KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

Uçak Verilerinin Yakalanması ve Üzerinde Yapılan Olası Çalışmalar

İsim Soyisim Numara
İsim Soyisim Numara

BİTİRME ÇALIŞMASI

KOCAELİ
Mayıs, 2022

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

Uçak Verilerinin Yakalanması ve Üzerinde Yapılan Olası Çalışmalar

İsim Soyisim Numara
İsim Soyisim Numara

BİTİRME ÇALIŞMASI

Danışman : Doç. Dr.
Üye :
Üye :

KOCAELİ
Mayıs, 2022

İÇİNDEKİLER:

SİMGE LİSTESİ:

KISALTMALAR:

CWI : Centrum Wiskunde & Informatica

CNRI : Corporation for National Research Initiatives

PSF : Python Software Foundation

HTTP : Hypertext Transfer Protocol

JSON : Javascript Object Notation

HTML : The HyperText Markup Language

XLT : Microsoft Excel

PHP : Hypertext Preprocessor

SOAP : Simple Object Access Protocol

IOT : Internet of Things

ADS-B : Automatic Dependent Surveillance-Brodcast

IP : Internet Protocol

DNS : Domain Name System

WIFI : Wireless Fidelity

USB : Universal Serial Bus

HDMI : High-Definition Multimedia Interface

ŞEKİL LİSTESİ:

ÇİZELGE LİSTESİ:

ÖNSÖZ:

ÖZET:

ABSTRACT:

1. GİRİŞ

Bu bölümde Python programlama dili, OpenSky Rest API konularına değinilecektir.

1.1. PYTHON

Konunun daha iyi anlaşılabilmesi için kullanılan programlama dili olan Python programlama dili ne olduğuna ve tarihine değinelim.

1.1.1 PYTHON NEDİR?

Python yorumlayıcı, nesne tabanlı, üst düzey bir dinamik semantik programlama dilidir. Yüksek level veri yapılarını işleyebilir, dinamik yazma ve dinamik birleştirme yapabilir, bu da hızlı uygulama yazma ve geliştirmeyi kolay hale getirir. Python basit ve kolay öğrenilen bir dil yapısına sahiptir. Python program yapısını ve yeniden kullanım için eklenti ve paketlerini destekler. Python yorumlayıcısı ve kapsamlı standart kütüphaneleri, bütün büyük platformlar için ücretsiz olarak yazılım veya ikilik sistemde mevcuttur ve ücretsiz olarak dağıtılabilir.

Programcılar, sağladığı üretkenlik nedeniyle genellikle Python'a hayran kalırlar. Python'da derleme işlemi olmadığından, düzenleme, test ve hata ayıklama döngüsü hızlıdır. Python programlama dilinde hata ayıklama koladır; bir hata veya hatalı giriş bölünme hatasına sebep olmaz. Bunun yerine, yorumlayıcı bir hata bulduğunda bir istisna oluşturur. Program istisnayı yakalayamadığında, yorumlayıcı bir yığın izi yazdırır. Hata ayıklayıcı, yerel ve genel değişkenlerin incelenmesine, rastgele ifadelerin değerlendirilmesine, kesme işaretlerinin ayarlanmasına, kodda bir seferde bir satır ve adım adım ilerleme gibi seçeneklere izin verir. Hata ayıklayıcısı, Python programlama dili ile yani kendisiyle yazılmıştır. Bir başka özelliği, genellikle bir programda hata ayıklamanın en hızlı yolu, koda birkaç yazdırma (print) fonksiyonu eklemektir. Hızlı düzenleme, test ve hata ayıklama döngüsü bu basit yaklaşımı çok etkili kılar.

Python programlama dilinin temelleri C programlama dili ile atılmıştır. Her ne kadar Python programlama dilinin adı piton (python) yılanından geldiği düşünülse de öyle değildir; Guido Van Rossum dilin adını, bir İngiliz komedi grubu olan "Monty Python's Flying Circus" adlı gösterisinden esinlenerek koymuştur. Buna rağmen Python programlama dilinin pek çok yerde yılan figürü ile temsil edilmesi neredeyse gelenek haline gelmiştir.

1.1.2. PYTHON'UN TARİHİ

Python programlama dili, Guido van Rossum tarafından 1989'lu yıllarda Hollanda'da CWI (Centrum Wiskunde & Informatica: Matematik ve Bilgisayar Bilimleri Merkezi) araştırma merkezinde yapımına başlandı. Python programlama dili başkaları tarafından destek almasına rağmen Guide van Rossum halen Python'un başyazarı olmaya devam etmektedir.

1995'te, Guide Virginia eyaletinin Reston kasabasında bulunan CNRI'da (Corporation for National Research Initiatives: Ulusal Araştırma Girişimleri Kurumu) Python üzerinden çalışmaya devam etti. CNRI'da çalışırken bir kaç Python sürümü yayınladı.

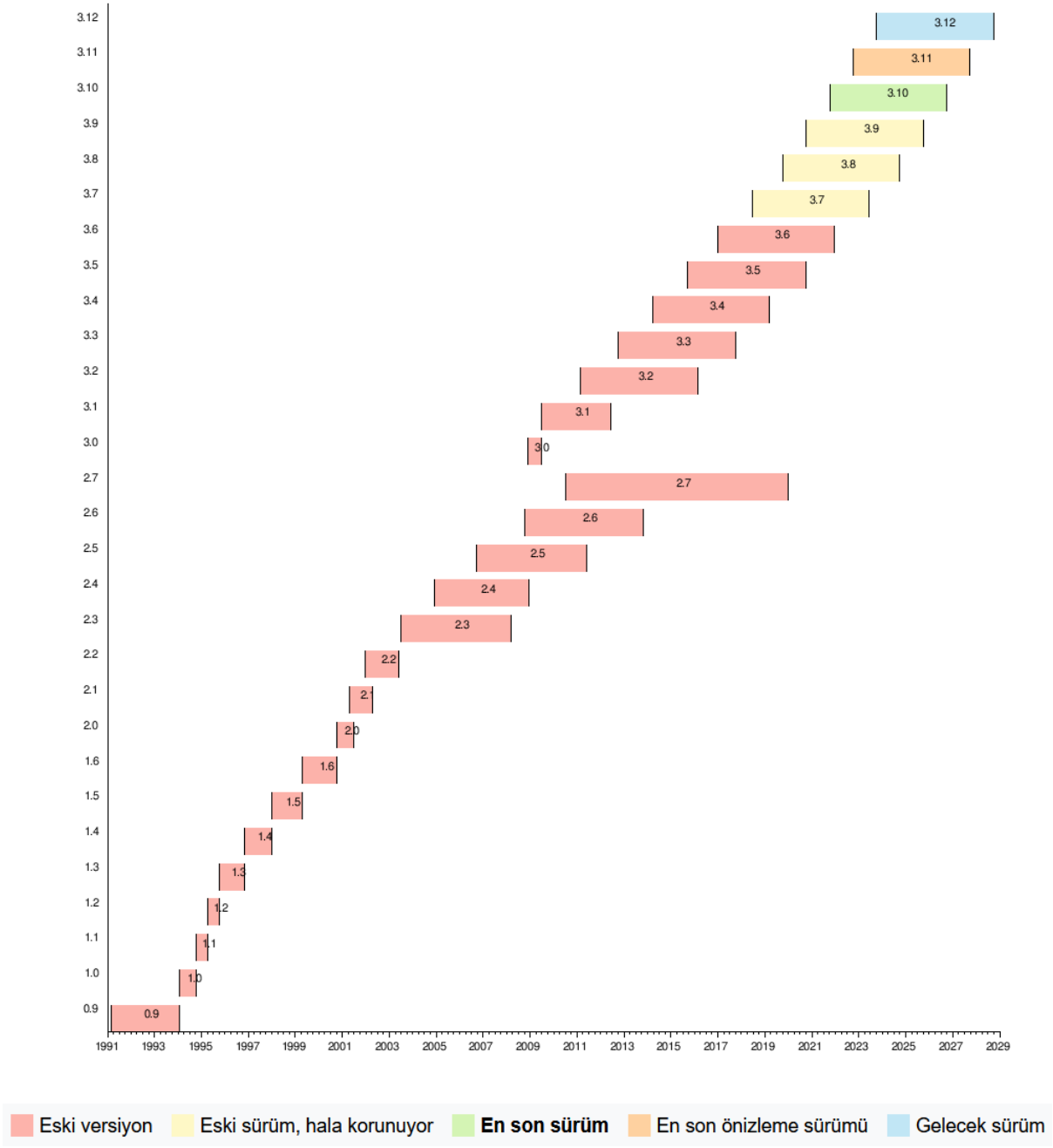
2000 yılının Mayıs ayında, Guido ve Python yazılım geliştirme ekibi BeOpen PythonLabs ekibini oluşturmak için BeOpen.com'a taşındılar. Aynı yılın Ekim ayında, PythonLabs takımı Digital Creations'a (şimdiki isimleri: Zope Corporation) geçiş yaptılar. 2001 yılında, PSF (Python Software Foundation: Python Yazılım Vakfı) oluşturuldu, Python ile ilgili Intellectual Property'e (Fikri Mülkiyet) sahip olabilmek için özellikle oluşturuldu, herhangi bir kar amacı gütmeyen bir kuruluştur. Zope Corporation, PSF'nin sponsor üyesidir.

Bütün Python sürümleri Open Source (Açık Kaynak) üzerinden yayınladı. Tarihsel olarak, çoğu ama hepsi değil Python sürümlerinin bazıları ayrıca GPL (General Public License) uyumlu olarakta yayınladı.

Not: GPL uyumlu olması Python'u GPL altında yayınlamak demek değildir. Bütün Python lisansları, GPL'den farklı olarak, yaptığınız değişiklikleri açık kaynak olmadan da dağıtmanıza izin verir. GPL uyumlu lisanslar, diğerlerinin aksine; Python'un GPL kapsamında yayınlanan diğer yazılımlarıyla birleştirmeyi mümkün kılar.

ÇİZELGE 1 Aşağıdaki tablo Python'un bazı sürüm bilgilerini göstermektedir

Sürüm	**Türetildi**	**Yıl**	**Hak Sahibi**	**GPL Uyumlu?**
0.9.0 - 1.2	n/a	1991-1995	CWI	Evet
1.3 - 1.5.2	1.2	1995-1999	CNRI	Evet
1.6	1.5.2	2000	CNRI	Hayır
2.0	1.6	2000	BeOpen.com	Hayır
1.6.1	1.6	2001	CNRI	Hayır
2.1	2.0+1.6.1	2001	PSF	Hayır
2.0.1	2.0+1.6.1	2001	PSF	Evet
2.1.1	2.1+2.0.1	2001	PSF	Evet
2.1.2	2.1.1	2002	PSF	Evet
2.1.3	2.1.2	2002	PSF	Evet
2.2 ve sonrası	2.1.1	2001 ve sonrası	PSF	Evet



ŞEKİL 1 (a) Python programlama dili sürümleri ve destek verildiği yıllar gösterildiği görsel (Wikipedia History of Python 2022)

1.2. REST API

Online ortamda veri oluşturma ve paylaşmanın hangi yöntemler ile mümkün kılındığını anlatalım.

1.2.1. API NEDİR?

API, uygulama yazılımı oluşturmak ve entegre etmek için bir dizi tanım ve protokoldür. Bazen bir bilgi sağlayıcı ile bilgi kullanıcısı arasındaki, tüketiciden istenen içeriği (çağrı) ve üretici tarafından istenen içeriği (cevap) belirleyen bir sözleşme olarak anılır. Örneğin; bir hava durumu hizmeti için API tasarımı, kullanıcının bir posta kodu sağlamasını ve üreticinin, ilki yüksek sıcaklık ve ikincisinin düşük olmak üzere iki parçalı bir yanıtla yanıt vermesini belirtebilir.

Başka bir deyişle, bilgi almak veya bir işlevi gerçekleştirmek için bir bilgisayar veya sistem etkileşim kurmak istiyorsanız, API, isteği anlayıp yerine getirebilmesi için o sisteme ne istediğini iletmenize yardımcı olur.

Bir API'yi kullanıcılar veya istemciler ile almak istedikleri kaynaklar veya web hizmetleri arasında bir aracı olarak düşünülebilir. Aynı zamanda bir kuruluşun güvenlik, kontrol ve kimlik doğrulamasını sürdürürken kimin neye erişebileceğini belirleyerek kaynakları ve bilgileri paylaşmasının bir yoludur.

API'nin bir başka avantajı da, kaynağınızın nasıl alındığını veya nereden geldiğini bilmenize gerek olmamasıdır.

1.2.2. REST NEDİR?

REST bir protokol veya standart değil, bir dizi mimari kısıtlamadır. API geliştiricileri REST'i çeşitli şekillerde uygulayabilir.

RESTful API aracılığı ile bir istemci isteği yapıldığında kaynağın durumunun bir temsilini istekte bulunana veya son kısma aktarır. Bu bilgi veya beyan, birkaç şekilde sunulabilir. Örneğin; HTTP: JSON (Javascript Object Notation), HTML, XLT, Python, PHP veya metin belgesi formatı tipinde sunabilir. JSON genel olarak en çok kullanılan dosya tipidir çünkü adına rağmen Javascript programlama dilinden bağımsızdır ve insanlar hemde makineler tarafından okunabilir.

Bir API'nin RESTful olarak kabul edilebilmesi için şu kriterlere uyması gerekir.

- İstemciler sunucular ve kaynaklardan oluşan ve istekleri HTTP aracılığı ile yönetilen bir istemci ve sunucu mimarisi olmalıdır.
- İstemci sunucu arasındaki etkileşimleri kolaylaştıran önbelleğe alınabilir veriler olmalıdır.
- Her tür sunucuyu organize eden katmanlı bir sistem, istenen bilgilerin istemci tarafından görülmeyecek şekilde düzenler halinde alınmasını içeriyor olmalıdır.
- İsteğe bağlı kod, istendiğinde sunucudan istemciye yürütülebilir kod gönderme, istemci işlevselliğini genişletme yeteneğine sahip olmalıdır.

REST API'nin uyması gereken bu özelliklere sahip olmasına rağmen, XML mesajlaşma ve yerleşik güvenlik ve işlem uyumluluğu gibi belirli gereksinimleri olan SOAP (Simple Object Access Protocol) gibi önceden belirlenmiş bir protokole göre kullanımı daha kolay kabul edilir.

Buna karşılık REST, gerektiğinde uygulanabilen artırılmış ölçeklenebilirlik ile REST API'lerini daha hızlı ve hafif hale getiren IOT (Internet of Things: "Nesnelerin İnterneti") ve mobil uygulama geliştirme için mükemmel olan bir dizi yönergedir.

1.2.3. OPENSKY REST API

OpenSky REST API bağlantısı: *https://opensky-network.org/api*

Veriler içerisinde durum vektörleri ve uçuş rotalarını almak için kullanılabilecek çeşitli bilgiler vardır.

1.2.3.1. Tüm Durum Vektörleri

Aşağıdaki API çağrısı, OpenSky'ın herhangi bir durum vektörünü almak için kullanılabilir.

https://opensky-network.org/api/states/all

1.2.3.2. Talepte Bulunma

Aşağıdaki talep parametrelerinden istenilenler kullanılarak belirli uçuklar veya saatler için durum bilgisi talep edilebilir.

ÇİZELGE 2 Talep parametreleri

Nitelik	Veri Tipi	Tanım
time	integer (sayısal)	Saniye cinsinden süre durumlarını almak için Unix zaman damgası kullanılır. Yazılmazsa anlık zaman kullanılır.
icao24	string (sözel)	Onaltılık diziyle temsil edilen bir veya daha fazla ICAO24 aktarıcı adresi (örn: abc9f3) kullanır. Birden çok ICAO24 verisini filtrelemek için her adres için bir kez ekleyin. Yazılmazsa tüm uçakların durum vektörleri döndürülür.

Buna ek olarak WGS84 koordinatlarını ile bir sınırlayıcı bölge oluşturarak sadece o bölgede bulunan uçakların verisini almak mümkündür. Bu amaçla, aşağıdaki parametrelerin hepsini ekleyiniz.

ÇİZELGE 3 Koordinat sisteminde alabileceği değerlerin veri tipleri

Nitelik	Veri Tipi	Tanım
lamin	float	Enlem için ondalık derece cinsinden alt sınır.
lomin	float	Boylam için ondalık derece cinsinden alt sınır.
lamax	float	Enlem için ondalık derece cinsinden üst sınır.
lomax	float	Boylam için ondalık derece cinsinden üst sınır.

https://opensky-network.org/api/states/all

Zaman ve uçak için örnek sorgu:

https://opensky-network.org/api/states/all?time=1458564121&icao24=3c6444

İsviçre için sınırlayıcı bölge örnek sorgu:

https://opensky-network.org/api/states/all?
lamin=45.8389&lomin=5.9962&lamax=47.8229&lomax=10.5226

1.2.3.3. Gelen Yanıt

Gelen yanıt, aşağıdaki özelliklere sahip bir JSON nesnesidir.

ÇİZELGE 4 Gelen yanıtın veri tipleri

Nitelik	Veri Tipi	Tanım
time	integer (sayısal)	Bu yanıttaki durum vektörlerinin ilişkili olduğu zamanı temsil eder. Tüm vektörler [time - 1, time] aralığına sahip bir aracın durumunu temsil eder
states	array (dizi)	Durum vektörlerini barındırır.

States (sınıf) özelliği iki boyutlu bir dizidir. Her satır bir durum vektörünü temsil eder ve aşağıdaki alanları içerir.

ÇİZELGE 5 Gelen veri içerisindeki veriler ve verilerin tipleri

Dizin Numarası	Nitelik	Veri Tipi	Tanım
0	icao24	string	Özgün ICOA 24 bit adresinde onaltılık gösterimi.
1	callsign	string	Uçağın çağrı işareti (8 karakter). Çağrı bilgisi alınmadıysa boş bırakılır.
2	origin_country	string	ICAO 24 bit adresinden anlaşılan ülke adı.
3	time_position	int	Son konum güncellemesi için, Unix zaman damgası saniye cinsinden. Son 15 saniye içinde OpenSky tarafından herhangi bir pozisyon bilgisi alınmadıysa boş bırakılır.

4	last_contact	int	Genel olarak son güncelleme için Unix zaman damgası saniye cinsinden. Bu alan, aktarıcıdan alınan herhangi yeni, geçerli mesaj için güncellenir.
5	longitude	float	Ondalık derece cinsinden WGS-84 boylam bilgisi. Boş olabilir.
6	latitude	float	Ondalık derece cinsinden WGS-84 enlem bilgisi. Boş olabilir.
7	baro_altitude	float	Metre cinsinden barometrik yükseklik. Bol olabilir.
8	on_ground	boolean	Konumun bir yüzey konumu raporundan alınıp alınmadığını Boolean tipinde gösterir.
9	velocity	float	Yere göre hız m/s olarak. Boş olabilir.
10	true_track	float	Kuzeyden saat yönünde (kuzey=0°) gerçek yönü. Boş olabilir.
11	vertical_rate	float	m/s cinsinden dikey hız. Pozitif bir değer uçağın tırmandığını, negatif bir değer ise alçaldığını gösterir. Boş olabilir.
12	sensors	int[]	Bu durum vektörü katkıda bulunan alıcıların kimlikleri. İstekte sensör için filtreleme kullanılmadıysa boştur.
13	geo_altitude	float	Metre cinsinden geometrik yükseklik. Boş olabilir.
14	squawk	string	Aktarıcı kodu. Boş olabilir.
15	spi	boolean	Uçuş durumunun özel amaçlı göstermesi olup olmadığını.
16	position_source	int	Konumunun kökeni: 0 = ADS-B, 1 = ASTERIX, 2 = MLAT

1.2.3.4. Kısıtlamalar

1.2.3.4.1. Anonim (Kimliği Doğrulanmamış) Kullanıcılar İçin Kısıtlamalar

Kimlik bilgilerini kullanmadan API'ye erişen kullanıcılar anonimdir. Anonim kullanıcılar için kısıtlamalar şunlardır:

- Anonim kullanıcılar, yalnızca en son durum vektörlerini alabilir, yani zaman parametresi yok sayılacaktır.
- Anonim kullanıcılar, yalnızca 10 saniyelik bir zaman aralığına sahip verileri alabilir. Bu API'nin zaman için durum vektörlerini [now - (now mod 10)] döndüreceği anlamına gelir.

1.2.3.4.2. OpenSky Kullanıcıları İçin Kısıtlamalar

OpenSky kullanıcısı, API'ye erişmek için geçerli bir OpenSky hesabı kullanan kişilere denir. OpenSky kullanıcılar için kısıtlamalar şunlardır:

- OpenSky kullanıcıları geçmişte 1 saate kadar verileri alabilir. Zaman parametresinin bir değeri varsa [t < now (şimdi) - 3600] API, 400 bozuk istek döndürür.
- OpenSky kullanıcıları, 5 saniyelik bir zaman hassasiyeti ile verileri alabilir. Bunun anlamı eğer zaman parametresi olarak ayarlanmışsa `t` API zaman için [t - (t mod 5)] durum vektörlerini döndürür.

1.3. OpenSky Network İçin Raspberry Pi İle ADS-B Baz İstasyonu

OpenSky gibi siteler uçak verilerini yakalayabilmek için baz istasyonlarına ihtiyaç duyar. ADS-B (Automatic Dependent Surveillance-Brodcast) uçak verilerini yakalayabilmek için kullanılan bir baz istasyonu sistemidir.

1.3.1. Tanıtım

Bu yardımcı kılavuz, Raspberry Pi ve hazır parçalar kullanılarak basit bir ADS-B baz istasyonunun nasıl işlevsel hale getirileceğini ve istasyonunuzu OpenSky ağına nasıl bağlayacağınızı açıklar.

Yapılacak olan baz istasyonu, 200-300 km'ye kadar yarıçaptaki uçaklardan yayın sinyallerini alabilecek ve kodunu çözebilecek kadar etkili olabilmektedir.

SON VERİLERİN ÇEKİLİP ÇÖZÜLMÜŞ HALİNİN RESİM GELECEK

Aynı zamanda verilerinizi OpenSky Network ve diğer ağlara aktarılabilecek ve PlanePlotter gibi yerel uygulamalar üzerinden de kullanılabilecektir.

OPENSKY ÜZERİNDEN ANKET GÖRÜŞ ALANI RESMİN GELECEK

Anlatılan yöntem, Raspberry Pi kılavuzu için dump1090 kullanan ADS-B'ye dayanmaktadır.

İnternet üzerinde veri aktarımı sağlamak için internet bağlantısı olan bir ortama ihtiyaç vardır.

1.3.2. Önemli Detaylar

- Anketinin yerleştirileceği konum, gökyüzünü net görebilecek ve etrafı açık bir şekilde konumlandırılmış olması gerekmektedir.

- Topladığınız verileri OpenSky Network'üne göndermek istiyorsanız internet bağlantınızı yapıp veri iletmeniz gerekmektedir.

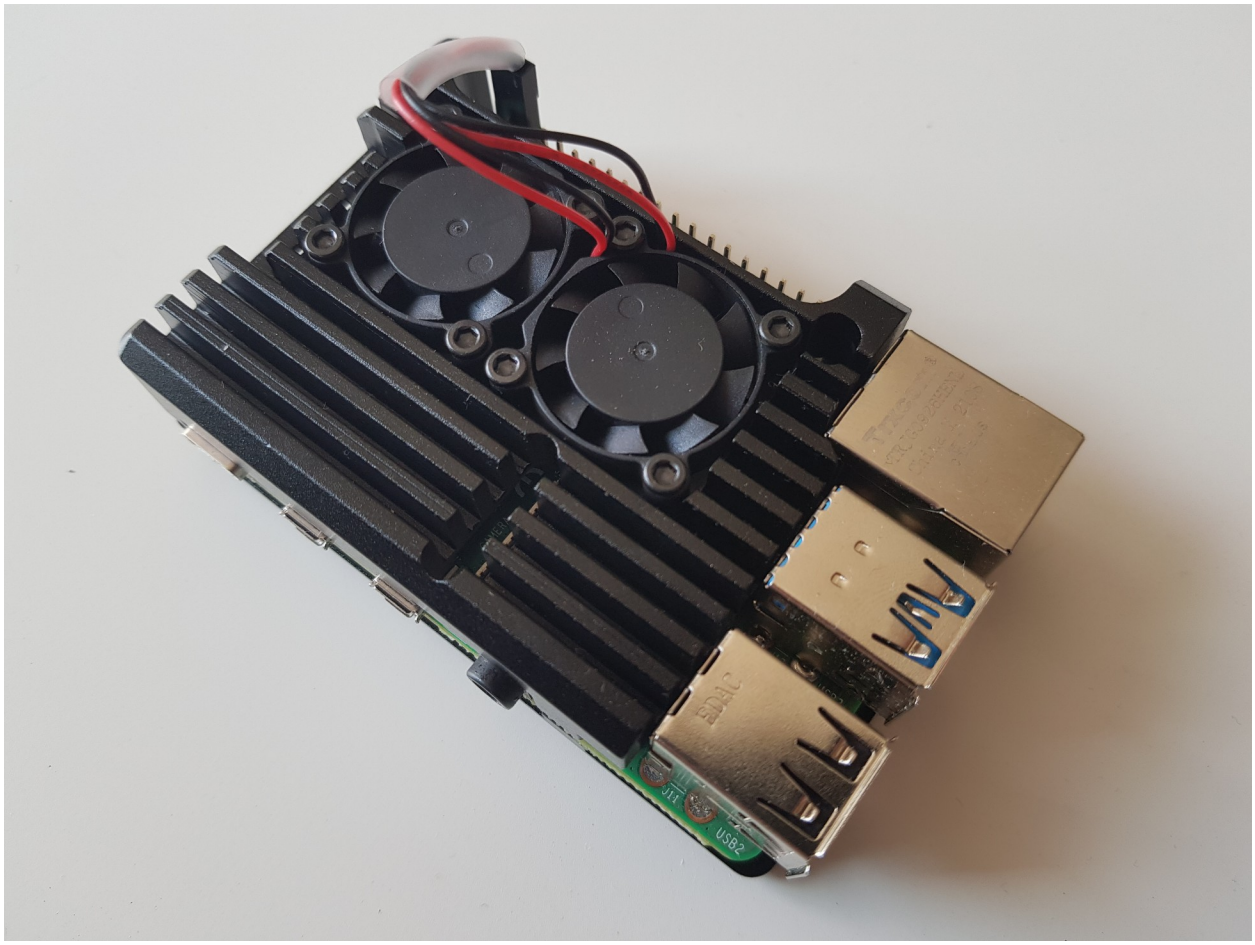
- OpenSky Network, baz istasyonunuza bağlamak için statik (sabit) bir ana bilgisayar adına veya IP adresine ihtiyaç duyar. Statik bir IP (Internet Protocol) adresiniz yoksa (genellikle olmaz), internet sağlayıcınızın DuckDNS.org veya No-IP.com gibi bir sağlayıcı kullanarak dinamik DNS'yi (Domain Name System) desteklemesi gerekir.

- Raspberry Pi'yi internete kablosuz olarak bağlayabilmeniz için modeminizin WIFI'yı (Wireless Fidelity: Kablosuz Ağ Bağlantısı) desteklemesi gerekir.

1.3.3. Baz İstasyonu İçin Gerekli Donanımlar

1.3.3.1. Raspberry Pi Ekipmanları

1.3.3.1.1. Raspberry Pi 4 ve Çift Fanlı Metal Kasa Soğutma Sistemi



Şekil

Gerekli yazılımları ve donanımlar arasında bağlantıyı sağlamak amaçlı minimal bir bilgisayar sistemi olan Raspberry Pi 4 2 gb geçici hafızalı bir bilgisayar kullandık. Aynı zaman donanım sürekli çalışacağı için soğutmasını sağlamak amacıyla metal kasa ve çift fanlı bir soğutma tercih ettik.

1.3.3.1.2. Hafıza Kartı

Şekil

Bilgisayarın çalışır hale gelebilmesi için mini hafıza kart içerisine özgür yazılım olan Linux çekirdekli ve GNU/Linux içerisinde barındıran Debian tabanlı dağıtım kullanmayı tercih ettik. Görsel alabilmek amaçlı hafıza kartının içerisine arayüzü olan bir dağıtımın kurulumu yapıldı ama tercihe bağlı olarak donanımların daha az kaynak harcaması için minimal ve arayüzü olmayan başka Linux çekirdekli dağıtımlar kurulabilir.

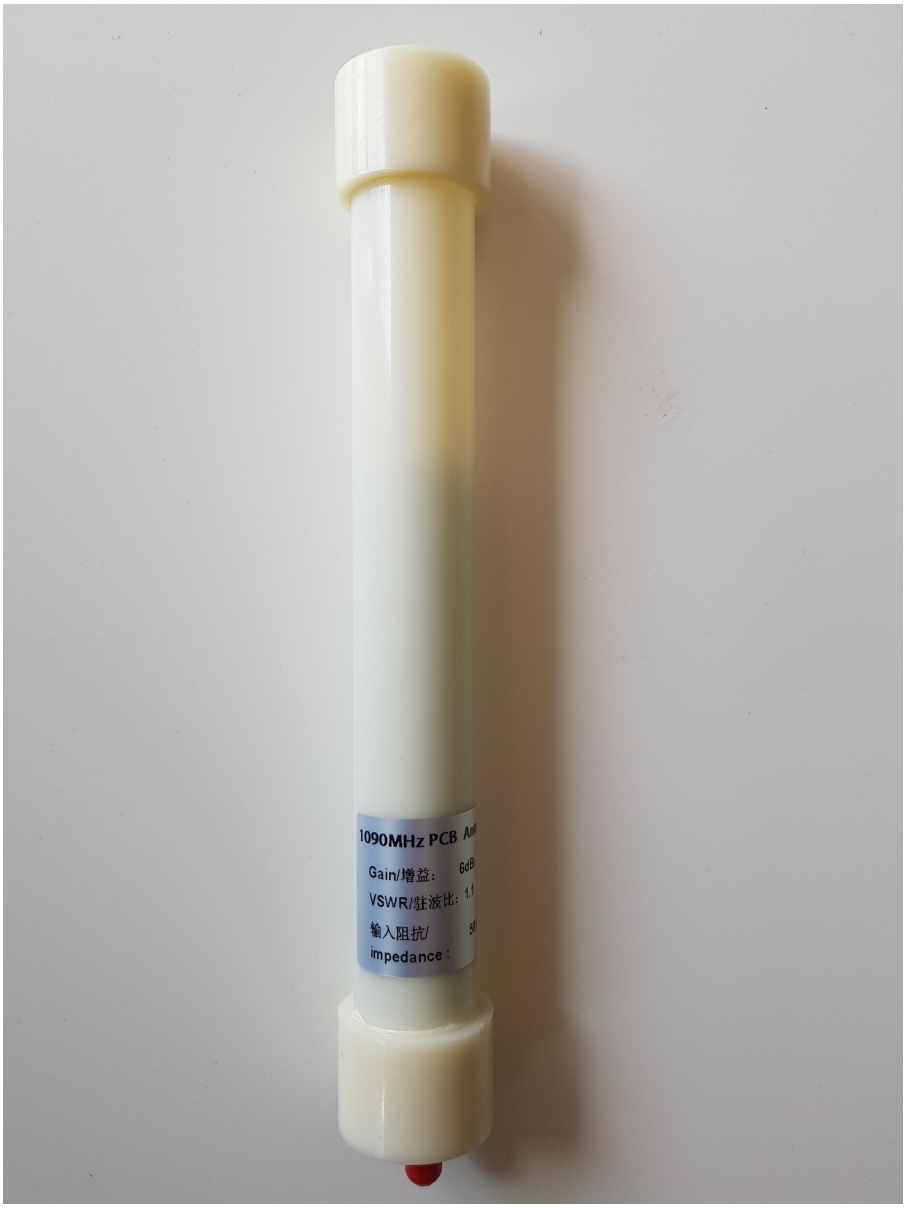
1.3.3.1.3. Adaptör

Şekil

Raspberry Pi 4 cihazının çalışabilmesi önerilen adaptör özellikleri 5 volt ve 3 amper olmalıdır. Kullanılan adaptör ise 5 volt 3.4 amper.

1.3.3.2. Alıcının Ekipmanları

1.3.3.3. ADS-B Anten



Şekil

Uçak tarafından yayınlanan radyo dalgalarını yakalayabilmek amaçlı gerekli olan bir donanımdır. İnternet üzerinden araştırma yapılarak daha başka alternatiflerde kullanılabilir aynı zamanda basit şekilde bakır tel ile de anten yapmak mümkün.

1.3.3.4. RTL-SDR

Şekil

Anten tarafından yakalanan sinyallerin daha temiz bir şekilde elde edilmesi amaçlı RTL-SDR donanımına ihtiyaç vardır.

1.3.3.5. Her İki Ucu SMA Erkek Bağlantı Girişli Koaksiyel Bakır Kablo

Şekil

Anten ile RTL-SDR donanımı arasında bağlantıyı sağlayabilmek amaçlı her iki ucu SMA erkek olan kablo kullanıldı.

Bunlara ek olarak hazır microSD veya SD kart okuyuculu bir bilgisayarınız, HDMI (High-Definition Multimedia Interface) bağlantılı monitörünüz ve kurulum için gereken USB (Universal Serial Bus) tuş takımı ve fareniz olduğunu ve ayrıca sipariş vermeniz gerekmediğini varsayıyoruz.

1.3.4. Genel Kurulum Adımları

• Raspberry Pi'nin birleştirilmesi

• Ekipmanların birleştirilmesi

• Raspberry'nin ayarlanması

- İşletim sistemi ile SD kartın hazırlanması
- İşletim sisteminin kurulumunun gerçekleştirilmesi
- RTL-SDR alıcısı için sürücüler oluşturma ve yükleme
- dump1090 kod çözücünün oluşturulması ve kurulumu

• Baz istasyonunu OpenSky Network'e bağlama

- Raspberry Pi için dinamik (sabit olmayan) DNS kurulumu
- Port (bağlantı noktası) 30005 bağlantı noktasını internete erişebilir hale getirilmesi
- OpenSky Network hesabının oluşturulması
- OpenSky Network'e yeni bir alıcı eklenmesi

1.3.4.1. Raspberry Pi'nin birleştirilmesi

1.3.4.2. Ekipmanların birleştirilmesi

1.3.4.3. Raspberry'nin ayarlanması

1.3.4.3. 1. İşletim sistemi ile SD kartın hazırlanması

1.3.4.3. 2. İşletim sisteminin kurulumunun gerçekleştirilmesi

1.3.4.3. 3. RTL-SDR alıcısı için sürücüler oluşturma ve yükleme

1.3.4.3. 4. dump1090 kod çözücünün oluşturulması ve kurulumu

1.3.4.4. Baz istasyonunu OpenSky Network'e bağlama

1.3.4.4. 1. Raspberry Pi için dinamik (sabit olmayan) DNS kurulumu

1.3.4.4. 2. Port (bağlantı noktası) 30005'i internete erişebilir hale getirilmesi

1.3.4.4. 3. OpenSky Network hesabının oluşturulması

1.3.4.4. 4. OpenSky Network’e yeni bir alıcı eklenmesi

Uygulamalar:

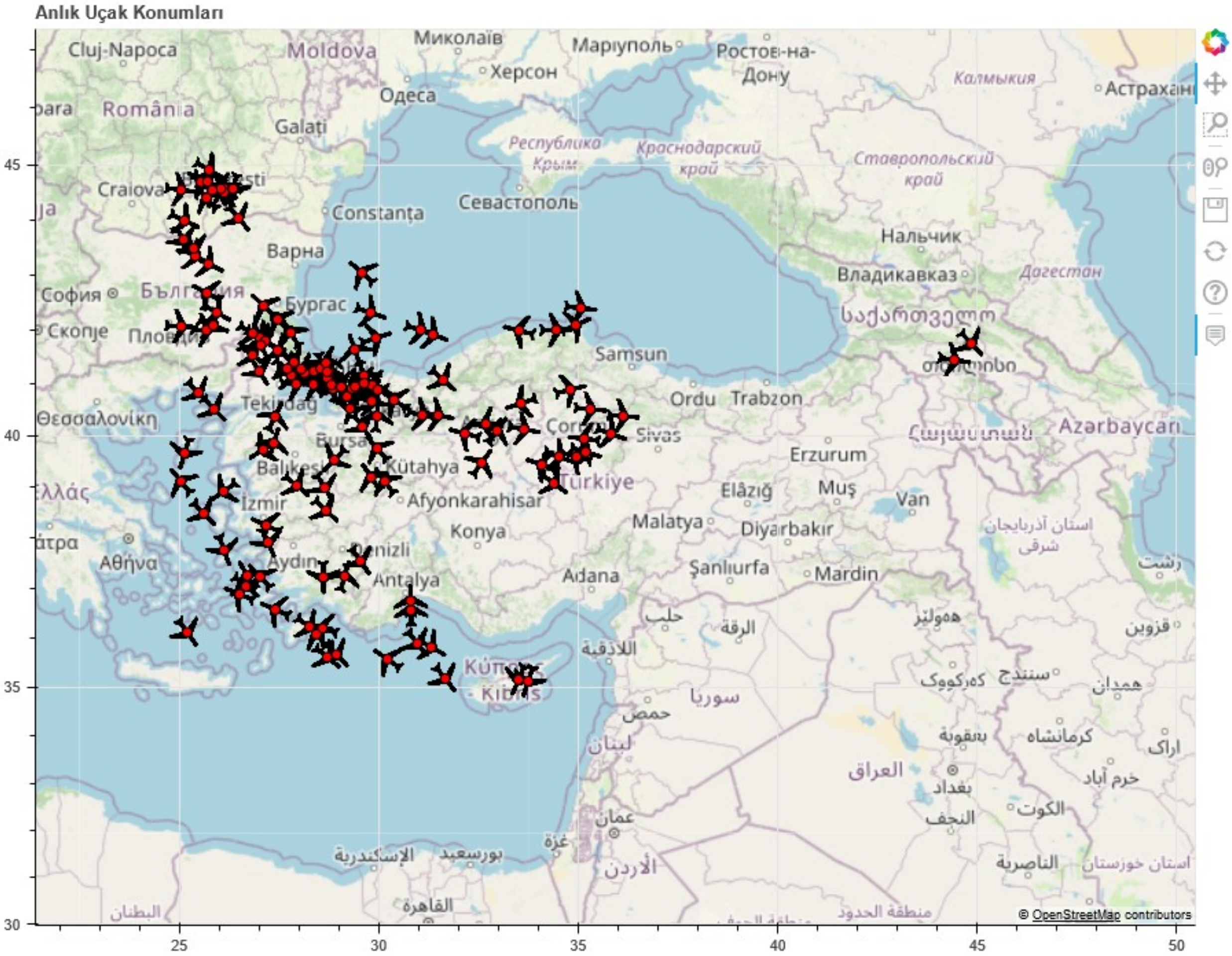
""" Kütüphaneler """

```
import requests
import pandas as pd
import numpy as np
from bokeh.plotting import figure
from bokeh.tile_providers import get_provider, OSM
from bokeh.io import output_notebook, show
from bokeh.models import ColumnDataSource

""" Kodun Notebook üzerinde çıktı vermesi için """
output_notebook()

def modify_doc(doc):

    """ İlk figürlerin oluşmasından önce hata vermemesi için verileri null
ata """
    flight_source = ColumnDataSource({
        'icao24':[],'callsign':[],'origin_country':[],
        'time_position':[],'last_contact':[],'long':[],'lat':[],
        'baro_altitude':[],'on_ground':[],'velocity':[],'true_track':[],
        'vertical_rate':[],'sensors':[],'geo_altitude':[],'squawk':[],'spi':
[],
        'position_source':[],'MercatorX':[],'MercatorY':[],'rot_angle':
[],'url_data':[] })

    def update():
        """ Gelen coğrafi koordinatları web mercator dönüştür """
        def wgs84_to_web_mercator(df, lon="long", lat="lat"):
            k = 6378137
            df["MercatorX"] = df[lon] * (k * np.pi/180.0)
            df["MercatorY"] = np.log(np.tan((90 + df[lat]) * np.pi/360.0)) *
k
            return df


        """ Türkiye'yi içine alan coğrafi koordinatlar """
        lon_min,lat_min = 25, 35
        lon_max,lat_max = 45, 45
        """ REST API üzerinden veri çekmek için gerekli argümanlar """
        user_name = ''
        password = ''
        url_data =
'https://'+user_name+':'+password+'@opensky-network.org/api/states/
all?'+'lamin='+str(lat_min)+'&lomin='+str(lon_min)+'&lamax='+str(lat_max)
+'&lomax='+str(lon_max)


        """ REST API üzerinden istekte bulun """
```

```
        response = requests.get(url_data).json()
        #print(response)
        #print(type(response))
        """ Gelen verinin sutün ismi """
        col_name =
['icao24','callsign','origin_country','time_position','last_contact','long','
lat','baro_altitude','on_ground','velocity','true_track','vertical_rate','sen
sors','geo_altitude','squawk','spi','position_source']
        """ Verileri DataFrame tipine çevir """
        flight_df = pd.DataFrame(response['states'])
        #print(flight_df)
        #print(type(flight_df))
        """ Sutün isimlerini numaralandır """
        flight_df = flight_df.loc[:,0:16]
        #print(flight_df)
        #print(type(flight_df))
        """ Sutün numaraları yerine col_name kısmındaki isimlendirmeleri ile
değiştir """
        flight_df.columns = col_name
        #print(flight_df.columns)
        #print(type(flight_df.columns))
        """ NAN tipinde gelen boş alanları hata almamak amaçlı No Data yap
flight_df"""
        flight_df = flight_df.fillna('No Data') #replace NAN with No Data
        #print(flight_df)
        #print(type(flight_df))

        """ Fonsiyonu çağır """
        wgs84_to_web_mercator(flight_df)
        flight_df['rot_angle'] = flight_df['true_track']*-1
        icon_url = 'https://cdn-icons-png.flaticon.com/512/1679/1679938.png'
        flight_df['url_data'] = icon_url


        """ Verilerin güncelleme işlemini yap """
        n_roll = len(flight_df.index)
        flight_source.stream(flight_df.to_dict(orient="list"),n_roll)



    doc.add_periodic_callback(update, 5000)

    """ Nerelere şekil çizileceğine dair bilgileri gir """
    p = figure(plot_width=900, plot_height=700, x_range=(3000000, 5000000),
y_range=(3500000, 6000000),
               x_axis_type="mercator", y_axis_type="mercator",
tooltips=[("Ülke", "@origin_country"),
                ("Uçak Adı", "@callsign"), ("(Long, Lat)", "(@long, @lat)")],
title = "Anlık Uçak Konumları")


    """ Uçak figürlerini çizdir """
    p.image_url(url='url_data', x='MercatorX', y='MercatorY',
source=flight_source, anchor='center', angle_units='deg', angle='rot_angle',
```

```
h_units='screen', w_units='screen', w=25, h=25)


    """ Çizilecek şekilleri ayarla """
    p.circle(x="MercatorX", y="MercatorY", size=7, fill_color="red",
line_color="black", fill_alpha=1, source=flight_source)

    """ Harita altlığını çağır """
    tile_provider = get_provider(OSM)
    """ Harita altlığını p şekilleri ile birleştir """
    p.add_tile(tile_provider)


    doc.add_root(p)


""" Haritayı göster """
show(modify_doc)
```

Sonuçlar:



Anlık Uçak Konumları
Cluj-Napoca
Moldova
Миколаїв
Маріуполь
Ростов-на-Дону
Херсон
Калмыкия
Астрахань
România
Одеса
Galați
Республика Крым
Краснодарский край
Ставропольский край
Craiova
Constanța
Севастополь
Нальчик
Варна
Владикавказ
Дагестан
София
България
Бургас
Скопје
Samsun
Ordu
Trabzon
Tekirdağ
Θεσσαλονίκη
Bursa
Sivas
Azərbaycan
Erzurum
Balıkesir
Kütahya
Türkiye
Elâzığ
Muş
İzmir
Afyonkarahisar
Van
Konya
Malatya
Diyarbakır
Αθήνα
Aydın
Antalya
Adana
Şanlıurfa
Mardin
Kıbrıs
سوريا
لبنان
العراق
بغداد
الكوت
النجف
عمان
الأردن
الإسكندرية
بورسعيد
القاهرة
© OpenStreetMap contributors
45
40
35
30
25
30
35
40
45
50

KAYNAKLAR:

İNTERNET KAYNAKLARI:

https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_Python

https://en.wikipedia.org/wiki/Python_(programming_language)

https://docs.python.org/3/license.html

https://wiki.python.org/moin/

https://www.python.org/doc/essays/blurb/

https://opensky-network.org/index.php

https://openskynetwork.github.io/opensky-api/rest.html

https://www.redhat.com/en/topics/api/what-is-a-rest-api

https://openskynetwork.github.io/opensky-api/rest.html

https://github.com/openskynetwork/raspberry-pi-adsb

EKLER

ÖZGEÇMİŞ