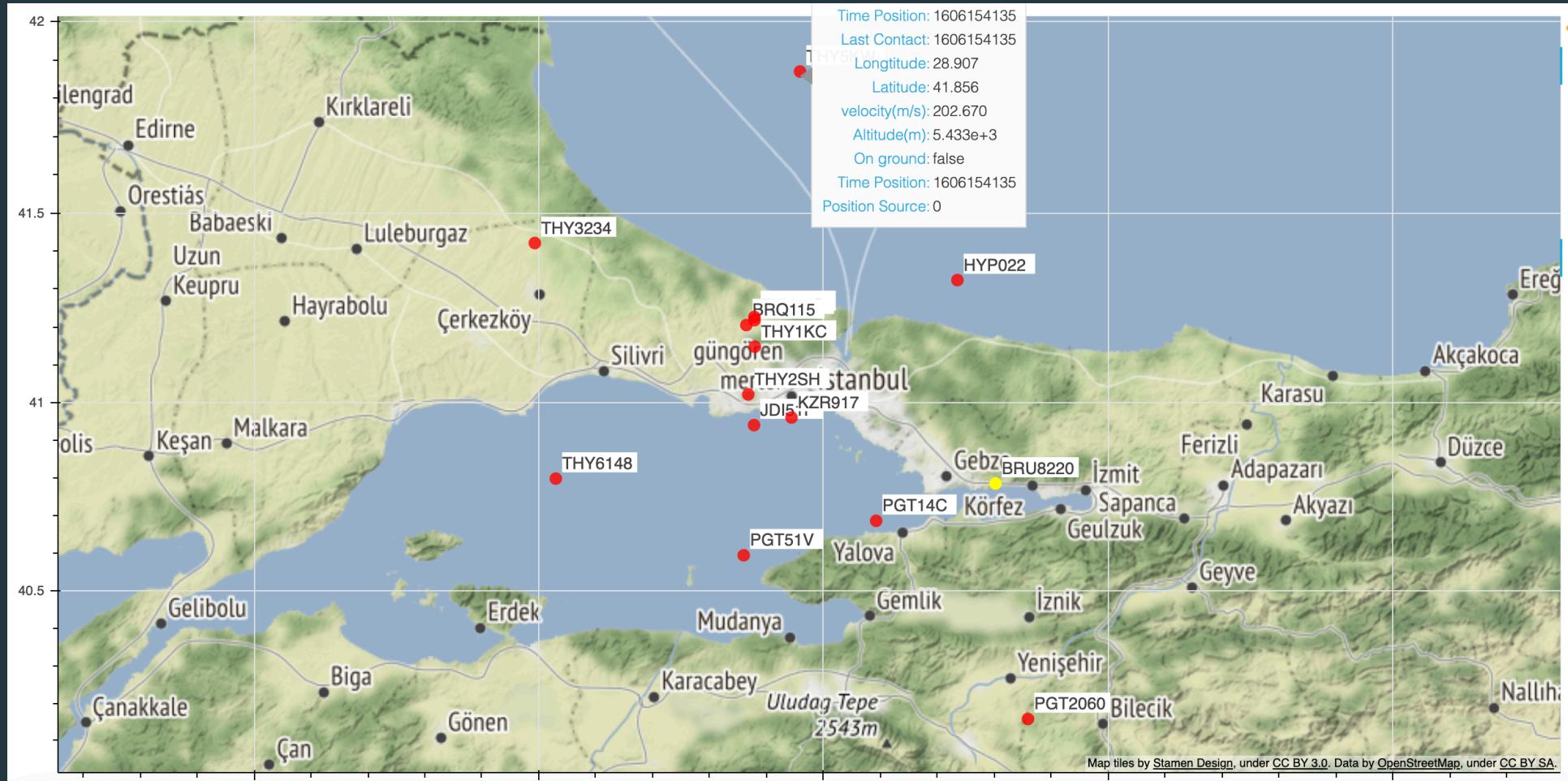
> Airports API

İstek türleri

İstanbul
Havalimanı
için kalkış
tipinde bir
isteğin
yanıtından
bir bölüm

```
Users > fatihselimyakar > Desktop > final_project > aerodatabox_api > {} sample.json > [ ] arrivals > {} 0 > {} airline >  name
1 {
2   "arrivals": [
3     {
4       "arrival": {
5         "scheduledTimeUtc": "2020-11-20 20:05Z",
6         "scheduledTimeLocal": "2020-11-20 23:05+03:00",
7         "quality": [
8           "Basic"
9         ]
10      },
11      "status": "Unknown",
12      "isCargo": false,
13      "departure": {
14        "scheduledTimeUtc": "2020-11-20 16:55Z",
15        "scheduledTimeLocal": "2020-11-20 17:55+01:00",
16        "airport": {
17          "icao": "EDDK",
18          "iata": "CGN",
19          "name": "Cologne"
20        },
21        "quality": [
22          "Basic"
23        ]
24      },
25      "number": "TK 1676",
26      "codeshareStatus": "Unknown",
27      "aircraft": {
28        "model": "Airbus A321"
29      },
30      "airline": [
31        {
32          "name": "Turkish"
33        }
34      ]
35    }
36  ]
37}
```

GÖRSELLEŞTİRME AMACIYLA API'DAN GELEN BİLGİLERİ HARITA ÜZERİNDE GÖSTEREN BIR PYTHON BOKEH SUNUCU KODU YAZILDI



Opensky API'ından gelen bilgilerle harita üzerindeki konumları ve bilgileri gerçek zamanlı olarak her bir saniyede harita üzerinde günceller.

KAYNAKLAR

- Chris N. Potts and Mohammad Mesgarpour , Julia A. Bennell(2009). A Review Of Airport Runway Optimization, *University of Southampton, School of Mathematics, Doctoral Thesis*
- Marco Dorigo, Thomas Stützle(2010). The Ant Colony Optimization Metaheuristic: Algorithms, Applications, and Advances , *Handbook of Metaheuristics* pp 250-285
- Pierre Hansen, Nenad Mladenovic(2004). A Tutorial on Variable Neighborhood Search, *Optimizing Operations in Logistics and Maintenance of Transport Systems*
- Hanbong Lee, Hamsa Balakrishnan(2012). A Comparison Of Two Optimization Approaches For Airport Taxiway And Runway Scheduling, *2012 IEEE/AIAA 31st Digital Avionics Systems Conference (DASC)*
- Gillian Clare, Arthur Richards(2011). Optimization of Taxiway Routing and Runway Scheduling, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems · December 2011*
- K. Venkata Rao, V. Selladurai, R. Saravanan(2009). TRIZ Tool for Optimization of Airport Runway, *Part of the IFIP Advances in Information and Communication Technology book series (IFIP AICT, volume 304)*
- 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, September 2013, Pages 39-48*
- Una Benlic , Alexander E.I. Brownlee , Edmund K. Burke(2016). Heuristic search for the coupled runway sequencing and taxiway routing problem, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies Volume 71, October 2016, Pages 333-355*
- Nicolas Durand, Jean-Marc Alliot(2009). Ant Colony Optimization for Air Traffic Conflict Resolution, *Eighth USA/Europe Air Traffic Management Research and Development Seminar (ATM2009)*
- OpenSky REST API - The OpenSky Network API 1.4.0 documentation. (Kasım 2020). <https://opensky-network.org/apidoc/rest.html> sitesinden alındı.
- Geodose. (Kasım 2020). <https://www.geodose.com/2020/08/create-flight-tracking-apps-using-python-open-data.html> sitesinden alındı.
- RapidAPI,(Kasım 2020). <https://rapidapi.com/category/Travel%2C%20Transportation> sitesinden alındı.