# R İLE ENERJİ PİYASASI VERİ ANALİZİ EL KİTABI

## Contents



# 1 Giriş

## 1.1 Amaç

Bu dökümanın temel amacı, `R` yazılım dilinin yüklenmesi ve kurulmasından başlayarak çeşitli veri manipülasyonlarının nasıl gerçekleştirilebileceğini ve bu verilerin nasıl kolaylıkla ve oldukça şık bir biçimde görselleştirilebileceğini enerji piyasası verileriyle ve yine enerji piyasasına uyumlu örneklerle uygulamaya dökmektir. Bu dökümanın, enerji sektöründe ve benzeri diğer sektörlerde rol alan bireyler için oldukça yararlı olduğuna inanıyor, şimdiden kolaylıklar diliyoruz.

## 1.2 Kurulum

### 1.2.1 R ve RStudio'nun İndirilmesi

Öncelikle ücretsiz bir istatistiksel programlama dili olan R'ın yüklenmesi gerekiyor. R'ı indirmek için https://cran.rstudio.com/ sitesine ilerleyiniz ve işletim sisteminize uygun olan versiyonuna tıklayarak indirmeyi başlatınız.

Daha sonra güçlü bir kullanıcı arayüzü olan RStudio'nun indirilmesi gerekiyor. Onun için de https://rstudio.com/products/rstudio/download/ linkini kullanabilirsiniz. İndirme tamamlandıktan sonra direktifler takip edilerek RStudio kurulumu da tamamlanmış olacaktır.

### 1.2.2 Kurulumun Test Edilmesi

Kurulumlar tamamlandıktan sonra sisteminizin çalıştığından emin olmak adına RStudio'yu açın ve Konsol veya "Console" yazan yere tıklayarak basit bir kod yazın. Örneğin `x <- 3 + 4` yazın ve `ENTER`'a tıklayın. Herhangi bir hata almadığınızdan emin olduğunuzda bir sonraki bölüme geçebilirsiniz.

### 1.2.3 İlk R Script Dosyasının Oluşturulması

Yazılan kodları ileride inceleyebilmek, üzerinde değişiklikler yapabilmek için R Script olarak adlandırılan belgeler üzerinde çalışmanız daha mantıklı olacaktır. Dikkat edeceğiniz üzere yukarıda konsola yazdığınız `x <- 3 + 4` komutu üzerinde bir değişiklik yapamayacaksınız. Yeni bir R Script belgesi yaratmak için ise RStudio'nun üstünde göreceğiniz panelden "File", "New File" ve "R Script" sırasıyla seçin. İlk R belgenizin açıldığını göreceksiniz.

R Script'lerde her bir satır kodu ayrı ayrı çalıştırmanız gerekiyor. Bunun için de üzerinde olduğunuz satırı çalıştırmak için Windows kullanıcısı iseniz `CTRL+ENTER`, MacOS kullanıyorsanız `CMD+ENTER` kombinasyonlarını kullanmalısınız.

### 1.2.4 Gerekli Paketlerin İndirilip Yüklenmesi

Bu bölümde kitabın ilerleyen aşamalarında kullanılacak paketlerin indirilmesi ve yüklenmesi tamamlanacaktır. Veri manipülasyonu için `dplyr` paketi, veri görselleştirmesi için `ggplot2` paketi ve tarih - zaman verilerinin manipülasyonları için ise `lubridate` paketi kullanılacaktır. Paketleri indirmek için aşağıdaki kodu ilk R Script belgenizde çalıştırabilirsiniz. (İndirme ile alakalı kodları bir kere çalıştırmanız yetecektir.)

R'da her bir satırı ayrı ayrı çalıştırmanız gerektiğine dikkat ediniz. İndirmeler internet bağlantınızın durumuna göre 1-5 dakika arası sürebilir.

```
install.packages("dplyr")
install.packages("ggplot2")
install.packages("lubridate")
install.packages("tidyr")
```

İndirilen paketlerin yüklenmesi için ise kullanılması gereken kod aşağıda bulunabilir. (Bu kodları ise programı her açtığınızda tekrar uygulamanız gerekmektedir.)

```
library(dplyr)
library(ggplot2)
library(lubridate)
library(tidyr)
```

Yüklemeler de tamamlandığında bu kitapta kullanılan veri setinin nasıl indirileceğini anlatan kısma geçmeye hazırsınız.

### 1.2.5 RStudio Cloud

Eğer bütün bu indirmeleri yapmak istemezseniz ise, yine bir RStudio ürünü olan tamamen ücretsiz ve herhangi bir indirmeye ihtiyaç duymayan çevrimiçi platform RStudio Cloud uygulamasını ziyaret edebilirsiniz. Bu işlemlerin nasıl yapılacağının anlatıldığı RStudio Cloud'da Çalışma bölümüne göz atabilirsiniz.

## 1.3 Dökümanda Kullanılan Veri Seti

### 1.3.1 Veri Setine İlk Bakış

Nasıl indireleceği ve üzerinde ne gibi işlemler uygulanabileceği daha sonraki bölümlerde anlatılacak olan veri setinin öncelikle ne gibi veriler içerdiğine ve bunların özellikle piyasaya hakim olmayanlar için kısa bir özetine ihtiyaç vardır.

Bu dökümanda EPİAŞ Raporlama Sayfası'nda paylaşılan Piyasa Takas Fiyatı (PTF) - Sistem Marjinal Fiyatı (SMF) verisi kullanılmıştır. Ham veride bu iki veriye ek olarak Pozitif Dengesizlik Fiyatı ve Negatif Dengesizlik Fiyatı verileri de yer almaktadır. Bu ifadelerin ne olduğundan kısaca bahsetmek gerekirse,

- *Piyasa Takas Fiyatı (PTF)*: Gün öncesi piyasasında (GÖP) verilmiş olan teklifler sonucu arz ve talebin kesiştiği noktada meydana gelen fiyat olarak adlandırılabilir.
- *Sistem Marjinal Fiyatı (SMF)*: Sistemin enerji açığı ya da fazlası gösterdiği durumlarda Dengeleme Güç Piyasası'nda YAL ve YAT talimatlarına göre net talimat hacmine takabül eden teklif fiyatı olarak adlandırılabilir.

- *Pozitif Dengesizlik Fiyatı (PDF)*: Sistemde enerji fazlası olduğunda enerjinin normalden daha ucuza çıkarılmasını sağlayan fiyat değeri olarak düşünülebilir. Gelecekte buna benzer dengesizliklerin oluşmasına engel olma amaçlı bir nevi ceza olarak düşünülebilecek Pozitif Dengesizlik Fiyatı aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$PDF(TL/MWH) = 0.97 * min(PTF, SMF)$$

- *Negatif Dengesizlik Fiyatı (NDF)*: Sistemde enerji açığı olduğunda enerjinin normalden daha pahalıya alınmasını sağlayan fiyat değeri olarak düşünülebilir. Gelecekte buna benzer dengesizliklerin oluşmasına engel olma amaçlı bir nevi ceza olarak düşünülebilecek Negatif Dengesizlik Fiyatı aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$NDF(TL/MWH) = 1.03 * maks(PTF, SMF)$$

### 1.3.2 Veri Setinin İndirilmesi

Bu dökümanda kullanılan veri seti EPİAŞ'ın Raporlama Sayfasından elde edilen 01.01.2019 - 31.12.2019 tarihli Piyasa Takas Fiyatı (PTF) - Sistem Marjinal Fiyatı (SMF) verisidir.

Veri setinin ham haline EPİAŞ'ın Raporlama Sayfası 'ndan ya da buraya tıklayarak ulaşabilirsiniz.
Bu veri setini direkt olarak RStudio içerisinden indirmek de ayrıca mümkün. Bu işlemi ise aşağıdaki kutuda yer alan adimlari izleyerek gerçekleştirebilirsiniz.

- Excel dosyasını okumayı sağlayacak `readxl` paketinin indirilmesi.

```
install.packages("readxl")
```

- `readxl` paketinin yüklenmesi.

```
library(readxl)
```

- Ham verinin okunması ve `ptfsmf` objesine atanması.

```
download.file("https://github.com/acikenerji/verianalizi101/blob/master/ptf-smf.xls?raw=true",
              destfile="ptf-smf.xls")
ptfsmf <- read_excel("ptf-smf.xls")
```

Bu veri setinin ham halinin örneklerde rahatlıkla kullanılabilmesi adına bazı format ve isim değişlikleri yapılmıştır ve bu yazının kapsamını aştığından bu dönüşümlerin nasıl yapıldığı anlatılmayacaktır. İlgilenenler için ise bu kodlar Veri Seti Düzenlemeleri kısmında bulunabilir.

Veri setinin örneklere uygun şekilde hazırlanmış haline ise aşağıdaki kodu R'da çalıştırarak ulaşabilirsiniz.

```
ptfsmf <- readRDS(url("https://github.com/acikenerji/verianalizi101/blob/master/duzenlenmis_ptfsmf.rds?
```

Bu aşamada veri seti okunduktan sonra geri kalan bütün hazırlıklar her bölümde ayrı ayrı detaylı bir şekilde anlatılacaktır. Örneklerle ilgilenmeye başlamadan önce çalışma dizininizin doğru yerde belirlendiğinden emin olmak adına `getwd()` komutunu konsola yazarak üzerinde çalıştığınız belgenin bilgisayarınızda kayıtlı olduğu yerle uyumlu olduğunu kontrol edebilirsiniz.

# 2 dplyr ile Veri Manipülasyonu

Bu bölümde hedeflenen şey, çok önemli ve oldukça güçlü bir data manipülasyonu paketi olan `dplyr` paketinin önemli fonksiyonlarına dair örnekler vererek nasıl kullanılabileceklerini göstermektir. Bu bölümde ele alınacak fonksiyonlar şu şekildedir:

`select/rename`
`filter`
`distinct`
`arrange`
`mutate/transmute`
`group_by/summarise`

Yukarıda bahsedilen bütün fonksiyonlar ayrı ayrı ele alınacak ve her biri için örnek kullanımlar gösterilecektir. Ayrıca "pipe operator" olarak adlandırılan "Bağlantı Operatörü" (`%>%`) de kısaca anlatılacak ve bütün döküman boyunca kullanılacaktır.

## 2.1 Hazırlıklar

Bu bölüme başlamadan önce yapılması gereken şey `dplyr` paketini indirmek ve paketi yüklemek. Paketi indirmek için `install.packages("dplyr")` , paketi yüklemek için ise `library(dplyr)` komutları kullanılabilir. Bu adımları Veri Setinin İndirilmesi bölümünde hali hazırda gerçekleştirdiyseniz devam edebilirsiniz.

Bu bölümde devam etmeden önce veri setini indirdiğinizden de emin olmalısınız. Henüz indirmediyseniz Veri Seti bölümünü ziyaret ediniz.

Tablonun ilk haline `glimpse()` fonksiyonu ile göz atılabilir.

```
ptfsmf %>% glimpse()
```

```
## Observations: 8,760
## Variables: 5
## $ Tarih <dttm> 2019-01-01 00:00:00, 2019-01-01 01:00:00, 2019-01-01 02:00:0...
## $ PTF   <dbl> 100.38, 96.72, 81.60, 38.58, 11.52, 11.14, 11.14, 24.37, 34.5...
## $ SMF   <dbl> 5.00, 95.04, 79.60, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00,...
## $ PDF   <dbl> 4.85, 92.19, 77.21, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00,...
## $ NDF   <dbl> 103.39, 99.62, 84.05, 39.74, 11.87, 11.47, 11.47, 25.10, 35.5...
```

Burada "Bağlantı Operatörü"nün (`%>%`) kullanımına dikkat edilmelidir. Bu operatör sayesinde kullanılan tablo tek bir kez yazılarak istenildiği kadar işlem yapılabilir ve bu sayede daha tertipli bir koda ulaşılabilir.

Aynı zamanda, bir "Data Frame" üzerinde uygulanan işlemler `<-` veya `=` atama operatörleri kullanılmadığı sürece kalıcı değişiklikler olmayacaktır.

## 2.2 Önemli Fonksiyonlar

### 2.2.1 `select/rename`

`select` fonksiyonu belirli sutünları seçmek için kullanılır. Örneğin tablonun sadece Tarih ve Piyasa Takas Fiyatı'nı (PTF) göstermesi isteniyorsa,

```
ptfsmf %>% select(Tarih, PTF)
```

```
## # A tibble: 8,760 x 2
##    Tarih                PTF
##    <dttm>             <dbl>
##  1 2019-01-01 00:00:00 100.
##  2 2019-01-01 01:00:00  96.7
##  3 2019-01-01 02:00:00  81.6
##  4 2019-01-01 03:00:00  38.6
##  5 2019-01-01 04:00:00  11.5
##  6 2019-01-01 05:00:00  11.1
##  7 2019-01-01 06:00:00  11.1
##  8 2019-01-01 07:00:00  24.4
##  9 2019-01-01 08:00:00  34.5
## 10 2019-01-01 09:00:00  45.2
## # ... with 8,750 more rows
```

Veya (bu örnek için pek faydalı gibi görünmese de) içinde "P" harfini barındıran sütunlar seçilmek istendiğinde `contains` kelimesi kullanılabilir.

```
ptfsmf %>% select(contains("P"))
```

```
## # A tibble: 8,760 x 2
##      PTF   PDF
##    <dbl> <dbl>
##  1 100.   4.85
##  2  96.7 92.2
##  3  81.6 77.2
```

```
##  4  38.6  0
##  5  11.5  0
##  6  11.1  0
##  7  11.1  0
##  8  24.4  0
##  9  34.5  0
## 10  45.2  0
## # ... with 8,750 more rows
```

Bu kelime gibi `select` fonksiyonu içinde kullanılabilecek diğer kelimeler: `starts_with`, `ends_with`, `matches` olarak sıralanabilir. Bu kelimeler ve daha fazlasının anlatıldığı dplyr Cheatsheet dökümanına göz atılabilir.

Aynı zamanda, eğer sütunların sırası biliniyorsa iki sütun arasındaki her sütunu seçmek için `:` operatörü kullanılabilir. Örneğin Sistem Marjinal Fiyatı (SMF) ve Negatif Dengesizlik Fiyatı (NDF) arasındaki sütunları seçmek için,

```
ptfsmf %>% select(SMF:NDF)
```

```
## # A tibble: 8,760 x 3
##      SMF   PDF   NDF
##    <dbl> <dbl> <dbl>
##  1   5    4.85 103.
##  2  95.0 92.2   99.6
##  3  79.6 77.2   84.0
##  4   0    0     39.7
##  5   0    0     11.9
##  6   0    0     11.5
##  7   0    0     11.5
##  8   0    0     25.1
##  9   0    0     35.5
## 10   0    0     46.6
## # ... with 8,750 more rows
```

`rename` fonksiyonu ise adından da anlaşılabileceği üzere bir sütunun adını değiştirmek için kullanılır. Örneğin "PTF" sütununun ismini "ptf" olarak değiştirmek isteniyorsa `rename` kullanılabilir.

```
ptfsmf %>% rename(ptf = PTF)
```

```
## # A tibble: 8,760 x 5
##    Tarih                 ptf   SMF   PDF   NDF
##    <dttm>              <dbl> <dbl> <dbl> <dbl>
##  1 2019-01-01 00:00:00 100.    5    4.85 103.
##  2 2019-01-01 01:00:00  96.7  95.0 92.2   99.6
##  3 2019-01-01 02:00:00  81.6  79.6 77.2   84.0
##  4 2019-01-01 03:00:00  38.6   0    0     39.7
##  5 2019-01-01 04:00:00  11.5   0    0     11.9
##  6 2019-01-01 05:00:00  11.1   0    0     11.5
##  7 2019-01-01 06:00:00  11.1   0    0     11.5
##  8 2019-01-01 07:00:00  24.4   0    0     25.1
##  9 2019-01-01 08:00:00  34.5   0    0     35.5
## 10 2019-01-01 09:00:00  45.2   0    0     46.6
## # ... with 8,750 more rows
```

### 2.2.2 filter

`filter` fonksiyonu temel olarak istenilen koşulları sağlayan satırları seçmek için kullanılır. Örneğin Piyasa Takas Fiyatı'nın 250'den düşük olduğu satırlar incelenebilir.

```
ptfsmf %>% filter(PTF < 250)
```

```
## # A tibble: 2,453 x 5
##    Tarih                 PTF   SMF   PDF   NDF
##    <dttm>              <dbl> <dbl> <dbl> <dbl>
##  1 2019-01-01 00:00:00 100.    5    4.85 103.
##  2 2019-01-01 01:00:00  96.7  95.0 92.2   99.6
##  3 2019-01-01 02:00:00  81.6  79.6 77.2   84.0
##  4 2019-01-01 03:00:00  38.6   0    0     39.7
##  5 2019-01-01 04:00:00  11.5   0    0     11.9
##  6 2019-01-01 05:00:00  11.1   0    0     11.5
##  7 2019-01-01 06:00:00  11.1   0    0     11.5
##  8 2019-01-01 07:00:00  24.4   0    0     25.1
##  9 2019-01-01 08:00:00  34.5   0    0     35.5
## 10 2019-01-01 09:00:00  45.2   0    0     46.6
## # ... with 2,443 more rows
```

Gözlem sayısının 8670'den 2453'e düştüğü görülebiliyor. Aynı şekilde bir değerin büyüklüğü `>`, küçüklük veya eşitliği `<=`, büyüklük veya eşitliği `>=`, eşitliği ise `==` sembolleriyle incelenebilir.

Birden fazla koşulun sağlanması gerekiyorsa ise, "VE" operatörü için `&`, "VEYA" operatörü için `|` sembolleri kullanılmalıdır. Örneğin Pozitif Dengesizlik Fiyatı'nın 200'den küçük, Negatif Dengesizlik Fiyatı'nın ise 200'den büyük olduğu satırlar incelenebilir.

```
ptfsmf %>% filter(PDF<200 & NDF>200)
```

```
## # A tibble: 1,256 x 5
##    Tarih                 PTF   SMF   PDF   NDF
##    <dttm>              <dbl> <dbl> <dbl> <dbl>
##  1 2019-01-01 17:00:00  287.  172   167.  296.
##  2 2019-01-01 18:00:00  292.  172   167.  300.
##  3 2019-01-01 21:00:00  285.  173   168.  294.
##  4 2019-01-01 22:00:00  205.  173.  168.  211.
##  5 2019-01-02 07:00:00  288.  169.  164.  296.
##  6 2019-01-02 09:00:00  297.  173   168.  306.
##  7 2019-01-02 10:00:00  297.  190   184.  306.
##  8 2019-01-02 19:00:00  293.  190   184.  302.
##  9 2019-01-02 20:00:00  290.  173.  168.  299.
## 10 2019-01-02 21:00:00  289.  173.  168.  297.
## # ... with 1,246 more rows
```

Bu koşulları sağlayan 1256 satır olduğu görülüyor. Eğer bir koşulu sağlamayan satırlar aranıyorsa ise koşulun başına `!` yazılmasıyla bu ters etki taratılabilir.

### 2.2.3 arrange

`arrange` fonksiyonu Excel'deki sıralama özelliğine benzetilebilir. Varsayılan durumunda A'dan Z'ye ya da küçükten büyüğe sıralanır. Tam tersi sıralama için `desc()` fonksiyonu kullanılmalıdır. Örneğin artan Piyasa Takas Fiyatlarına göre sıralamak için,

```
ptfsmf %>% arrange(PTF)
```

```
## # A tibble: 8,760 x 5
##    Tarih                PTF   SMF   PDF   NDF
##    <dttm>             <dbl> <dbl> <dbl> <dbl>
##  1 2019-02-17 09:00:00     0    30     0 30.9
##  2 2019-03-24 12:00:00     0     5     0  5.15
##  3 2019-03-24 13:00:00     0     0     0  0
##  4 2019-03-24 14:00:00     0     0     0  0
##  5 2019-03-24 15:00:00     0     0     0  0
##  6 2019-03-24 16:00:00     0    10     0 10.3
##  7 2019-04-14 09:00:00     0     0     0  0
##  8 2019-04-14 10:00:00     0     0     0  0
##  9 2019-04-14 13:00:00     0     0     0  0
## 10 2019-04-14 14:00:00     0     0     0  0
## # ... with 8,750 more rows
```

Bir başka örnekte Tarih, Pozitif Dengesizlik Fiyatı (PDF) ve Negatif Dengesizlik Farkı (NDF) sütunları seçilip azalan NDF'ye göre sıralanabilir.

```
ptfsmf %>% select(Tarih, PDF, NDF) %>%
           arrange(desc(NDF))
```

```
## # A tibble: 8,760 x 3
##    Tarih                PDF   NDF
##    <dttm>             <dbl> <dbl>
##  1 2019-06-27 15:00:00  436.  515
##  2 2019-06-27 16:00:00  436.  515.
##  3 2019-06-27 14:00:00  454.  502.
##  4 2019-11-11 18:00:00  385.  502.
##  5 2019-06-26 11:00:00  303.  462.
##  6 2019-06-26 14:00:00  307.  450.
##  7 2019-11-11 17:00:00  370.  439.
##  8 2019-11-27 18:00:00  340.  433.
##  9 2019-07-09 15:00:00  373.  433.
## 10 2019-07-09 16:00:00  373.  433.
## # ... with 8,750 more rows
```

Dikkat edileceği üzere NDF değerleri azalarak devam ediyor. Ayrıca `arrange` fonksiyonunun içine birden fazla değer girerek ilk değerin eşitliği durumunda ikinci değerin karar vermesi sağlanabilir. Örneğin PTF değerinin 0 olduğu son gün aşağıdaki gibi bulunabilir.

```
ptfsmf %>% select(Tarih, PTF) %>%
           arrange(PTF, desc(Tarih))
```

```
## # A tibble: 8,760 x 2
##    Tarih                PTF
##    <dttm>             <dbl>
##  1 2019-06-06 09:00:00     0
##  2 2019-06-05 09:00:00     0
##  3 2019-06-04 16:00:00     0
```

```
##  4 2019-06-04 15:00:00     0
##  5 2019-06-04 14:00:00     0
##  6 2019-06-04 13:00:00     0
##  7 2019-06-04 12:00:00     0
##  8 2019-06-04 11:00:00     0
##  9 2019-06-04 10:00:00     0
## 10 2019-06-04 09:00:00     0
## # ... with 8,750 more rows
```

Bu durumda çıkan tabloya göz atıldığında çıkan ilk veri yıl içerisinde PTF'nin 0 olduğu son günü verecektir.

### 2.2.4 mutate/transmute

`mutate` fonksiyonu genellikle var olan değişkenlerle yapılan operasyonlar sonucu yeni değişkenler (sütunlar) yatarmak için kullanılır.

Örneğin yeni bir gün sütunu eklenmek istenirse (burada `lubridate` paketinin `as_date()` fonksiyonu kullanılmıştır.),

```
ptfsmf %>% mutate(Gun = as_date(Tarih))
```

```
## # A tibble: 8,760 x 6
##    Tarih                PTF   SMF   PDF   NDF Gun
##    <dttm>             <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <date>
##  1 2019-01-01 00:00:00 100.    5    4.85 103.  2019-01-01
##  2 2019-01-01 01:00:00  96.7  95.0 92.2   99.6 2019-01-01
##  3 2019-01-01 02:00:00  81.6  79.6 77.2   84.0 2019-01-01
##  4 2019-01-01 03:00:00  38.6   0    0     39.7 2019-01-01
##  5 2019-01-01 04:00:00  11.5   0    0     11.9 2019-01-01
##  6 2019-01-01 05:00:00  11.1   0    0     11.5 2019-01-01
##  7 2019-01-01 06:00:00  11.1   0    0     11.5 2019-01-01
##  8 2019-01-01 07:00:00  24.4   0    0     25.1 2019-01-01
##  9 2019-01-01 08:00:00  34.5   0    0     35.5 2019-01-01
## 10 2019-01-01 09:00:00  45.2   0    0     46.6 2019-01-01
## # ... with 8,750 more rows
```

Veya Veri Setine İlk Bakış bölümünde anlatıldığı üzere Pozitif Dengesizlik Fiyatı (PDF) hesaplanmak istenirse,

```
ptfsmf %>% mutate(PDF_Yeni = ifelse(PTF<SMF, 0.97*PTF, 0.97*SMF))
```

```
## # A tibble: 8,760 x 6
##    Tarih                PTF   SMF   PDF   NDF PDF_Yeni
##    <dttm>             <dbl> <dbl> <dbl> <dbl>    <dbl>
##  1 2019-01-01 00:00:00 100.    5    4.85 103.      4.85
##  2 2019-01-01 01:00:00  96.7  95.0 92.2   99.6    92.2
##  3 2019-01-01 02:00:00  81.6  79.6 77.2   84.0    77.2
##  4 2019-01-01 03:00:00  38.6   0    0     39.7     0
##  5 2019-01-01 04:00:00  11.5   0    0     11.9     0
##  6 2019-01-01 05:00:00  11.1   0    0     11.5     0
##  7 2019-01-01 06:00:00  11.1   0    0     11.5     0
##  8 2019-01-01 07:00:00  24.4   0    0     25.1     0
```

```
##  9 2019-01-01 08:00:00  34.5   0    0     35.5     0
## 10 2019-01-01 09:00:00  45.2   0    0     46.6     0
## # ... with 8,750 more rows
```

Dikkat edileceği üzere "PDF_Yeni" ve "PDF" sütunları aynı değerleri gösteriyor. Burada base R fonksiyonlarının `mutate` içerisindeki kullanımına dikkat edilmelidir.

`transmute` fonksiyonu da `mutate` fonksiyonu ile benzer bir işleve sahip olmasının yanında `select` fonksiyonunun belirli sütunları seçme işlevine de sahiptir. Örneğin `lubridate` paketinin `as_date()` fonksiyonunu kullanarak yeni bir "Gün" sütunu açıp "PTF" ve "SMF" sütunlarını da seçmek ve azalan PTF'ye göre sıralamak için,

```
ptfsmf %>%
  transmute(PTF, SMF, Gün = lubridate::as_date(Tarih)) %>%
  arrange(desc(PTF))
```

```
## # A tibble: 8,760 x 3
##      PTF   SMF Gün
##    <dbl> <dbl> <date>
##  1  500   450  2019-06-27
##  2  500.  450  2019-06-27
##  3  488.  468. 2019-06-27
##  4  401.  401. 2019-06-27
##  5  400.  400. 2019-06-12
##  6  400.  400. 2019-06-12
##  7  400.  400. 2019-06-12
##  8  397.  487. 2019-11-11
##  9  385   415  2019-07-09
## 10  385   420. 2019-07-09
## # ... with 8,750 more rows
```

### 2.2.5 `group_by/summarise`

Bu iki fonksiyon çoğunlukla özetleme tabloları çıkarmak için kullanılır. `group_by` sütunlara göre veriyi gruplamak, `summarise` ise gruplanan bu verilere göre istenen özeti çıkarmakla görevlidir. Örneğin günlük ortalama PTF fiyat bilgisi için,

```
ptfsmf %>%
  mutate(Gun = as_date(Tarih)) %>%
  group_by(Gun) %>%
  summarise(Gunluk_Ort_PTF = mean(PTF))
```

```
## # A tibble: 365 x 2
##    Gun        Gunluk_Ort_PTF
##    <date>              <dbl>
##  1 2019-01-01           121.
##  2 2019-01-02           229.
##  3 2019-01-03           239.
##  4 2019-01-04           212.
##  5 2019-01-05           244.
##  6 2019-01-06           237.
##  7 2019-01-07           247.
```

```
##  8 2019-01-08           248.
##  9 2019-01-09           220.
## 10 2019-01-10           163.
## # ... with 355 more rows
```

Burada kullanılan `mean` fonksiyonu dışında maksimum değer için `max`, minimum değer için `min`, medyan için `median`, total değer için `sum` ve grupladığımız değişkene ait gözlem sayısını saymak için ise `n()`fonksiyonları kullanılabilir.

### 2.2.6 `distinct`

`distinct` fonksiyonu bir veya birden fazla sütunu baz alarak özgün satırları bulmak için kullanılır. Örneğin var olan tabloda bir "Gün" sütunu var ve her güne dair yalnızca bir değer incelenmek isteniyor. Bu durumdan kurtulmak için `distinct` fonksiyonu kullanılabilir. Örneğin,

```
ptfsmf %>%
  mutate(Gun = as_date(Tarih)) %>%
  distinct(Gun)
```

```
## # A tibble: 365 x 1
##    Gun
##    <date>
##  1 2019-01-01
##  2 2019-01-02
##  3 2019-01-03
##  4 2019-01-04
##  5 2019-01-05
##  6 2019-01-06
##  7 2019-01-07
##  8 2019-01-08
##  9 2019-01-09
## 10 2019-01-10
## # ... with 355 more rows
```

Dikkat edileceği üzere yalnızca Gün sütunu korundu. Diğer sütunları da korumak için `.keep_all = TRUE` komutu kullanılmalıdır.

```
ptfsmf %>%
  mutate(Gun = as_date(Tarih)) %>%
  distinct(Gun, .keep_all = TRUE)
```

```
## # A tibble: 365 x 6
##    Tarih                PTF   SMF    PDF    NDF Gun
##    <dttm>             <dbl> <dbl>  <dbl>  <dbl> <date>
##  1 2019-01-01 00:00:00 100.     5     4.85 103.  2019-01-01
##  2 2019-01-02 00:00:00 105.   103.   99.9  108.  2019-01-02
##  3 2019-01-03 00:00:00 126.    52    50.4  130.  2019-01-03
##  4 2019-01-04 00:00:00 104.    50    48.5  107.  2019-01-04
##  5 2019-01-05 00:00:00 178.   100    97    184.  2019-01-05
##  6 2019-01-06 00:00:00 286.   271   263.   294.  2019-01-06
##  7 2019-01-07 00:00:00 200.   100.   97.1  206.  2019-01-07
##  8 2019-01-08 00:00:00 199.   120   116.   205.  2019-01-08
```

```
##  9 2019-01-09 00:00:00 199.    98.8  95.8  205.   2019-01-09
## 10 2019-01-10 00:00:00   4.42   0.1   0.1    4.55 2019-01-10
## # ... with 355 more rows
```

Burada gözlem sayısının 365'e düştüğüne dikkat edilmelidir.

# 3 ggplot2 ile Veri Görselleştirme

Bu bölümde `ggplot2` paketinden yararlanarak veri görselleştirmenin nasıl yapılabileceği farklı fonksiyonlar ve örnekler üzerinden gösterilecektir.

## 3.1 Hazırlıklar

Bu bölüme başlamadan önce yapılması gereken `ggplot2` paketini indirmek ve yüklemek. Paketi indirmek için `install.packages("ggplot2")` , paketi yüklemek için ise `library(ggplot2)` komutları kullanılabilir. Bu adımları hali hazırda gerçekleştirdiyseniz bir sonraki bölüme geçebilirsiniz. (Veri setini indirmediyseniz lütfen Veri Seti bölümünü ziyaret ediniz.)

`dplyr` paketinde birden fazla fonksiyonu aynı veri setine uygulamak için "Bağlantı Operatörü" (`%>%`) kullanılırken `ggplot2` paketinde ise birden fazla etkiyi aynı ayna uygulamak için (`+`) operatörü kullanılıyor. Bu durum başlangıç grafiğinin üzerine farklı görseller eklenmesi olarak düşünülebilir.

## 3.2 Nokta Grafiği (Scatter Plot)

İlk olarak bahsedilecek grafik türü olan "Scatter Plot" temel olarak var olan verinin noktasal dağılımını göstermek için kullanılır. Burada `ggplot` fonksiyonu ile de ilk kez karşılaşıldığından bazı özelliklerinden bahsedilmelidir. Fonksiyonun içine ilk yazılan parametre kullanılacak verinin ismidir. Daha sonra `aes()` yardımıyla grafiğin x ve y koordinatları belirlenir. `aes()` içerisinde ayrıca `color`, `fill`, `alpha`, `shape`, `size` gibi özellikler de belirlenebilir.

"Scatter Plot" için kullanılan fonksiyon ise `geom_point()`tir. "x" ekseninde "PTF", "y" ekseninde ise "SMF" değerleri renkleri günlere göre değişecek şekilde gösterilirse (Öncelikle gün sütunu ekleniyor.),

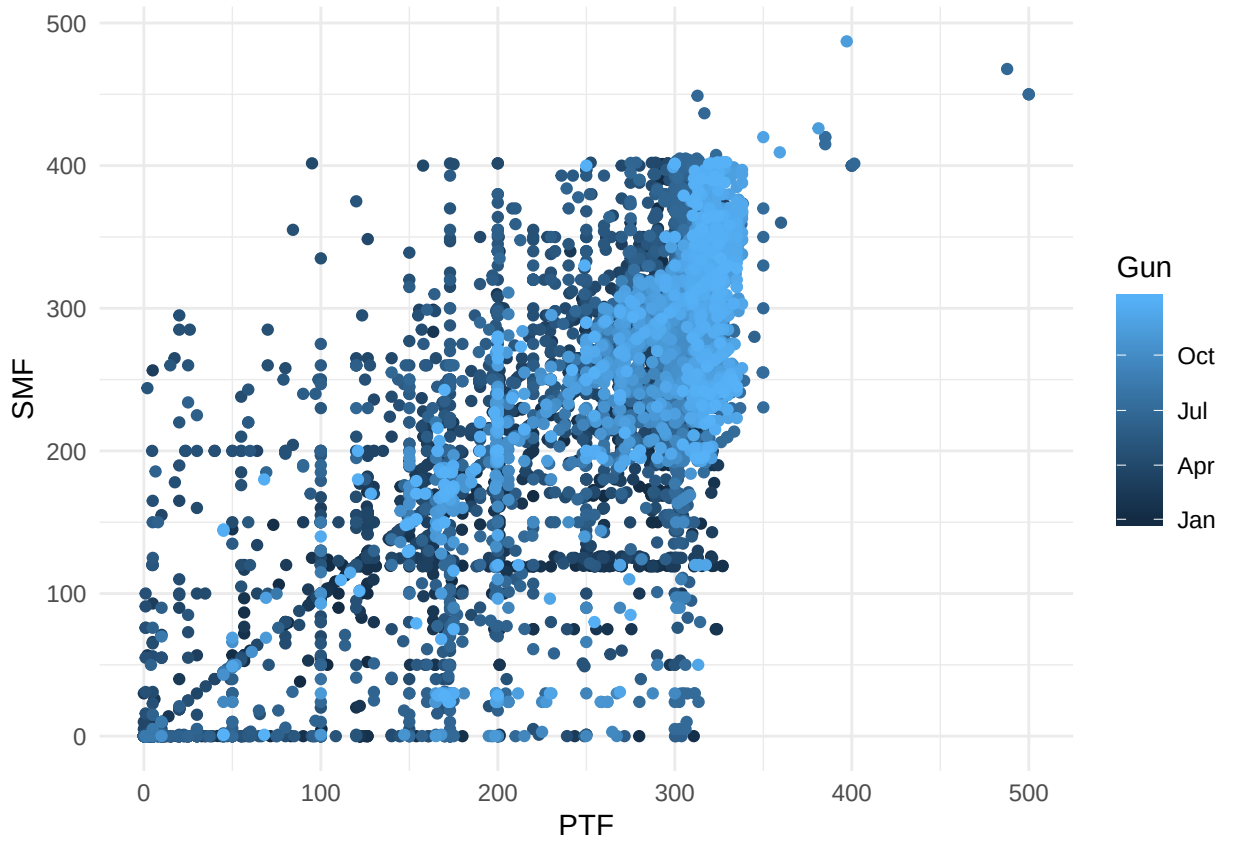
```
plot_df <- ptfsmf %>%
            mutate(Gun = as_date(Tarih))
```

```
ggplot(plot_df, aes(x=PTF, y=SMF, color=Gun)) +
            geom_point()
```


Görülebileceği üzere öncelikle veri seti, sonrasında ise `aes()` içerisinde x ve koordinatları ile renk belirlendi.

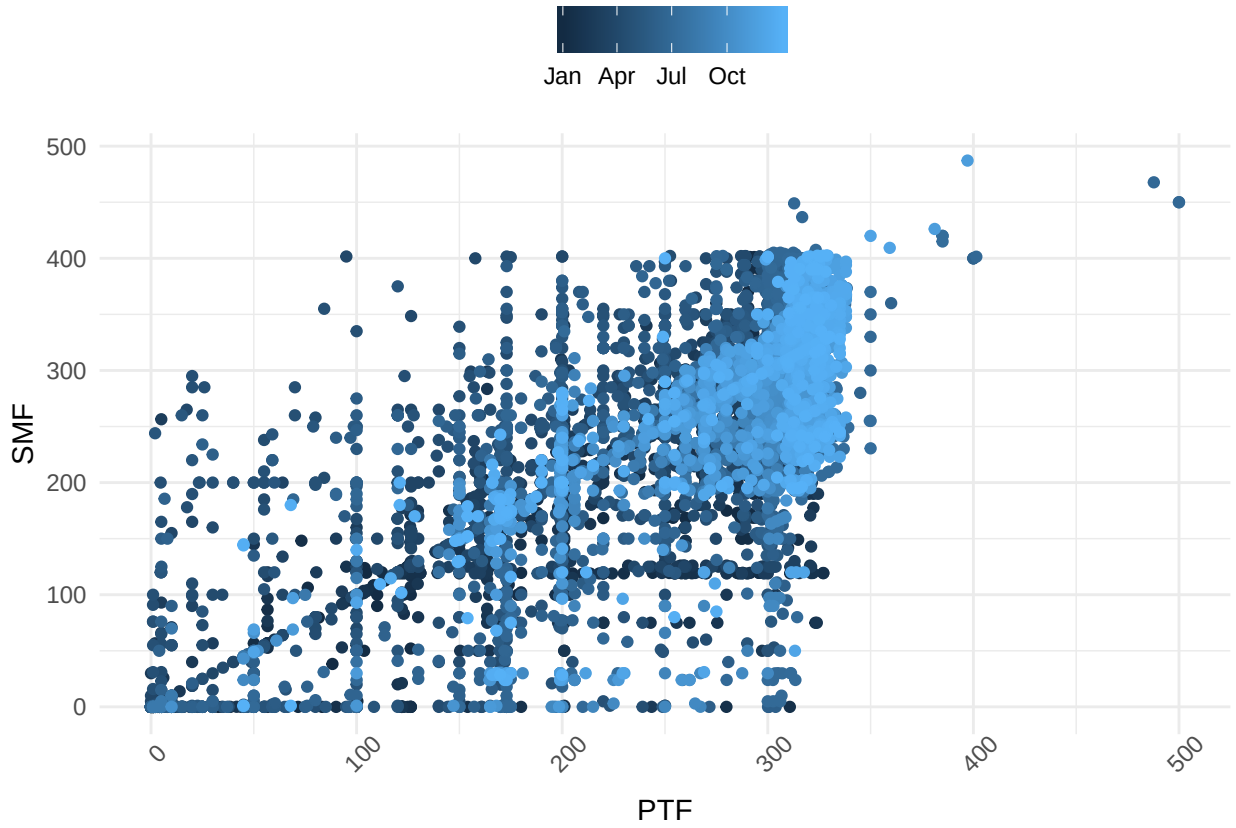
Grafiği görsel olarak daha güzel hale getirmek için öncelikle arka plandaki gri kısım `theme_minimal()` fonksiyonu yardımıyla kaldırılabilir.

```
ggplot(plot_df, aes(x=PTF, y=SMF, color=Gun)) +
    geom_point() +
    theme_minimal()
```




Grafiğin ve eksenlerinin ismini değiştirmek, x eksenindeki yazıları döndürmek ve lejantı istenilen şekilde konumlamak için aşağıdakiler uygulanmalıdır.

```
ggplot(plot_df, aes(x=PTF, y=SMF, color=Gun)) +
            geom_point() +
            theme_minimal() +
            labs(x = "PTF",
                 y = "SMF") +
            theme(axis.text.x = element_text(angle = 45), legend.position = "top",
                  legend.title = element_blank())
```




### 3.3 Sütunlu Grafik (Bar Chart)

"Bar Chart"ta ise veriler sütunlarda gösterilir. "Scatter Plot"taki `geom_point()` yerine `geom_bar()` fonksiyonu, `aes()` içerisinde `color` yerine ise `fill` kullanılır. (Burada `geom_bar` içerisinde `stat="identity"` yazılması zorunludur.)

Örneğin Negatif Dengesizlik Fiyatı'nın ne kadarının PTF'den ne kadarının ceza payından geldiği Haziran ayı için saatlere göre incelenmek isteniyor.

Bu durumu incelemek için gerçekleştirilen veri manipülasyonu kodunu aşağıda bulabilirsiniz. Burada bir önceki bölümden aşina olmadığınız `tidyr` paketinin `pivot_longer()` fonksiyonu bulunuyor. Bu fonksiyon temel olarak geniş tabloları belirli sütunlarını bir ortak sütun içerisinde birleştirip bunu yaparken de satır sayısını birleştirilen sütun sayısı oranında artıran bir fonksiyondur. Bu paketin indirme ve yüklenme aşamaları için Gerekli Paketlerin İndirilip Yüklenmesi bölümüne göz atabilirsiniz.

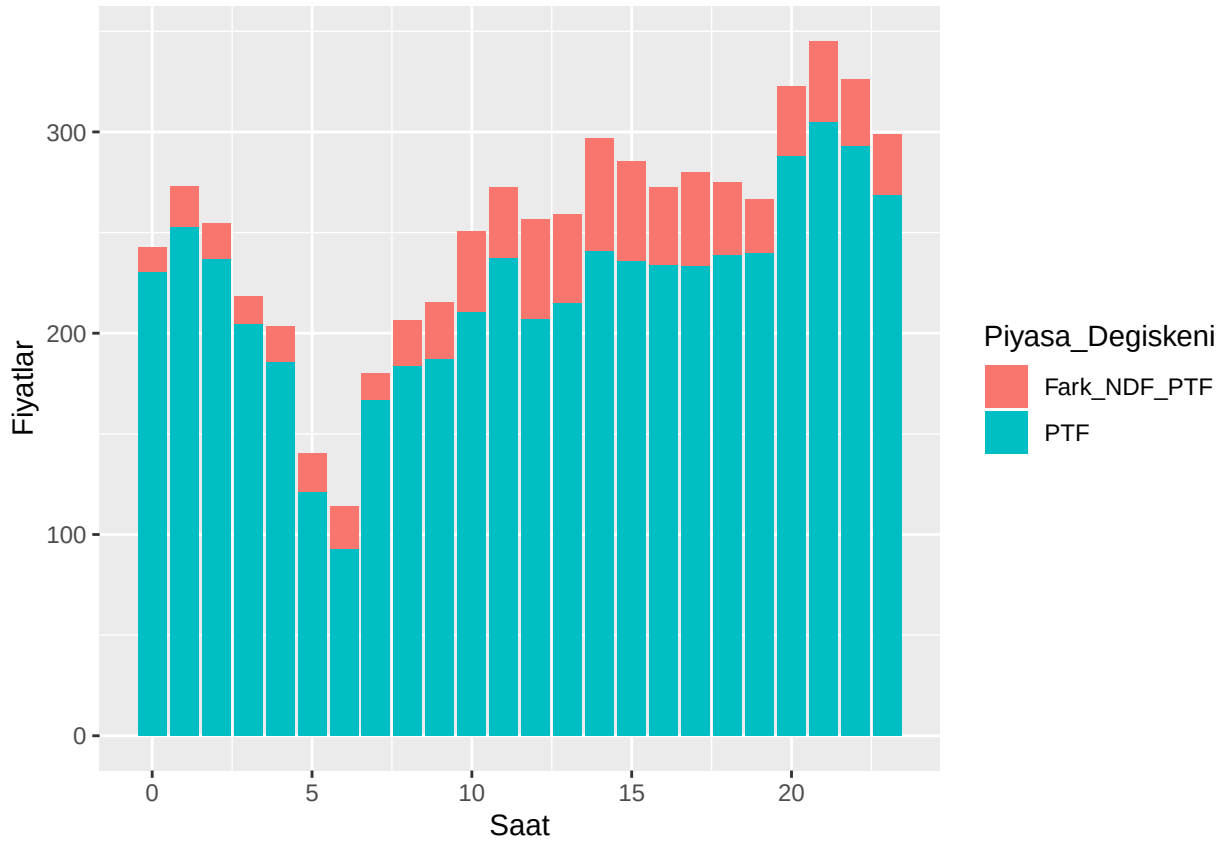
Örneğimizle devam edecek olursak,

```
plot_df <- ptfsmf %>%
  mutate(Saat = hour(Tarih), Tarih = as.Date(Tarih), Fark_NDF_PTF = NDF - PTF) %>%
  filter(Tarih>"2019-05-31" & Tarih<"2019-07-01") %>%
  group_by(Saat) %>%
  summarise(PTF = mean(PTF), Fark_NDF_PTF = mean(Fark_NDF_PTF)) %>%
  ungroup() %>%
  pivot_longer(cols=c(PTF, Fark_NDF_PTF),
               names_to="Piyasa_Degiskeni", values_to="Fiyatlar")
plot_df
```

```
## # A tibble: 48 x 3
##     Saat Piyasa_Degiskeni Fiyatlar
##    <int> <chr>                <dbl>
##  1     0 PTF                  231.
##  2     0 Fark_NDF_PTF          12.4
##  3     1 PTF                  253.
##  4     1 Fark_NDF_PTF          20.2
##  5     2 PTF                  237.
##  6     2 Fark_NDF_PTF          17.4
##  7     3 PTF                  205.
##  8     3 Fark_NDF_PTF          13.6
##  9     4 PTF                  186.
## 10     4 Fark_NDF_PTF          17.4
## # ... with 38 more rows
```

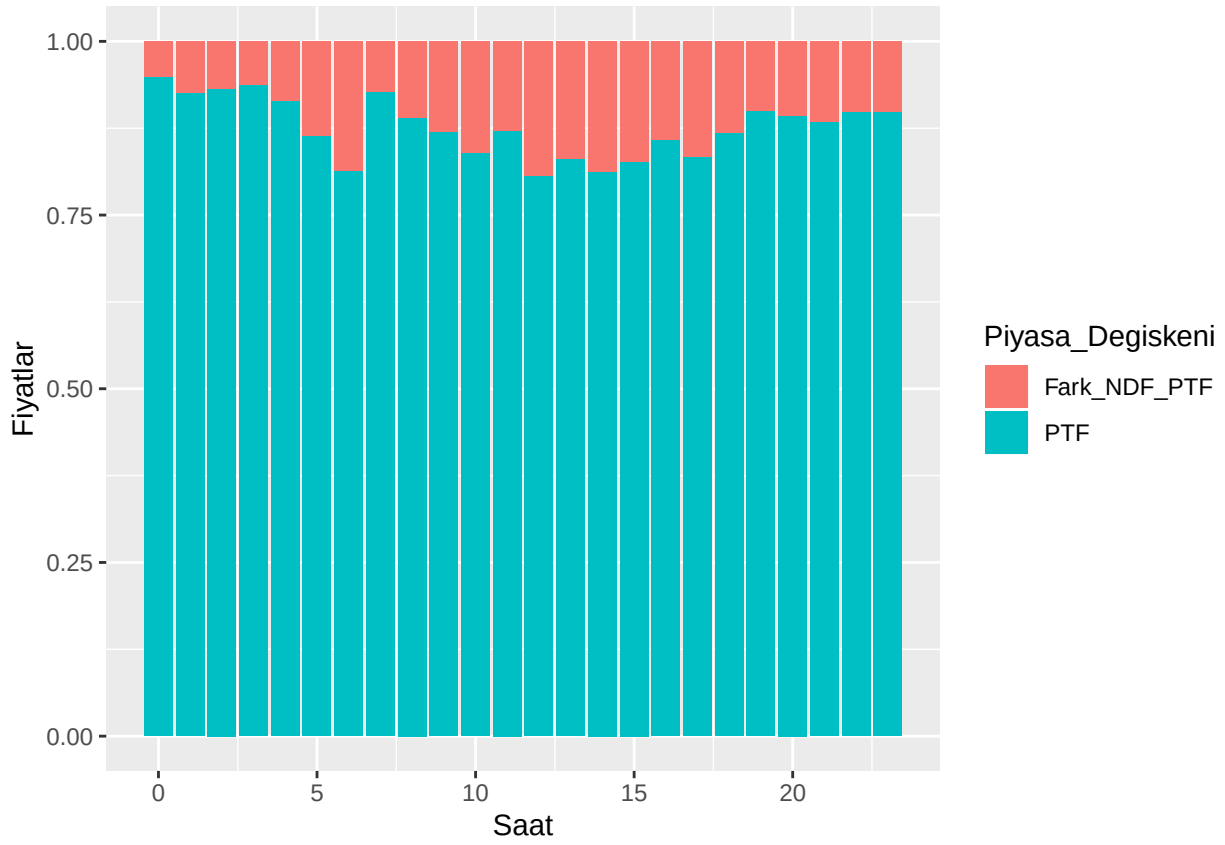
Bu şekilde bir tablo ortaya çıktı. Şimdi grafiği çizdirmek için,

```
ggplot(plot_df, aes(x=Saat, y=Fiyatlar, fill=Piyasa_Degiskeni)) +
            geom_bar(stat="identity")
```



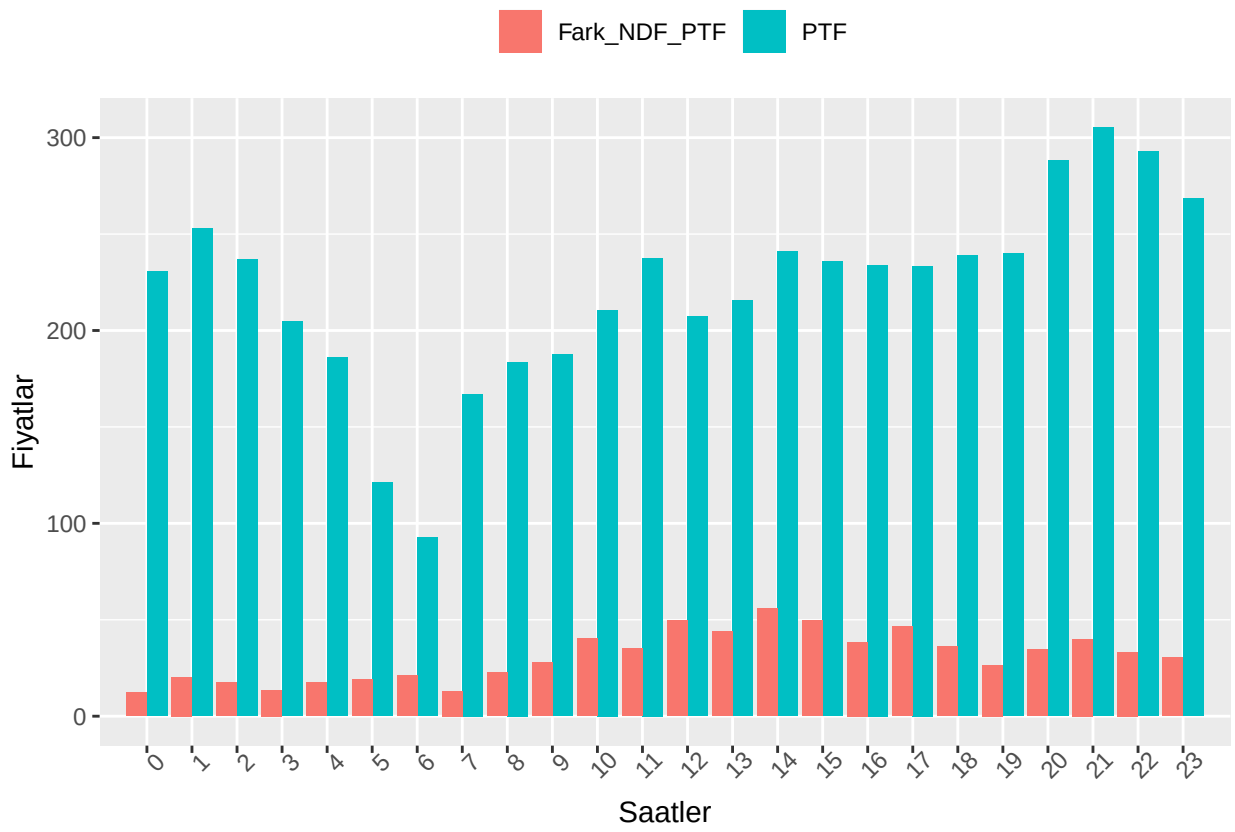

Bu grafiği yüzdesel oranlarına göre tam olarak sığdırmak için ise,

```
ggplot(plot_df, aes(x=Saat, y=Fiyatlar, fill=Piyasa_Degiskeni)) +
            geom_bar(stat="identity", position="fill")
```




Son olarak da daha aşina olunduğu üzere sütunları yan yana yerleştirmek için (yukarıda yapılan güzelleştirme operasyonları da uygulanırsa),

```
ggplot(plot_df, aes(x=Saat, y=Fiyatlar, fill=Piyasa_Degiskeni)) +
            geom_bar(stat="identity", position="dodge") +
            labs(x = "Saatler",
                 y = "Fiyatlar") +
            scale_x_discrete(limits=c(0:23)) +
            theme(axis.text.x = element_text(angle = 45), legend.position = "top",
                  legend.title = element_blank())
```




Son iki grafikte dikkat edilmesi gereken nokta sütunları dikeyde oranları göz önüne alınarak sığdırmak için `position="fill"`, yan yana yerleştirmek için ise `position="dodge"` kullanılır.

## 3.4 Çizgi Grafiği (Line Chart)

"Line Chart"larda ise tahmin edilebileceği üzere `geom_line()` kullanılacaktır. Örneğin Şubat ayı saatlik ortalama PTF ve SMF değerleri incelenmek isteniyor. Önce veri manipülasyonu yapılırsa,

```
plot_df <- ptfsmf %>%
  mutate(Tarih = as_date(Tarih)) %>%
  filter(Tarih>"2019-01-31" & Tarih<"2019-03-01") %>%
  group_by(Tarih) %>%
  summarise(PTF = mean(PTF), SMF = mean(SMF)) %>%
  ungroup() %>%
  gather(key=Piyasa_Degiskeni, value=Fiyatlar, -c(Tarih))
```

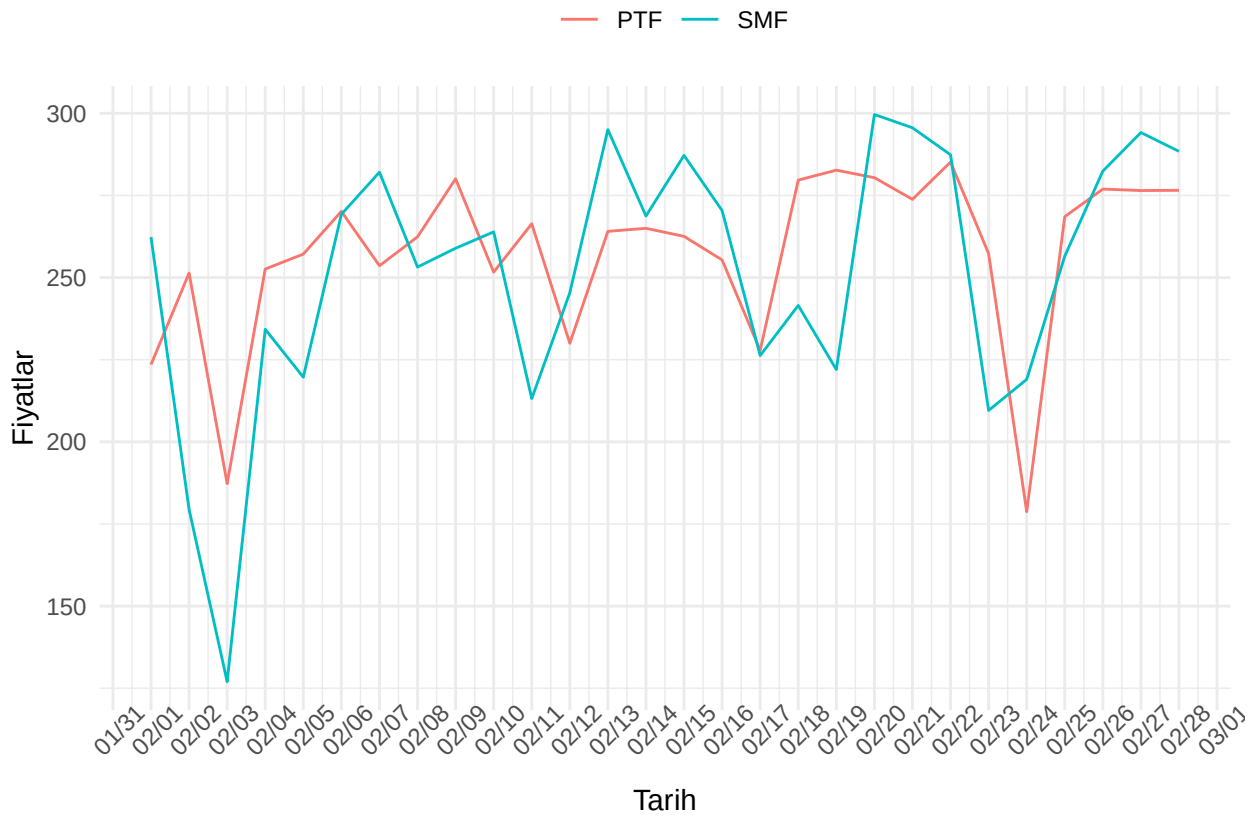
Bu şekilde bir tablo ortaya çıkıyor. Burada kullanılan gather fonksiyonu pivot_longer fonksiyonu ile çok benzer işleve sahiptir. Farklı kullanımların gösterilmesi adına kullanılmıştır.

Şimdi grafik çizdirilirse,

```
ggplot(plot_df, aes(x=Tarih, y=Fiyatlar, color=Piyasa_Degiskeni)) +
          geom_line()
```


Yine daha güzel görünümlü bir grafik elde etmek için gerekli fonksiyonlar da yazılırsa,

```
ggplot(plot_df, aes(x=Tarih, y=Fiyatlar, color=Piyasa_Degiskeni)) +
           geom_line() +
           theme_minimal() +
           labs(x = "Tarih",
                y = "Fiyatlar") +
           scale_x_date(date_breaks = "1 day", date_labels = "%m/%d") +
           theme(axis.text.x = element_text(angle = 45), legend.position = "top",
                 legend.title = element_blank())
```




## 3.5 Isı Harıtası (Heat Map)

Bu grafik türünde ise iki farklı değişken baz alınarak temelde gözlenmek istenen değişkeni farklı renk tonlarında göstererek incelenmesi hedefleniyor. Bu işlem için ise `geom_tile()` fonksiyonu kullanılıyor ve asıl olarak gösterilmek istenen değişken `fill` fonksiyonuna veriliyor.

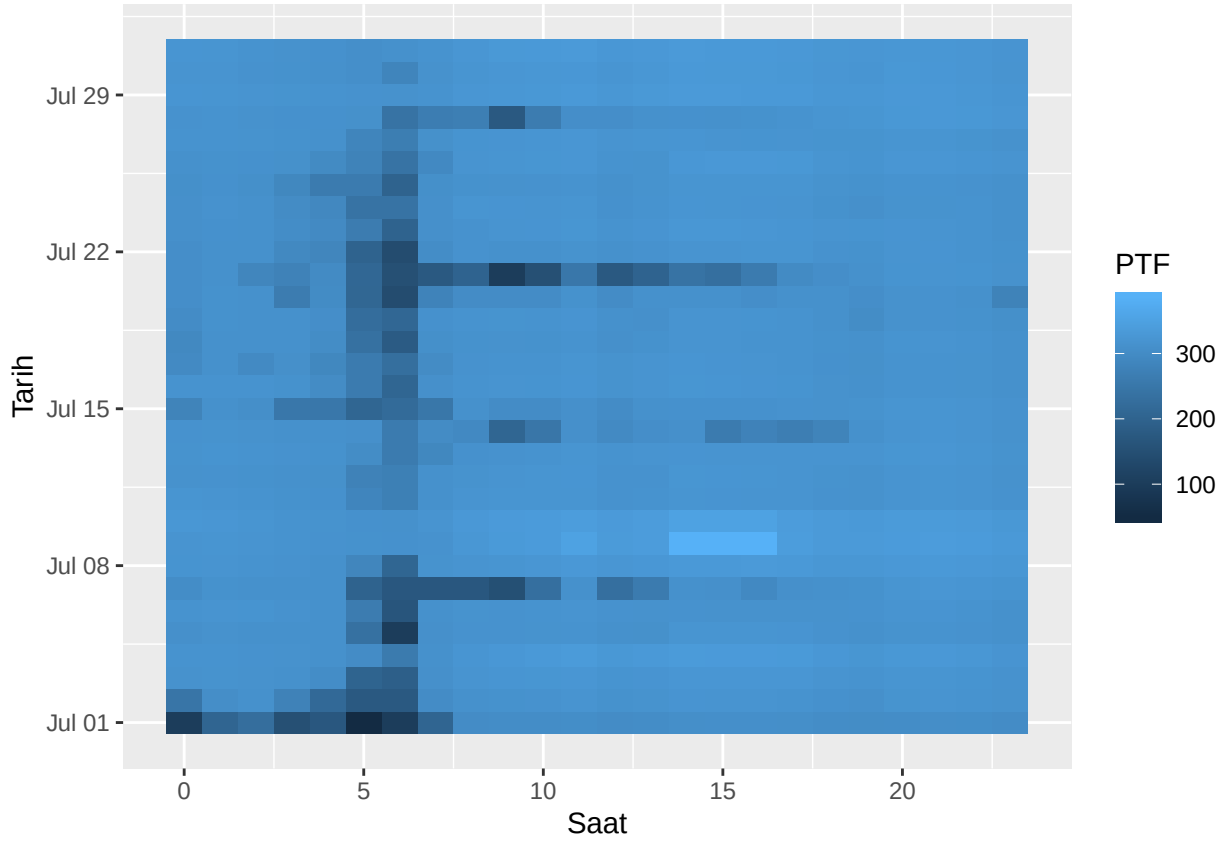
Örneğin temmuz ayı için x ekseninde saatler, y ekseninde ise ayın günleri olacak şekilde Piyasa Takas Fiyatı (PTF) değişkeninin ısı grafiği için (Öncelikle veri manipülasyonu yapılıyor.),

```
plot_df <- ptfsmf %>%
  mutate(Saat = hour(Tarih), Tarih = as_date(Tarih)) %>%
  filter(Tarih>"2019-06-30" & Tarih<"2019-08-01") %>%
  select(Saat, Tarih, PTF)
plot_df
```

```
## # A tibble: 744 x 3
##     Saat Tarih        PTF
##    <int> <date>     <dbl>
##  1     0 2019-07-01 100.
##  2     1 2019-07-01 204.
##  3     2 2019-07-01 227
##  4     3 2019-07-01 150
##  5     4 2019-07-01 170.
##  6     5 2019-07-01  50.0
##  7     6 2019-07-01 100
```

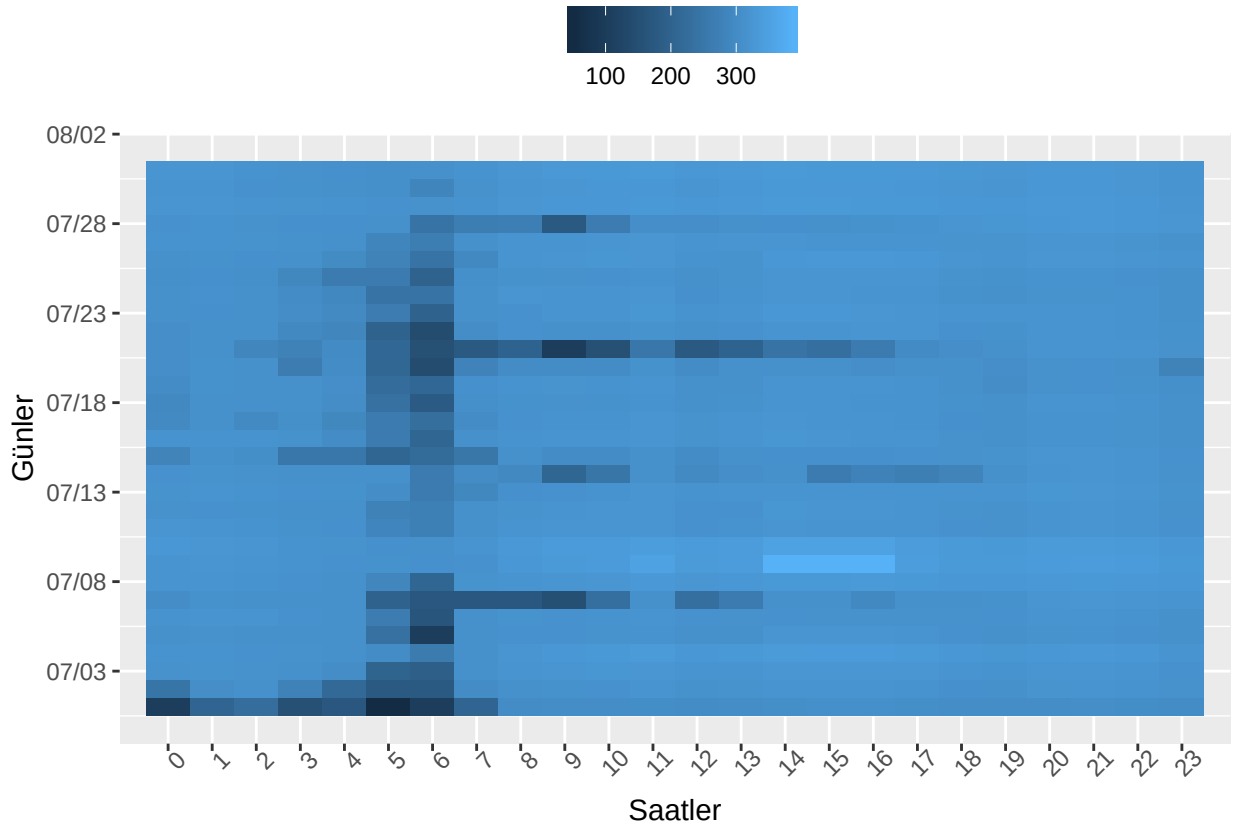
```
##  8     7 2019-07-01 204.
##  9     8 2019-07-01 300.
## 10     9 2019-07-01 302.
## # ... with 734 more rows
```

```
ggplot(plot_df, aes(x=Saat, y=Tarih, fill=PTF)) +
  geom_tile()
```



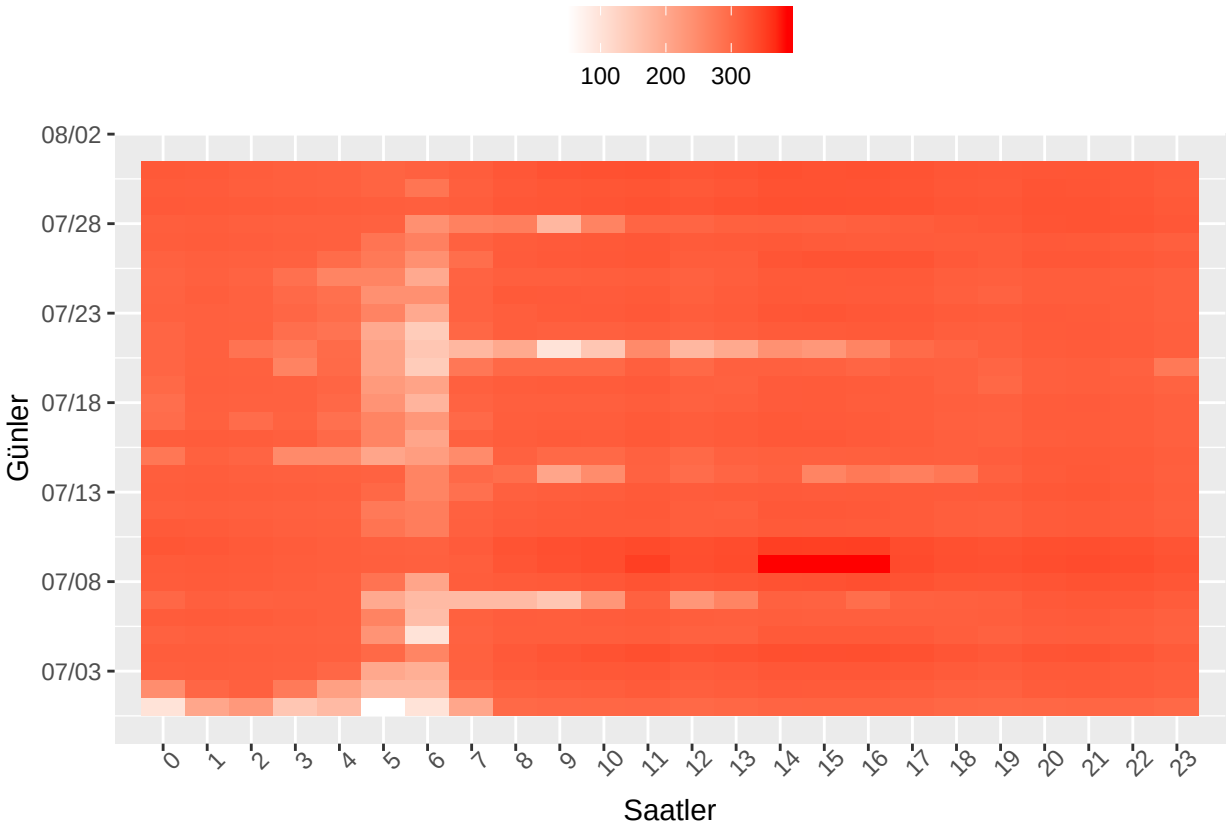

Güzelleştirmek için yukarıdaki fonksiyonlar eklenirse,

```
ggplot(plot_df, aes(x=Saat, y=Tarih, fill=PTF)) +
  geom_tile() +
  labs(x = "Saatler",
       y = "Günler") +
  scale_y_date(date_breaks = "5 day", date_labels = "%m/%d") +
  scale_x_discrete(limits=c(0:23)) +
  theme(axis.text.x = element_text(angle = 45), legend.position = "top",
        legend.title = element_blank())
```




Isı grafiğinin rengi değiştirilmek istenirse ise `scale_fill_gradient` fonksiyonu içerisinde iki renk belirtilerek aralarındaki renkler kullanılabilir.

```
ggplot(plot_df, aes(x=Saat, y=Tarih, fill=PTF)) +
  geom_tile() +
  scale_fill_gradient(low="white", high="red") +
  labs(x = "Saatler",
       y = "Günler") +
  scale_y_date(date_breaks = "5 day", date_labels = "%m/%d") +
  scale_x_discrete(limits=c(0:23)) +
  theme(axis.text.x = element_text(angle = 45), legend.position = "top",
        legend.title = element_blank())
```




# Ekler

## Yazarlar Hakkında

- *Baran Doğru*

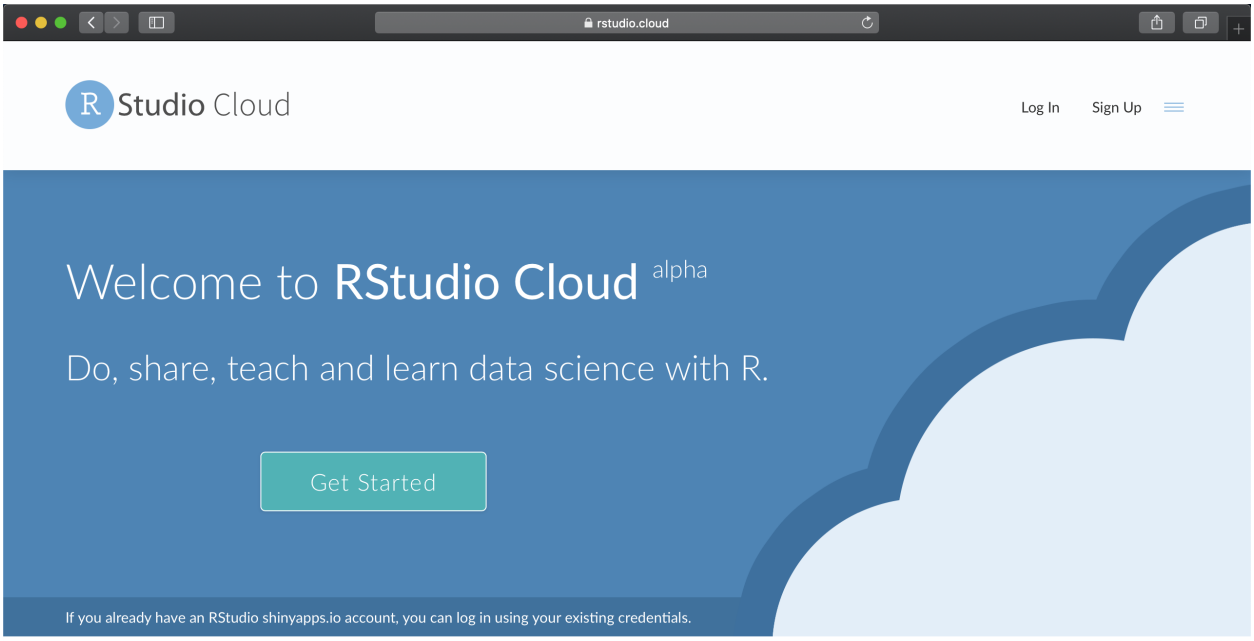
Baran Doğru, Boğaziçi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği 3. sınıf öğrencisidir. Veri bilimine büyük ilgi duyan Baran Doğru Algopoly'de staj yaptığı dönemde bu dökumanın oluşturulmasında büyük pay sahibi olmuştur. Kendisine ulaşmak için LinkedIn hesabını ziyaret edebilirsiniz.

## RStudio Cloud'da Çalışma

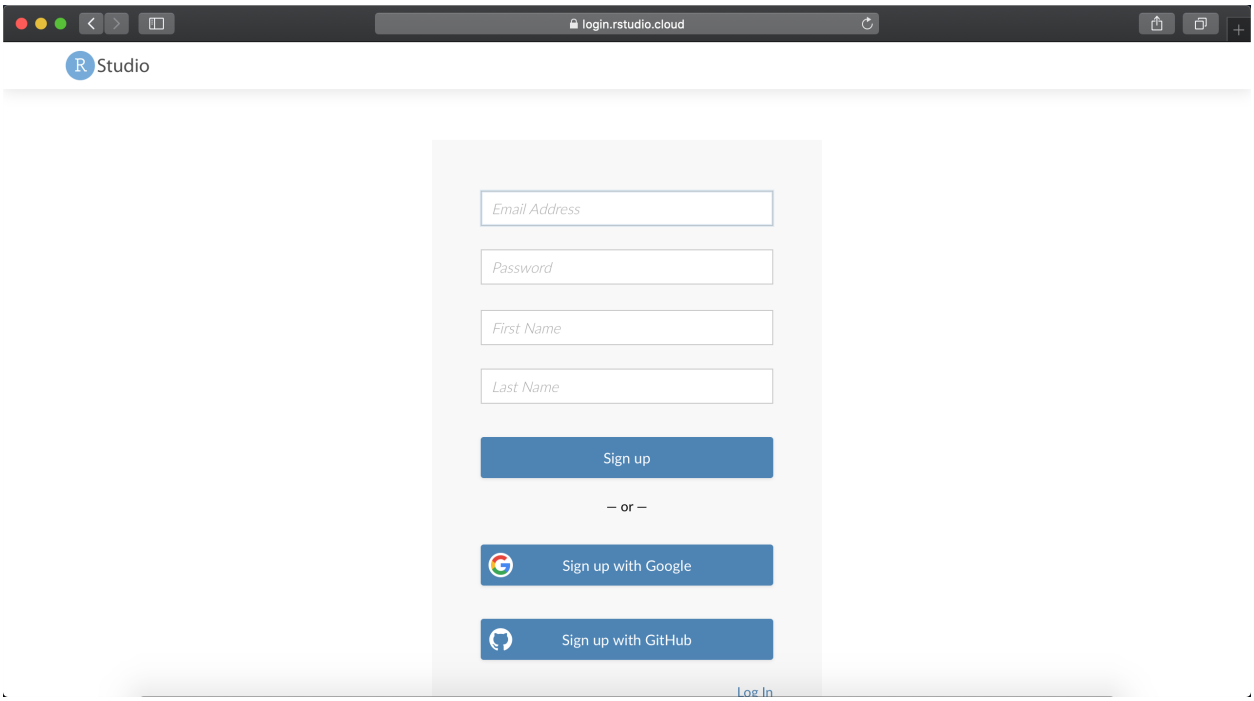
RStudio Cloud, R ve RStudio'yu bilgisayarınıza indirmeden çevrimiçi olarak kodlarınızı yazabileceğiniz, çalışmalarınızı is arkadaşlarınızla rahatça paylaşabileceğiniz, gerekli paketleri bilgisayarınıza yükleyip yüklemediğinizi dert etmeyeceğiniz tamamen ücretsiz bir platformdur.

RStudio Cloud'a erişmek ve platformu kullanmak için aşağıdaki adımları izleyebilirsiniz.

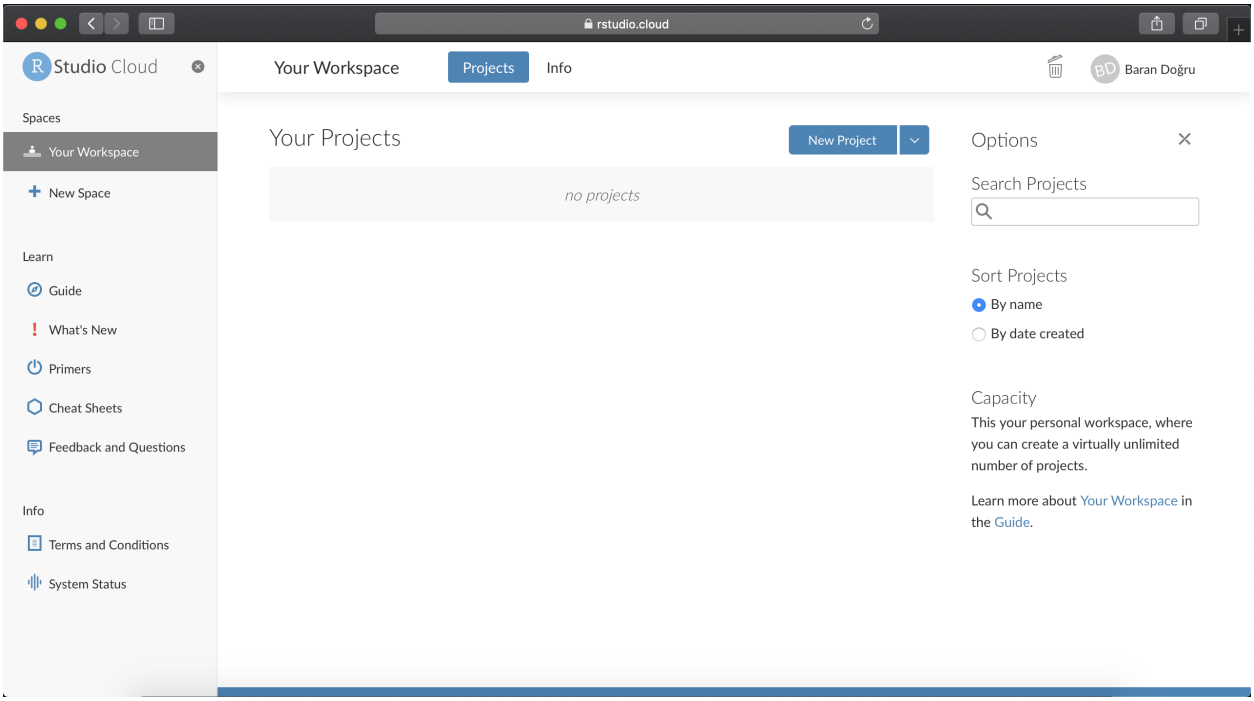
1. Tercih ettiğiniz web tarayıcıda "RStudio Cloud" yazarak aratılınca karşınıza çıkan ilk linke tıkladığınızda bu ekranla karşılaşacaksınız. Ana ekranın sağ üst köşesindeki "Sign Up" butonuna tıklayarak kayıt ekranına ulaşın.



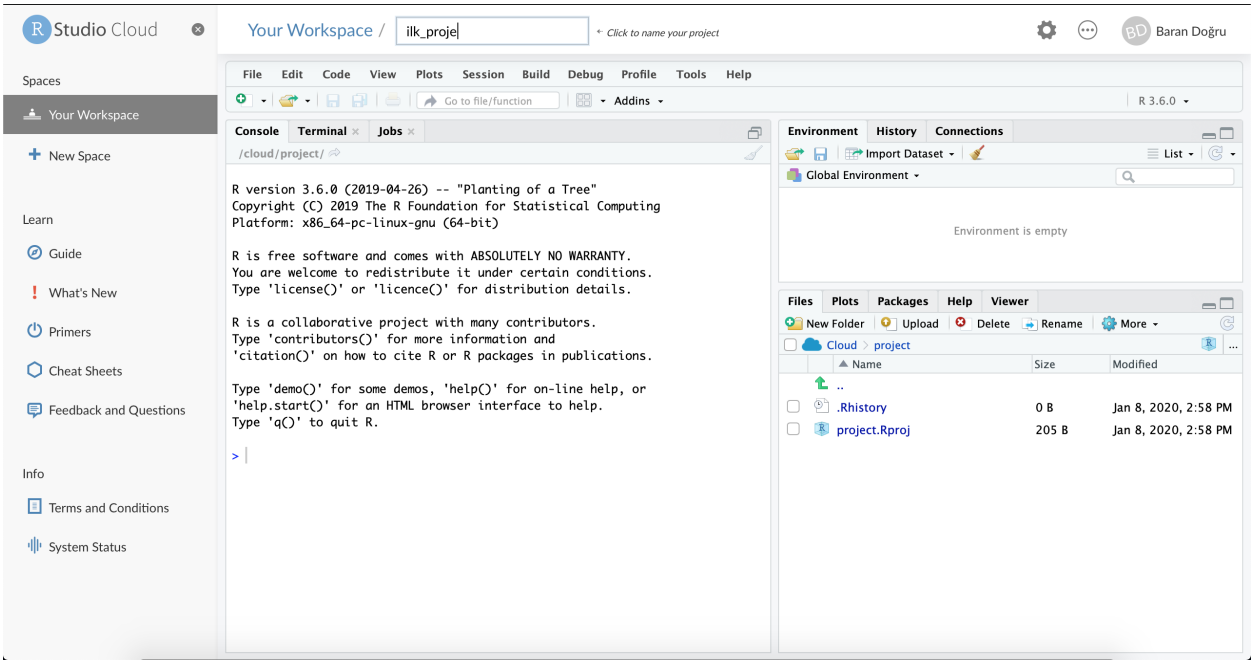

2. Karşınıza çıkan kayıt formunu doldurun.



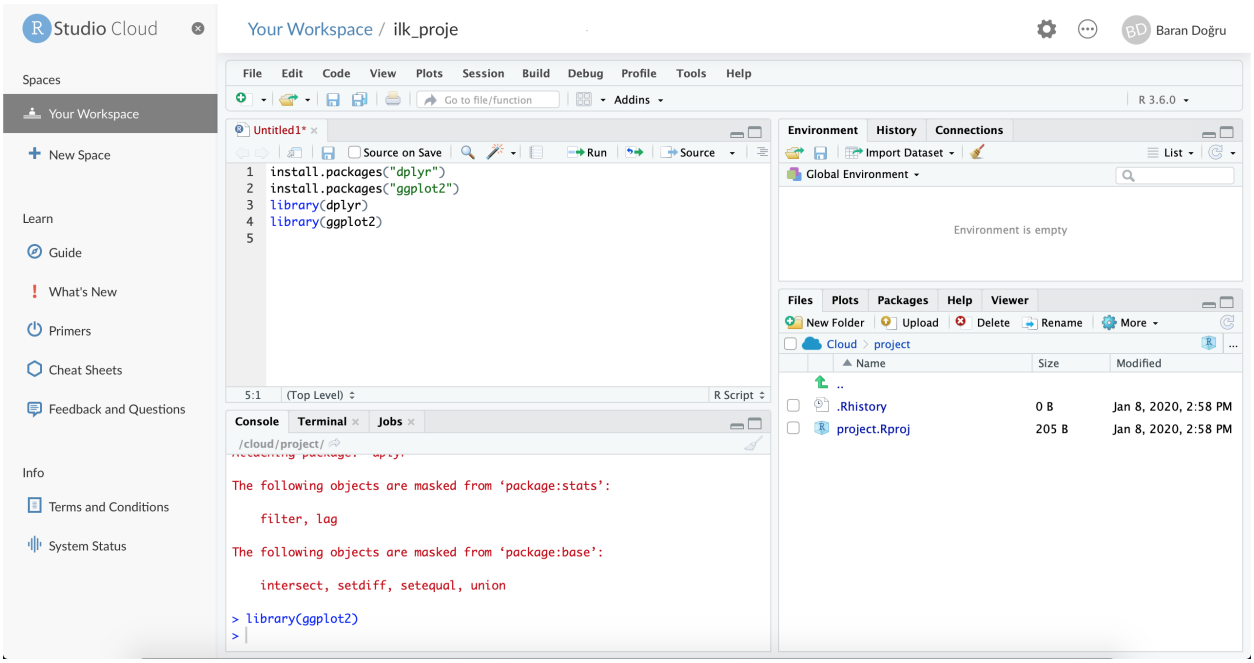

3. Kaydınızı tamamlayın ve hesabınıza giriş yapın. Artık RStudio Cloud'u kullanmaya hazırsınız.




4. İlk projenizi oluşturmak için “New Project” butonuna tıklayın.




5. Açılan ilk projenize R Script dosyası eklemek için ise üstteki bardan “File”, “New File” ve “R Script” sırasıyla seçin. Artık R’da kod yazmaya hazırsınız.




## Veri Seti Düzenlemeleri

Bu bölümde ilgilenenler için veri setinin ham hali elde edildikten sonra dplyr ile Veri Manipülasyonu bölümünde kullanılan haline dönüştürmek için gereken kodlar paylaşılacaktır.

```
# pozitif ve negatif dengesizlik sutunlarinin isimlerinin duzenlenmesi
colnames(ptfsmf)[4] = "PDF"
colnames(ptfsmf)[5] = "NDF"

# tarih ve saatin POSIX formatina cevrilmesi
ptfsmf <- ptfsmf %>% mutate(Tarih_Yeni =
                              as.POSIXct(ptfsmf$Tarih,format="%d.%m.%y %H:%M", "GMT")) %>%
                     select(Tarih_Yeni, PTF, SMF, PDF, NDF) %>%
                     rename(Tarih = Tarih_Yeni)

# geri kalan 4 sutunun numeric classina cevrilmesi
ptfsmf[,c(2:5)] <- lapply(ptfsmf[,c(2:5)],
                          function(x) as.numeric(gsub(",", ".", gsub("\\.", "", x))))
```

## Kaynakça

- dplyr Paketi : dplyr CheatSheet
- ggplot2 Paketi : ggplot2 Cheatsheet
- Bookdown Paketi ile Kitap Oluşturma : bookdown
- Veri Seti : EPİAŞ Raporlama Sayfası
- Piyasa Hakkında : Türkiye Elektrik Piyasası