



Studentski dom „Evropa” – Európa Kollégium Egyetemista Központ, Újvidék

TŰZVESZÉLY TÉRKÉPEZÉS

Mentor:

Dr. Mészáros Minucsér

Kollégista:

Piri Pál

Műszaki tudományok kara
Geodezija i Geoinformatika

III. évfolyam

2023. március, Újvidék

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS.....	3
1.1 A tűzveszély térképezés jelentősége.....	3
1.2 Google Earth Engine bemutatása.....	3
1.3 A szakdolgozat célja és felépítése	3
2. TŰZVESZÉLY TÉNYEZŐK	4
2.1 Tűzveszély kockázati tényezők áttekintése	4
2.2 Tűzveszély faktorok szerepe a tüzesetek kialakulásában	4
2.3 Tűzveszély tényezők adatforrásainak bemutatása	5
2.3.1 ERA5 Land Hourly	5
2.3.2 GlobCover: Global Land Cover Map.....	5
3. TŰZVESZÉLY TÉRKÉP ELKÉSZÍTÉSE A GOOGLE EARTH ENGINE SEGÍTSÉGÉVEL	6
3.1 Programkód magyarázata	6
3.2 Voilà alkalmazás.....	11
4. TŰZVESZÉLY TÉRKÉP EREDMÉNYEI	11
4.1 Voilà futtatása	11
4.2 Eredmények	12
5. HIVATKOZÁSOK.....	14

1. BEVEZETÉS

1.1 A tűzveszély térképezés jelentősége

A tűzveszély térképezés rendkívül fontos az erdőtüzek, bozóttüzek és szárazföldi tüzek kezelésében és megelőzésében. Az ilyen tüzek jelentős kockázatot jelentenek az élővilágra, az emberi egészségre és az infrastruktúrára. A tűzveszély térképezése lehetővé teszi a tűzveszélyes területek azonosítását, a tűzveszély időbeli változásainak követését, az előrejelzéseket, valamint a hatékonyabb tűzvédelmi intézkedések meghozatalát. Az ilyen térképek alapján tervezhetők előre a tűzvédelmi stratégiák és a tűzoltási erőforrások elhelyezése, ami hozzájárulhat az erdő- és bozóttüzek hatékonyabb megelőzéséhez, kezeléséhez és csökkentéséhez.

1.2 Google Earth Engine bemutatása

A Google Earth Engine egy ingyenes, felhőalapú geospatiális adatelemző és térképező platform, amely lehetővé teszi a felhasználók számára a globális méretű földtudományi adatok feldolgozását és elemzését. Az Earth Engine számos geospatiális adathalmazt és szoftvert tartalmaz, amelyek különböző környezeti és klímaváltozási kutatásokhoz, erdő-, bozót- és szárazföldi tűzmonitorozáshoz, valamint természeti erőforrások menedzseléséhez használhatók. A platform könnyen használható eszközöket kínál a nagy adathalmazok kezelésére és azok vizuális reprezentációjára a térképi formátumban.

1.3 A szakdolgozat célja és felépítése

A szakdolgozat fő célja az, hogy egy olyan programot hozzon létre, amely képes összekapcsolni és kombinálni különböző távérzékelési adatokat a Google Earth Engine környezetében. Az összefűzött adatok közé tartozik a hőmérséklet, a páratartalom, a szélsébség és a növényzet, amelyek segítségével egy Tűzveszélyességi Térképet lehet létrehozni. A program lehetővé teszi a felhasználó számára, hogy kiválassza a kívánt helyszínt, majd megjeleníti az eredményeket egy térképen, ahol a tűzveszélyességi kockázatokat színezett rétegekkel jeleníti meg jelen pillanatban elérhető adatok alapján. A program használata elősegíti a tűzveszélyesség előrejelzését, ami segít az erdő- és mezőgazdasági területek védelmében, valamint a helyi hatóságoknak és tűzoltóknak a tüzesetek megelőzésében és kezelésében.

2. TŰZVESZÉLY TÉNYEZŐK

2.1 Tűzveszély kockázati tényezők áttekintése

A tűzveszély kockázati tényezők olyan elemek, amelyek növelik az erdő- és bozóttüzek kialakulásának valószínűségét. Ezek közé tartozhatnak az éghajlati adatok (például hőmérséklet, csapadék), a vegetáció állapota, a tűz előző előfordulása, az emberi tevékenységek (például erdőirtás, mezőgazdasági hasznosítás), valamint az infrastruktúra és lakossági települések közelsége. A tűzveszély kockázati tényezők alapos áttekintése segíthet az érintett területek azonosításában és a megfelelő tűzvédelmi intézkedések kidolgozásában.

2.2 Tűzveszély faktorok szerepe a tüzesetek kialakulásában

Az éghajlat számos módon befolyásolhatja az erdő- vagy bozóttüzek kialakulását. Az időjárási adatok, például a hőmérséklet, a páratartalom, a szél és az eső mennyisége mind hatással lehetnek a tűzveszélyre és a tűz terjedésére.

Magas hőmérséklet: A meleg időjárás növelheti az erdő- vagy bozóttüzek valószínűségét, mivel a magas hőmérséklet csökkentheti a vegetáció nedvességtartalmát, ami könnyebben meggyulladhat.

Alacsony páratartalom: Az alacsony relatív páratartalom csökkenti a talaj és a növények nedvességtartalmát, ami szintén növelheti a tűzveszélyt. Száraz időjárási körülmények esetén a tüzek könnyebben terjedhetnek.

Szél: Az erős szél lehetővé teszi a tűz gyors terjedését, mivel a szél hordozza a tűz által előállított szikrákat és hamut, valamint fújhatja a lángokat is.

Eső: Az eső jelentős hatással lehet a tűz kialakulására is. Az esős időszakok csökkenthetik az erdő- vagy bozóttüzek valószínűségét, mivel a nedvesség segít csökkenteni a vegetáció könnyen gyulladó állapotát.

Az éghajlatváltozás is befolyásolja az erdő- vagy bozóttüzek kialakulását. Az egyre szélsőségesebb időjárási jelenségek, például hosszabb és szárazabb hóhullámok, valamint erős szélfújások, az éghajlatváltozás következményeként megnövelhetik a tűzveszélyt és a tüzek terjedését.

2.3 Tűzveszély tényezők adatforrásainak bemutatása

Az interneten számos adatbázis elérhető, melyek műholdas felvételek alapján készültek. Ezek egy meghatározott része felhasználható a Google Earth Engine segítségével.

2.3.1 ERA5 Land Hourly

Az ERA5 Land Hourly az Európai Központi Időjárás-jelentések szolgáltatója (ECMWF) által üzemeltetett globális klímajelentési adatbázis, amely óránkénti időfelbontással szolgáltat adatokat a szárazföldi felszín állapotáról és a légköri paramétereikről. Az adatbázis a földfelszín lefedő hőmérsékleti, páratartalmi, légnyomási és szélességi adatokat tartalmazza, valamint információt nyújt a csapadékról, a napsütéses időről és a hófödtekről is. Az ERA5_LAND/HOURLY adatokat széles körben használják a meteorológiai kutatásokban, a klímaváltozás elemzésében, valamint a környezetvédelmi tervezésben és a mezőgazdasági termelés tervezésében is.

Az ERA5 Land Hourly három szükséges adatforrást is lefed a program elkészítéséhez: hőmérsékletet, páratartalmat és a szél sebességét

2.3.2 GlobCover: Global Land Cover Map

A GlobCover: Global Land Cover Map egy műholdas felvételeken alapuló, globális felszínborítás-jelentési adatbázis. Az adatbázis 2009. január és 2009. december közötti időszakot fed le, és 300 méteres felbontással mutatja be a földfelszíni jellemzőket, mint például az erdők, a víztestek, a mezőgazdasági területek és az urbanizált területek eloszlását. Az adatbázis a környezetvédelmi tervezésben, a klímaváltozási elemzésekben és az erdőirtás felügyeletében használják.

Ez az adatbázis a növényzetről biztosít információt a program futásához. Az egyetlen hátránya, hogy nem túl aktuális adatokat.

3. TŰZVESZÉLY TÉRKÉP ELKÉSZÍTÉSE A GOOGLE EARTH ENGINE SEGÍTSÉGÉVEL

3.1 Programkód magyarázata

Az első verziója a programnak Google Earth Enginben készült el, JavaScript programnyelven írva. Ez később Python nyelvre lett átfordítva, bizonyos előnyökre tekintettel.

A következő kódrészletek a Google Earth Engine (EE) és a Geo-visualization Earth Engine Python API (geemap) modulokat használják, amelyek segítségével földmegfigyelési adatokat kezelhet és vizualizálhat a felhasználó a Google Earth Engine platformon. Az EE egy felhőalapú platform, amely geográfiai adatok elemzésére és vizualizációjára szolgál.

- ee modul importálása:

```
import ee
```

Ez az import utasítás a Google Earth Engine Python API-t teszi elérhetővé a kódodban. Ezáltal hozzáférést kap a felhasználó a Google Earth Engine által nyújtott földmegfigyelési adatokhoz és szolgáltatásokhoz.

- geemap modul importálása:

```
import geemap
```

Ez az import utasítás a Geo-visualization Earth Engine Python API-t hozza be. A geemap modul segítségével könnyen létrehozható interaktív térképek, diagramok és egyéb vizualizációk a Google Earth Engine adatokkal.

- Földmegfigyelési adatok letöltése:

```
ee.Initialize\(\)
```

Ez az utasítás inicializálja a Google Earth Engine-t a használat előtt. Ez biztosítja a szükséges engedélyeket és kapcsolódik a Google Earth Engine szervereihez.

- Azonosítás:

```
ee.Authenticate\(\)
```

Az ee.Authenticate() egy funkció a Google Earth Engine (EE) Python API-ban, amelyet arra használnak, hogy azonosítsák és engedélyezzék a felhasználót a Google Earth Engine platform szolgáltatásainak használatához. Erre nincs minden esetben szükség, például a munkám során sem.

- Dátumtartomány meghatározása:

```
now = date.today()
```

```
currentDate = now.strftime('%Y-%m-%d')
```

Ezek a sorok a jelenlegi dátumot állítják be. A `now` változó tartalmazza a mai dátumot (a `date` modul `today()` függvényével). A `currentDate` változóban pedig a `now` dátumot formázzuk át egy olyan karakterláncra, ami az EE számára értelmezhető ('%Y-%m-%d' formátumban, ami évet, hónapot és napot tartalmaz).

- EE-hez megfelelő dátumként beállítás:

```
currentDateEE = ee.Date(currentDate)
```

Itt az `ee.Date()` segítségével az EE-hez megfelelő dátumobjektumot hozunk létre a Python dátumobjektum alapján.

- Kezdeti és záró dátum beállítása egy napos időszakra:

```
startDate = currentDateEE.advance(-1, 'day')
```

```
endDate = currentDateEE
```

A `startDate` változó a mai dátumtól visszamegy egy napot az `advance` függvénnyel, míg az `endDate` változó a mai dátumot tartalmazza. Így létrejön egy 1 napos időszak a két dátum között.

- Hőmérséklet adatok letöltése:

```
temperatureData = (ee.ImageCollection('ECMWF/ERA5_LAND/HOURLY')
```

```
.filterDate(startDate, endDate)
```

```
.select('temperature_2m')
```

```
.mean())
```

Ez a részlet egy EE-ben elérhető óránkénti felbontású ERA5_LAND adatkészletből származó hőmérsékleti adatokat gyűjti össze. Az `filterDate` függvény a korábban meghatározott `startDate` és `endDate` dátumok közötti adatokat szűri ki. A `select` függvénnyel a 'temperature_2m' nevű sávra korlátozzuk az adatokat, majd a `mean` függvénnyel az időbeni dimenzió mentén átlagoljuk az összes órás hőmérsékleti képet. Így egyetlen kép jön létre, amely az időszak átlaghőmérsékletét reprezentálja.

- Hőmérséklet intenzitás súlyozása:

temperatureWeight = 0.8

if temperatureData.bandNames().size().getInfo() > 0:

temperatureData = temperatureData.multiply(temperatureWeight)

Itt beállítunk egy súlyt (temperatureWeight), amelyet a hőmérsékleti adatokhoz alkalmazunk. Az if feltétellel ellenőrizzük, hogy a temperatureData képnek van-e sávja (tehát volt-e eredménye a korábbi szűrésnek és kiválasztásnak). Ha van sáv, akkor a multiply függvénnyel megszorozzuk a képet a súllyal. Ez a súlyozás azt jelenti, hogy a hőmérsékleti adatoknak lesz egy meghatározott súlya vagy fontossága a további műveletekben, például a képek kombinálásában vagy az elemzésben.

Ugyanezen eljárással definiáljuk mind a páratartam-adatbázist, a szélesség-adatbázist és a növényzet-adatbázist.

A következő kódrészlet a korábban létrehozott hőmérsékleti, páratartalmi, szélességi és vegetációtípus-adatokat kombinálja egyetlen EE képbe, majd számol egy tűzveszélyességi értéket.

- Adatok kombinálása egyetlen képpé:

combinedImage

=temperatureData.addBands(humidityData).addBands(windSpeedData).addBands(vegetationTypeData)

Ebben a sorban a addBands függvényt használjuk, hogy hozzáadjuk a különböző sávokat az temperatureData, humidityData, windSpeedData és vegetationTypeData képekhez. Ezzel egy olyan képet hozunk létre, amely minden sávjában tartalmazza a hőmérsékleti, páratartalmi, szélességi és vegetációtípus-adatokat.

- Tűzveszélyesség számolása:

fireRisk = combinedImage.reduce(ee.Reducer.sum()).rename('fire_risk').clamp(0, 100)

Ez a sor a reduce függvényt használja a kombinált kép sávjainak összeadásához. A sum redukcióval minden pixel értéke összeadódik az összes sávban. A rename függvénnyel átnevezzük az eredmény sávját 'fire_risk'-re. Végül a clamp függvénnyel a tűzveszélyesség értékeket korlátozzuk 0 és 100 közötti értékekre.

- Interaktív térkép létrehozása:

```
Map = geemap.Map()
```

Ez létrehoz egy üres interaktív térképet, amelyet a későbbi vizualizációkhoz és rétegek hozzáadásához lehet használni.

- Vízmaszk adatkészlet betöltése:

```
waterMask = (ee.Image('MODIS/051/MCD12Q1/2012_01_01')  
.select('Land_Cover_Type_2')  
.eq(0))
```

Ez a részlet egy vízmaszkot betölt a Google Earth Engine adatkészletéből. A select függvénnyel a víz területeket jelző 'Land_Cover_Type_2' sávot választjuk ki, majd az eq(0) függvénnyel azt azonosítjuk, ahol a sáv értéke 0 (ami a víz területeket jelöli). Ez később arra szolgál, hogy a szárazföldet és a vízfelületeket külön válassza, mivel a vizen lehetetlen a tűz kialakulása.

- Vizualizációs paraméterek definiálása:

```
nonWaterVis = {  
  'min': 0,  
  'max': 100,  
  'palette': [ 'maroon', 'red', 'darkorange', 'orange', 'yellow', 'lime', 'green' ]  
}  
waterVis = {  
  'palette': 'blue'  
}
```

Ezek a paraméterek segítenek abban, hogy hogyan jelenítjük meg a vízmaszkot a térképen. A nonWaterVis a nem vízterületek számára definiált paramétereket tartalmazza, például a minimális és maximális értéket, valamint a színpalettát különböző földfelszíni fedettségi típusokhoz. A waterVis pedig a vízterületek vizualizációjához használt színpalettát tartalmazza, amely a kék színt használja.

- Nem víz és víz maszkok létrehozása és vizualizálása:

```
nonWaterMaskVis=fireRisk.updateMask(waterMask.Not()).visualize(**nonWaterMaskVis)
```

```
waterMaskVis = fireRisk.updateMask(waterMask).visualize(**waterMaskVis)
```

nonWaterMaskVis: Ez a változó egy olyan maszkot hoz létre, amely a vízterületeken kívüli területeket jelöli. updateMask(waterMask.Not()) segítségével az eredeti fireRisk képet úgy módosítja, hogy csak a nem vízterületeken lévő pixelek maradnak érvényesek. Ezután a visualize függvény alkalmazza a korábban definiált nonWaterMaskVis vizualizációs paramétereket.

waterMaskVis: Ez a változó egy olyan maszkot hoz létre, amely csak a vízterületeket tartalmazza. updateMask(waterMask) segítségével az eredeti fireRisk képet úgy módosítja, hogy csak a vízterületeken lévő pixelek maradnak érvényesek. Ezután a visualize függvény alkalmazza a korábban definiált waterMaskVis vizualizációs paramétereket.

- Maszkok hozzáadása a térképhez:

```
Map.addLayer(nonWaterMaskVis, {}, 'Fire Risk Map without Water')
```

```
Map.addLayer(waterMaskVis, {}, 'Water Surfaces')
```

Ezek a sorok hozzáadják a létrehozott maszkokat a Map térképhez. Az első sor a nem vízterületeket jelző maszkot, a második sor pedig a vízterületeket jelölő maszkot adja hozzá a térképhez. A harmadik argumentum ('Fire Risk Map without Water' és 'Water Surfaces') a rétegek nevét adja meg a térképen, így könnyen azonosíthatók és csoportosíthatók a térkép rétegei között.

- Országhatárok réteg hozzáadása:

```
countries = ee.FeatureCollection("FAO/GAUL/2015/level0").style(**{
```

```
  'color': 'white',
```

```
  'fillColor': '#00000000',
```

```
  'width': 1
```

```
})
```

```
Map.addLayer(countries, {}, 'Country Borders')
```

ee.FeatureCollection("FAO/GAUL/2015/level0"): Ez a kód betölti a FAO (Food and Agriculture Organization) által szolgáltatott GAUL (Global Administrative Unit Layers) adatkészletet, amely az országok határvonalait tartalmazza.

Map.addLayer(countries, {}, 'Country Borders'): Ez a sor hozzáadja az országhatárokat a térképhez.

- Térkép megjelenítése:

Map()

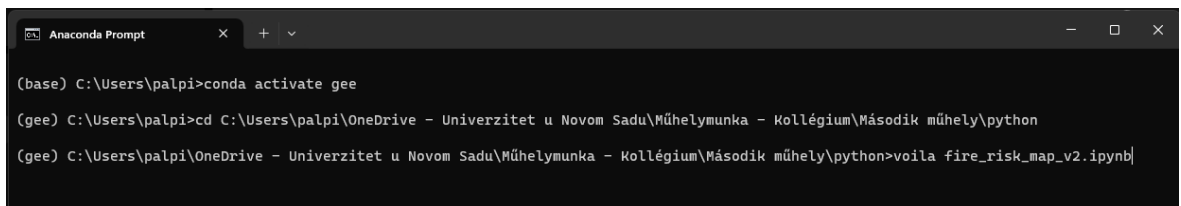
Ez a sor jeleníti meg a létrehozott térképet a Jupyter Notebookban.

3.2 Voilà alkalmazás

Voilà egy Jupyter widgeteket használó eszköz, amely lehetővé teszi a Jupyter Notebookok átalakítását önálló interaktív webalkalmazásokká. A Voilà egy olyan eszköz, amely a Jupyter alkalmazásokat egyszerűen és könnyen konvertálja egy webalkalmazássá, amelyet mások is elérhetnek és használhatnak, anélkül, hogy rendelkezniük kellene Jupyter környezettel. Munkám során a Voilàt használtam annak érdekében, hogy átalakítsam a Jupyter Notebookban készített Python kódot egy önálló, interaktív alkalmazássá.

4. TŰZVESZÉLY TÉRKÉP EREDMÉNYEI

4.1 Voilà futtatása



```
Anaconda Prompt
(base) C:\Users\palpi>conda activate gee
(gee) C:\Users\palpi>cd C:\Users\palpi\OneDrive - Univerzitet u Novom Sadu\Műhelymunka - Kollégium\Második műhely\python
(gee) C:\Users\palpi\OneDrive - Univerzitet u Novom Sadu\Műhelymunka - Kollégium\Második műhely\python>voilà fire_risk_map_v2.ipynb
```

1. Ábra – Voilà elindítása

- Conda környezet aktiválása:

(base) C:\Users\palpi>conda activate gee

Ez a parancs aktiválja a gee nevű Conda környezetet.

- Könyvtárba váltás:

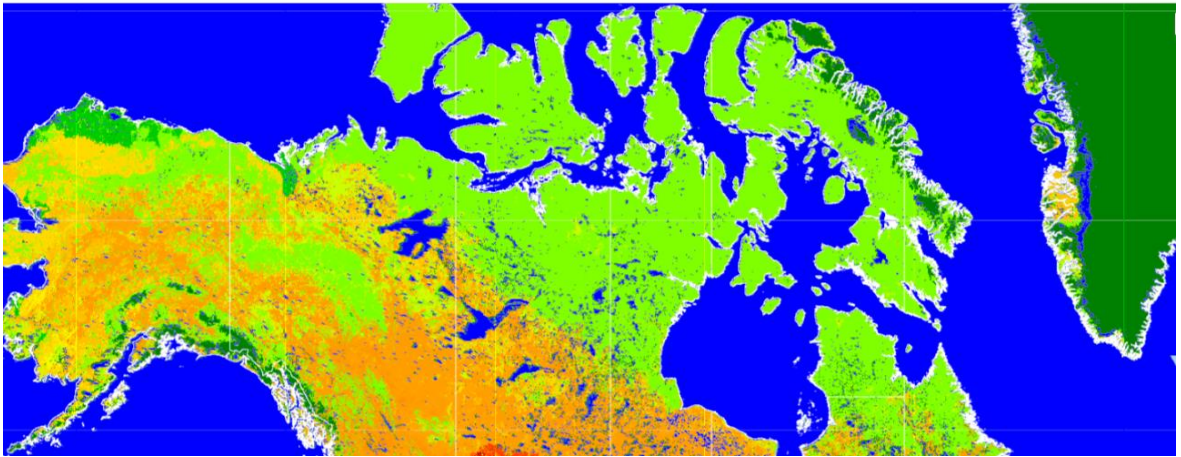
(gee) C:\Users\palpi>cd C:\...\python

Ez a parancs megváltoztatja az aktuális munkakönyvtárat. Itt a cd paranccsal a megfelelő könyvtárba, azaz a python mappába navigálhat a felhasználó, ahol a programkód található.

- Voilá futtatása a Jupyter Notebook fájlon:
[\(gee\) C:\...\python>voila fire_risk_map_v2.ipynb](#)

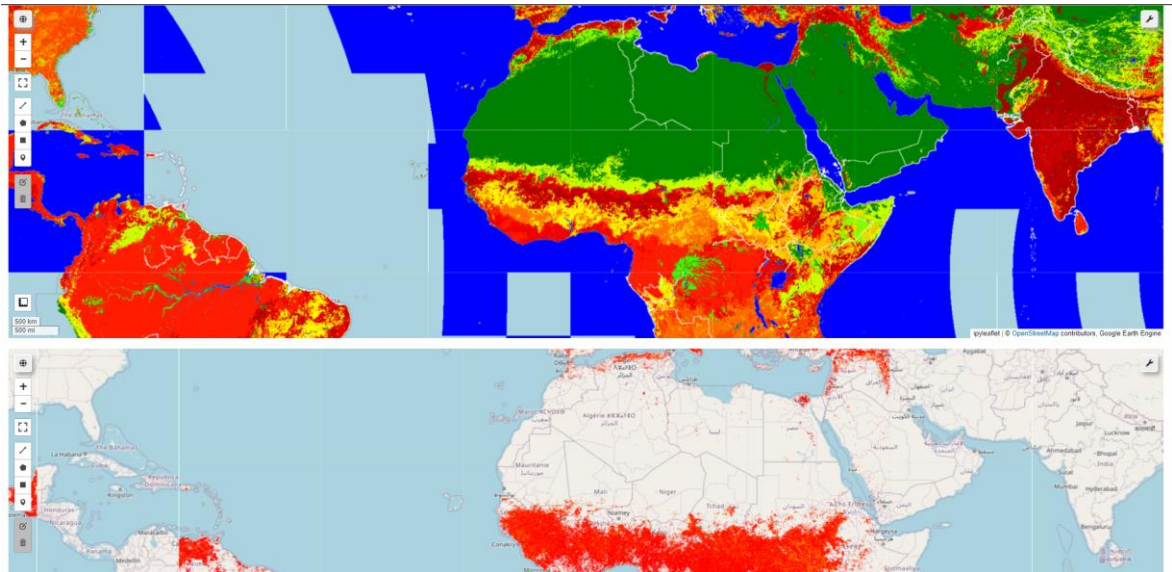
4.2 Eredmények

Fire Risk Map v2



2. Ábra – Az elkészített alkalmazás vizuálisan illusztrálva

A virtuális térképen keresztül lehetőség nyílik bármely pont világszerte történő részletes vizsgálatára az aktuális tűzveszélyességi adatok alapján. A vízfelületek kék színnel vannak jelölve, az országok határai pedig fehér vonalakkal vannak ábrázolva. A szárazföldeken a tűzveszélyességi szinteket egy színskálán ábrázoljuk. Minél inkább a piros szín felé tolódik a skála, annál magasabb a tűz kockázata. Ellenben minél inkább a zöld szín felé húz, annál alacsonyabb a tűz kialakulásának valószínűsége.



3. Ábra - összehasonlítás

Az összehasonlítás kedvéért beillesztettem egy másik OpenStreetMaps térképet, amelyre a FIRMS (Fire Information for Resource Management System) adatbázisának információit importáltam 2010 és 2020 közötti időszakban. Ez a adatbázis a valós tüzesetekről származó adatokat mutatja be. Ezen a térképen láthatjuk, hogy Észak-Afrika területén igen ritka a tereptűz jelensége, amit a vegetáció hiánya okoz. Ezt a tűzveszély térkép is kiválóan illusztrálja, mivel a zöld szín itt alacsony valószínűséget sugall a tűz kialakulására.

5. HIVATKOZÁSOK

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0303243402000065>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0273117705000396>

<https://code.earthengine.google.com/>

<https://earthengine.google.com/>

<https://developers.google.com/earth->

[engine/datasets/catalog/ESA_GLOBCOVER_L4_200901_200912_V2_3](https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/ESA_GLOBCOVER_L4_200901_200912_V2_3)

<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-single-levels>

<https://developers.google.com/earth->

[engine/datasets/catalog/ECMWF ERA5 LAND HOURLY](https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/ECMWF ERA5 LAND HOURLY)

<https://github.com/voila-dashboards/voila>