İrfan YAKUT

16-11-2023

Çoklu Doğrusal Regresyon ile Maaş Tahmin Modeli

Maaş bilgileri ve **1986** yılına ait kariyer istatistikleri paylaşılan beyzbol oyuncularının maaş tahminleri için bir doğrusal regresyon modeli geliştireceğiz.

Veri Seti Hikayesi

Bu veri seti orijinal olarak Carnegie Mellon Üniversitesi'nde bulunan StatLib kütüphanesinden alınmıştır.

Veri seti 1988 ASA Grafik Bölümü Poster Oturumu'nda kullanılan verilerin bir parçasıdır.

Maaş verileri orijinal olarak Sports Illustrated, 20 Nisan 1987'den alınmıştır.

1986 ve kariyer istatistikleri, Collier Books, Macmillan Publishing Company, New York tarafından yayınlanan 1987 Beyzbol Ansiklopedisi Güncellemesinden elde edilmiştir.

Değişkenler

20 Değişken 322 Gözlem 21 KB

- AtBat 1986-1987 sezonunda bir beyzbol sopası ile topa yapılan vuruş sayısı
- Hits 1986-1987 sezonundaki isabet sayısı

- HmRun 1986-1987 sezonundaki en değerli vuruş sayısı
- Runs 1986-1987 sezonunda takımına kazandırdığı sayı
- RBI Bir vurucunun vuruş yaptıgında koşu yaptırdığı oyuncu sayısı
- Walks Karşı oyuncuya yaptırılan hata sayısı
- Years Oyuncunun major liginde oynama süresi (sene)
- CAtBat Oyuncunun kariyeri boyunca topa vurma sayısı
- CHits Oyuncunun kariyeri boyunca yaptığı isabetli vuruş sayısı
- CHmRun Oyucunun kariyeri boyunca yaptığı en değerli sayısı
- CRuns Oyuncunun kariyeri boyunca takımına kazandırdığı sayı
- CRBI Oyuncunun kariyeri boyunca koşu yaptırdırdığı oyuncu sayısı
- CWalks Oyuncun kariyeri boyunca karşı oyuncuya yaptırdığı hata sayısı
- League Oyuncunun sezon sonuna kadar oynadığı ligi gösteren A ve N seviyelerine sahip bir faktör
- Division 1986 sonunda oyuncunun oynadığı pozisyonu gösteren E ve W seviyelerine sahip bir faktör
- PutOuts Oyun icinde takım arkadaşınla yardımlaşma
- Assits 1986-1987 sezonunda oyuncunun yaptığı asist sayısı
- Errors 1986-1987 sezonundaki oyuncunun hata sayısı
- Salary Oyuncunun 1986-1987 sezonunda aldığı maaş(bin uzerinden)
- NewLeague 1987 sezonunun başında oyuncunun ligini gösteren A ve N seviyelerine sahip bir faktör

Verinin İçeri Aktarılması

Verimizi ilgili klasörden içeri aktarıyor:

```
df <- read.csv("C:\\Users\\GLB90057874\\Desktop\\Denetimli
İstatistik\\hitters_eda.csv")
```

Veriye ilk bakış:

```
head(df)
```

Çoklu Doğrusal Regresyon Modelinin Tüm Değişkenler ile Kurulması: Base Model

Yüksek korelasyona sahip değişkenler hariç diğer değişkenleri ekleyerek model kuruyoruz.

```
base_model=lm(Salary~., data=df)
```

Özetine ve ilgili katsayılarına bakalım.

```
summary(base_model)
```

```
Call:
lm(formula = Salary ~ ., data = df)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-653.46 -139.03   -5.77  117.33  784.22

Coefficients:
               Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    3.512e+02  5.034e+02   0.698   0.4861
AtBat         -1.221e+00  1.294e+00  -0.943   0.3466
Hits           6.416e+00  4.983e+00   1.287   0.1993
HmRun          8.223e+00  8.406e+00   0.978   0.3290
Runs          -1.554e+00  3.154e+00  -0.493   0.6227
RBI           -2.929e+00  2.461e+00  -1.190   0.2353
Walks          3.578e+00  1.990e+00   1.798   0.0735 .
Years          3.038e+01  1.310e+01   2.319   0.0213 *
CAtBat         3.360e-02  1.660e-01   0.202   0.8398
CHits         -6.506e-01  7.758e-01  -0.839   0.4026
CHmRun        -3.490e-01  2.012e+00  -0.173   0.8625
CRuns          1.510e+00  9.184e-01   1.644   0.1017
CRBI           8.640e-02  8.880e-01   0.097   0.9226
CWalks        -8.172e-01  3.467e-01  -2.357   0.0193 *
PutOuts        1.164e-01  6.884e-02   1.691   0.0923 .
Assists        1.080e-02  1.786e-01   0.060   0.9518
Errors        -2.135e+00  3.500e+00  -0.610   0.5424
NEW_HitRatio  -2.360e+03  1.918e+03  -1.230   0.2198
NEW_RunRatio  -2.280e+02  4.016e+02  -0.568   0.5708
NEW_CHitRatio  5.027e+02  2.262e+03   0.222   0.8243
NEW_CRunRatio  3.696e+02  4.691e+02   0.788   0.4316
NEW_Avg_AtBat -1.225e+00  2.226e+00  -0.550   0.5827
NEW_Avg_Hits   8.923e+00  9.272e+00   0.962   0.3369
NEW_Avg_HmRun -4.054e+00  1.796e+01  -0.226   0.8217
NEW_Avg_Runs  -8.294e+00  7.600e+00  -1.091   0.2764
NEW_Avg_RBI    3.429e+00  7.658e+00   0.448   0.6547
NEW_Avg_Walks  3.145e+00  3.974e+00   0.792   0.4295
League_N       6.801e+01  6.175e+01   1.101   0.2719
Division_W    -6.544e+01  3.122e+01  -2.096   0.0372 *
NewLeague_N   -3.648e+01  6.121e+01  -0.596   0.5519
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 237.9 on 219 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5263,    Adjusted R-squared:  0.4636
F-statistic:  8.39 on 29 and 219 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Model istatistiksel olarak anlamlıdır. **(F-istatistiği = 8.39, p-değeri < 2.2e-16).**

R-kare değeri **0.5263'tür,** bu da modelin Salary değişkenindeki varyasyonun **%52.63**'ünü açıkladığını gösterir. Düzeltilmiş R-kare değeri **0.4636**'dır, bu da modeldeki bağımsız değişkenlerin sayısını dikkate alır.

Modeldeki en önemli değişkenler **Years , NEW_HitRatio ve CWalks**'tır. Artıklar yaklaşık olarak normal dağılmıştır.

Genel olarak, base_model verilere iyi bir uyum sağlar ve Salary değişkenindeki varyasyonun önemli bir kısmını açıklar. Modeldeki en önemli bağımsız değişkenler ise **Years, NEW_HitRatio ve CWalks'**tır.

VIF değerlerini inceleyelim:

```
library(car)
vif(base_model) #VIF değerlerini yazdırır.
```

```
> library(car)
> vif(base_model) #VIF değerlerini yazdırır.
      AtBat        Hits       HmRun        Runs         RBI       Walks       Years      CAtBat       CHits 
  152.134386  203.630193   22.646006   25.697632   16.412444    7.222607   17.137703  594.012573 1020.085791 
     CHmRun       CRuns        CRBI       CWalks      PutOuts     Assists      Errors NEW_HitRatio NEW_RunRatio 
  102.074133  369.703698  312.781823   34.605782    1.396391    2.915111    2.410398   12.894450   11.130901 
NEW_CHitRatio NEW_CRunRatio NEW_Avg_AtBat NEW_Avg_Hits NEW_Avg_HmRun NEW_Avg_Runs NEW_Avg_RBI NEW_Avg_Walks 
   11.019910   11.527333  350.341927  520.805891   55.176808   99.355858   96.766084   17.316845 
   League_N   Division_W  NewLeague_N 
    4.183088    1.069516    4.103166 
```

Yüksek VIF (10'dan büyük):

AtBat, Hits, CAtBat, CHits, NEW_Avg_AtBat, NEW_Avg_Hits: Bu değişkenlerin VIF değerleri nispeten yüksek, bu da bu değişkenler arasında potansiyel çoklu doğrusallık sorunları olduğunu gösteriyor. Bu, bu değişkenlerin birbirleriyle ilişkili olabileceği anlamına gelir ve bağımlı değişken üzerindeki etkilerini izole etmeyi zorlaştırabilir.

Orta Seviye VIF (5 ile 10 arası):

HmRun, Runs, RBI, Years, CHmRun, CRuns, CRBI, CWalks, PutOuts, Assists, NEW_HitRatio, NEW_RunRatio, NEW_CHitRatio, NEW_CRunRatio, NEW_Avg_HmRun, NEW_Avg_Runs, NEW_Avg_RBI, NEW_Avg_Walks: Bu değişkenlerin VIF değerleri orta seviyede. Tek başlarına sorunlu olmayabilirler, ancak diğer değişkenlerle birlikte etkileşimleri çoklu doğrusallığa neden olabilir.

Düşük VIF (5'ten küçük):

Walks, Errors, League_N, Division_W, NewLeague_N: Bu değişkenlerin VIF değerleri nispeten düşük, bu da onların çoklu doğrusallıktan daha az etkilendiğini gösteriyor.

WIF Değerlerine Göre Base_Model2'nin Kurulması

Çoklu doğrusallıktan etkilenmemek adına ve daha iyi bir performans modeli için farklı bir model kuruyoruz.

Bu modelde WIF değerleri baz alınarak yeni üretilen değişkenler üzerinden kuracağız.

```
base_model2=lm(Salary~Walks+PutOuts+Assists+Errors+NEW_HitRatio+NEW_RunRatio+
NEW_CHitRatio+NEW_CRunRatio+League_N+Division_W+NewLeague_N, data=df)

summary(base_model2)

vif(base_model2)
```

```
Call:
lm(formula = Salary ~ Walks + PutOuts + Assists + Errors + NEW_HitRatio +
    NEW_RunRatio + NEW_CHitRatio + NEW_CRunRatio + League_N +
    Division_W + NewLeague_N, data = df)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-637.00 -181.82   -8.65  163.31  779.92

Coefficients:
               Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   -1.292e+03  2.131e+02  -6.060 5.31e-09 ***
Walks          4.567e+00  9.021e-01   5.063 8.31e-07 ***
PutOuts        1.265e-01  6.955e-02   1.818   0.0703 .
Assists        1.989e-01  1.795e-01   1.108   0.2691
Errors        -2.897e+00  3.669e+00  -0.789   0.4307
NEW_HitRatio  -1.913e+03  8.468e+02  -2.259   0.0248 *
NEW_RunRatio   4.651e+02  2.689e+02   1.730   0.0849 .
NEW_CHitRatio  7.703e+03  1.107e+03   6.959 3.33e-11 ***
NEW_CRunRatio -1.725e+02  3.209e+02  -0.538   0.5913
League_N       4.692e+01  6.543e+01   0.717   0.4740
Division_W    -6.325e+01  3.368e+01  -1.878   0.0616 .
NewLeague_N   -6.025e+01  6.602e+01  -0.913   0.3624
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 264.4 on 237 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3668,    Adjusted R-squared:  0.3374
F-statistic: 12.48 on 11 and 237 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

```
> vif(base_model2)
       Walks      PutOuts      Assists       Errors  NEW_HitRatio  NEW_RunRatio NEW_CHitRatio NEW_CRunRatio      League_N
    1.202255     1.153980     2.384422     2.145336     2.034225     4.038654     2.137211     4.365906     3.803418
  Division_W   NewLeague_N
    1.007666     3.863948
```

Değişken Seçim Yöntemlerinin Kullanılması ve Model Değerlendirme

```
library(olsrr)
library("ISLR")
library(car)

a=ols_step_all_possible(base_model2)
plot(a)
summary(a)
```

	mindex	n	predictors	rsquare	adjr	predrsq	cp	aic	sbic	sbc	msep
1117	1024	6	Walks PutOuts NEW_HitRatio NEW_RunRatio NEW_CHitRati...	0.3598549	0.3439835	0.3156312	4.604920	3490.552	2784.467	3518.692	17230662
739	562	5	Walks NEW_HitRatio NEW_RunRatio NEW_CHitRatio Divisio...	0.3529511	0.3396373	0.3194339	5.189001	3491.223	2784.928	3515.846	17344521
1523	1486	7	Walks PutOuts Assists NEW_HitRatio NEW_RunRatio NEW_C...	0.3621361	0.3436089	0.3130079	5.751084	3491.664	2785.715	3523.321	17240798

Cp değerlerine göre **1024** nolo modelde **Walks PutOuts NEW_HitRatio NEW_RunRatio NEW_CHitRatio Division_W N:6 CP:4.60** olarak çıkmıştır ve modeli en iyi açıklayan baz değişkenlerin bu şekilde olduğunu söyleyebiliriz.

```
s=ols_step_both_p(base_model2)
s=ols_step_both_p(base_model2, pent = 0.05, prem = 0.1)
s
s$base_model2
plot(s)
```

Stepwise Selection Summary

Step	Variable	Added/ Removed	R-Square	Adj. R-Square	C(p)	AIC	RMSE
1	NEW_CHitRatio	addition	0.218	0.214	50.7640	3530.5081	287.8442
2	Walks	addition	0.313	0.308	16.5620	3499.9967	270.2003
3	NEW_RunRatio	addition	0.330	0.321	12.4030	3496.0169	267.5196
4	NEW_HitRatio	addition	0.344	0.333	8.9940	3492.6445	265.1909

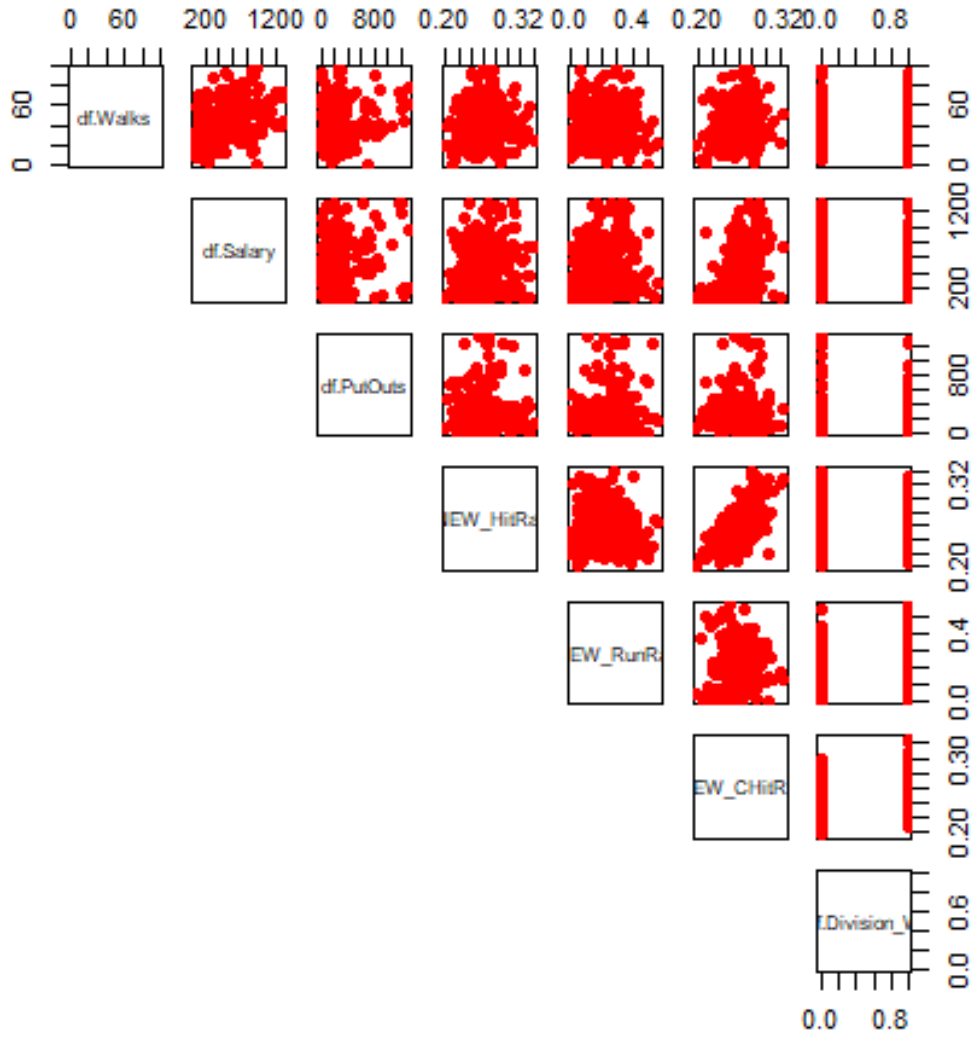
Stepwise yöntemi ile de seçim yaptığımızda R2 ve Düzeltimiş R2 değerleri özellikle 4 değişken içerisinde artış gösterdiğini görüyoruz.

Base_Model3 Oluşturulması ve Matrix Plot Çizimi

```
base_model3=lm(Salary~Walks+PutOuts+NEW_HitRatio+NEW_RunRatio+NEW_CHitRatio+D
ivision_W, data=df)
summary(base_model3)
```

Base_model3 özetine baktığımızda R2'nin düşüş gösterdiğini görüyoruz.

```
base_model3df <- data.frame(df$Walks, df$Salary,
df$PutOuts,df$NEW_HitRatio,df$NEW_RunRatio,df$NEW_CHitRatio,df$Division_W)
pairs(base_model3df, pch=19, col='red', lower.panel = NULL)
```



Değişkenlerin Normalleştirilmesi için Dağılım Grafiklerinin Kontrolü

```
y_variable <- df$Walks
hist(my_variable, col = "skyblue", main = "Değişkenin Dağılımı", xlab =
"Değerler", ylab = "Frekans") #log alacağız

my_variable <- df$PutOuts
hist(my_variable, col = "skyblue", main = "Değişkenin Dağılımı", xlab =
"Değerler", ylab = "Frekans") #log alacağız

my_variable <- df$NEW_HitRatio
hist(my_variable, col = "skyblue", main = "Değişkenin Dağılımı", xlab =
"Değerler", ylab = "Frekans") #log alacağız
```

```
my_variable <- df$NEW_RunRatio
hist(my_variable, col = "skyblue", main = "Değişkenin Dağılımı", xlab =
"Değerler", ylab = "Frekans") #log alacağız

my_variable <- df$NEW_CHitRatio
hist(my_variable, col = "skyblue", main = "Değişkenin Dağılımı", xlab =
"Değerler", ylab = "Frekans") #log alacağız
```

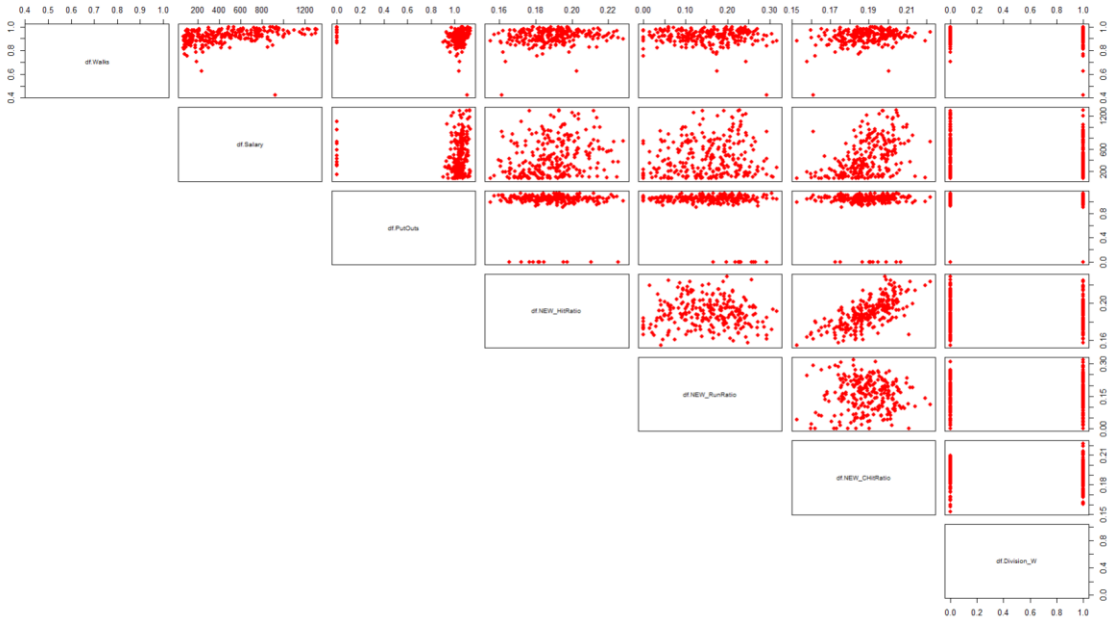
Değişkenler üzerinde istatiksel işlemler yapmadan önce dağılım grafiklerinin kontrolünü sağlıyoruz. Sayısal değişkenler üzerinde log dönüşümü yaparak modeli tekrar oluşturuyoruz.

```
log_transform_vars <- c("Walks", "PutOuts", "NEW_HitRatio", "NEW_RunRatio",
"NEW_CHitRatio")
df[log_transform_vars] <- log(df[log_transform_vars] + 1)  # +1 eklenmesi
log(0) hatasını önler

log_transform_model <- lm(Salary ~ Walks + PutOuts + NEW_HitRatio +
NEW_RunRatio + NEW_CHitRatio + Division_W, data = df)

summary(log_transform_model)
```

```
Call:
lm(formula = Salary ~ Walks + PutOuts + NEW_HitRatio + NEW_RunRatio +
    NEW_CHitRatio + Division_W, data = df)

Residuals:
   Min     1Q Median     3Q    Max
-595.1 -193.7  -16.2  159.4 1050.2

Coefficients:
             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   -1835.86     247.05  -7.431 1.85e-12 ***
Walks           139.51      30.26   4.610 6.52e-06 ***
PutOuts          18.16      12.93   1.404  0.16148
NEW_HitRatio  -2516.29    1079.92  -2.330  0.02063 *
NEW_RunRatio    458.02     168.65   2.716  0.00709 **
NEW_CHitRatio  9646.59    1391.17   6.934 3.70e-11 ***
Division_W      -57.86      34.35  -1.685  0.09334 .
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 269.5 on 242 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3282,    Adjusted R-squared:  0.3115
F-statistic:  19.7 on 6 and 242 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

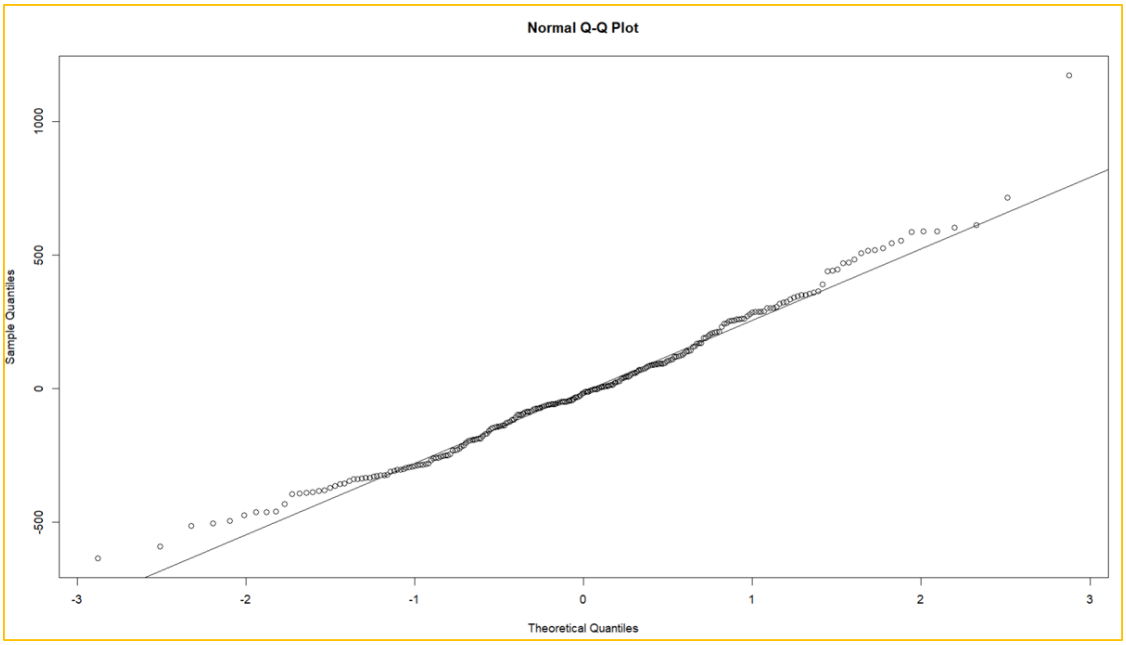
Log Alınmış Model Matrix Plot Çizimi

```
log_transform_modeldf <- data.frame(df$Walks, df$Salary,
df$PutOuts,df$NEW_HitRatio,df$NEW_RunRatio,df$NEW_CHitRatio,df$Division_W)
pairs(log_transform_modeldf, pch=19, col='red', lower.panel = NULL)
```



Hataların Normal Dağıldığını Kontrol Etme

```
qqnorm(log_transform_model$residuals)
qqline(log_transform_model$residuals)
```



Kolmogorov-Smirnov Testi

```
ks.test(log_transform_model$residuals, "pnorm")
```

```
> ks.test(log_transform_model$residuals, "pnorm")

        Asymptotic one-sample Kolmogorov-Smirnov test

data:  log_transform_model$residuals
D = 0.52566, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided
```

Bu test sonuçlarına göre, regresyon modelinizin hata terimleri normal bir dağılıma uymamaktadır. p değeri çok düşük olduğu için, null hipotez (veri setinin normal bir dağılıma sahip olduğu) reddedilir. Bu durumda, modelinizin normalite varsayımı karşılamadığını söyleyebiliriz.

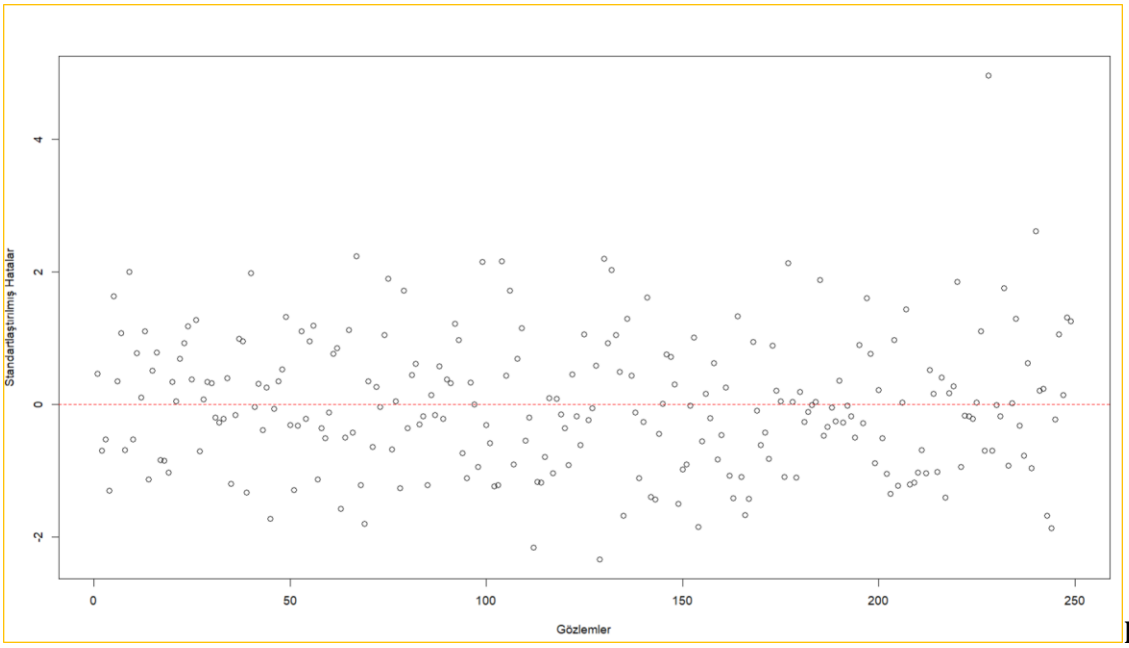
Hataların Sabit Varyanslı Olup Olmadığını Kontrolü

Hataların standartlaştırılmış (Studentized) değerlerini elde etmek için

```
log_transform_model_stand_residuals <- rstandard(log_transform_model)
```

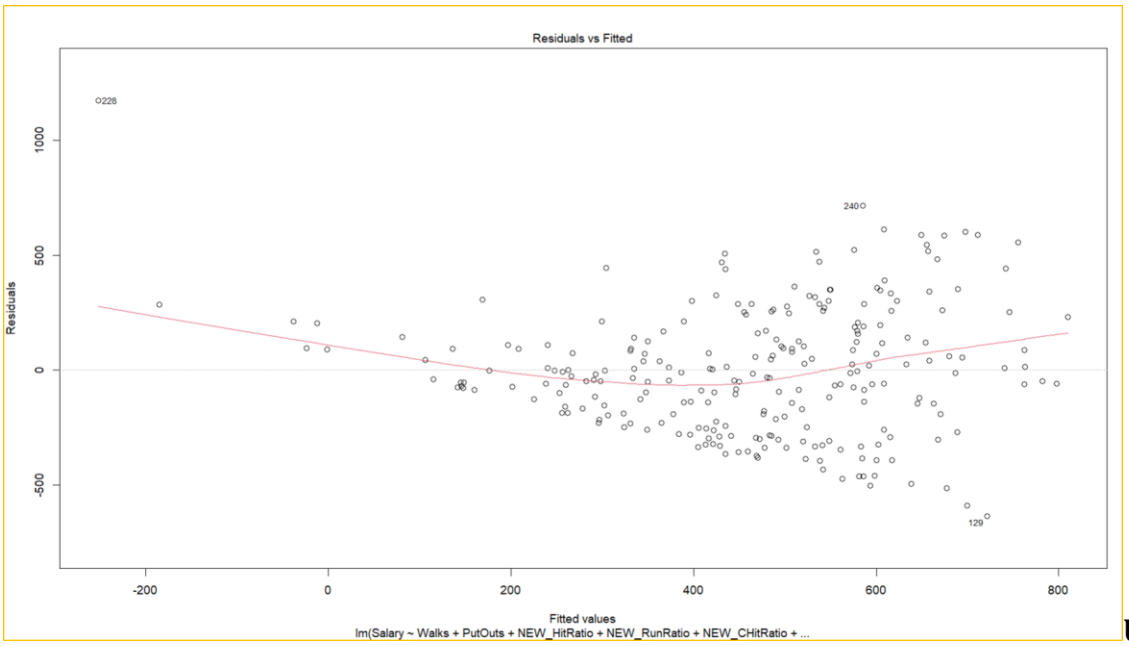
Hataların standartlaştırılmış değerlerini görselleştirmek için

```
plot(log_transform_model_stand_residuals, ylab = "Standartlaştırılmış
Hatalar", xlab = "Gözlemler")
abline(h = 0, col = "red", lty = 2)
```



Residual plot çizimi

```
plot(log_transform_model, which = 1)
```



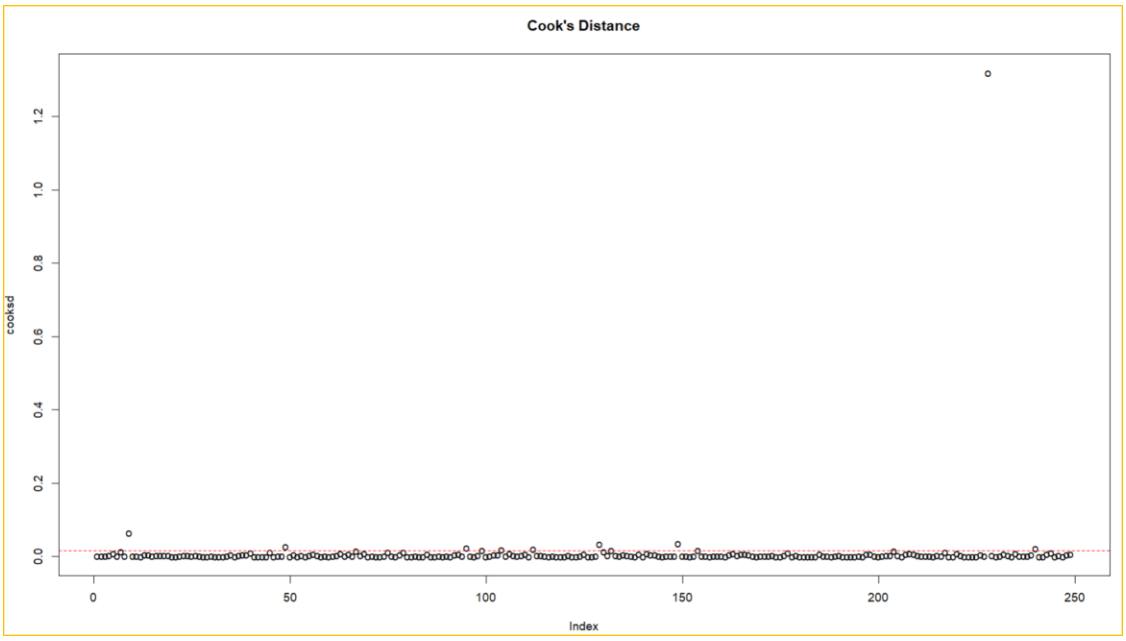
Uç Değer ve Etkin Gözlem Kontrolü

Cook's Distance hesaplanması:

```
cooksd <- cooks.distance(log_transform_model)
```

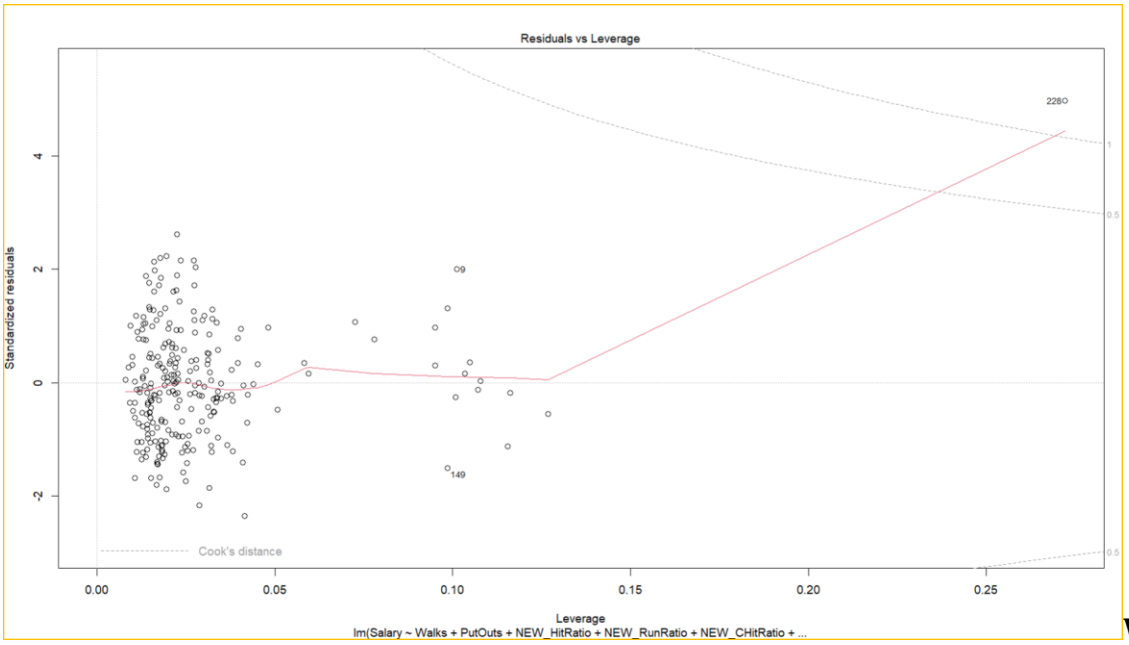
Cook's Distance grafikle görselleştirme

```
plot(cooksd, pch = "o", cex = 1, main = "Cook's Distance")
abline(h = 4/length(log_transform_model$residuals), col = "red", lty = 2)
```



Residuals vs. Leverage grafik

```
par(mfrow = c(1, 1))
plot(log_transform_model, which = 5)
```



VIF Değer Kontrolü

```
vif(log_transform_model)
```

```
> vif(log_transform_model)
       Walks      PutOuts  NEW_HitRatio  NEW_RunRatio NEW_CHitRatio    Division_W
    1.083714     1.052867     1.988707     1.053812     2.062431     1.009091
```

Final Model Katsayıları

```
summary(log_transform_model)
```

```
Call:
lm(formula = Salary ~ Walks + PutOuts + NEW_HitRatio + NEW_RunRatio +
    NEW_CHitRatio + Division_W, data = df)

Residuals:
   Min     1Q Median     3Q    Max
-595.1 -193.7  -16.2  159.4 1050.2

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   -1835.86     247.05  -7.431 1.85e-12 ***
Walks           139.51      30.26   4.610 6.52e-06 ***
PutOuts          18.16      12.93   1.404  0.16148
NEW_HitRatio  -2516.29    1079.92  -2.330  0.02063 *
NEW_RunRatio    458.02     168.65   2.716  0.00709 **
NEW_CHitRatio  9646.59    1391.17   6.934 3.70e-11 ***
Division_W      -57.86      34.35  -1.685  0.09334 .
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 269.5 on 242 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3282,    Adjusted R-squared:  0.3115
F-statistic:  19.7 on 6 and 242 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Katsayıların %95’lik Güven Aralıklarını Elde Etmek

Güven ve Tahmin Aralıkları

```
confint(log_transform_model)
confint(log_transform_model,level=0.95)
```

```
> confint(log_transform_model)
                    2.5 %      97.5 %
(Intercept)   -3310.5778 -1876.73659
Walks           383.2049  1545.42118
PutOuts        -113.4489   210.33087
NEW_HitRatio  -7071.7423  -548.00078
NEW_RunRatio    164.9461  1117.21691
NEW_CHitRatio 10481.4175 18850.47500
Division_W     -125.9986    12.87233
> confint(log_transform_model,level=0.95)
                    2.5 %      97.5 %
(Intercept)   -3310.5778 -1876.73659
Walks           383.2049  1545.42118
PutOuts        -113.4489   210.33087
NEW_HitRatio  -7071.7423  -548.00078
NEW_RunRatio    164.9461  1117.21691
NEW_CHitRatio 10481.4175 18850.47500
Division_W     -125.9986    12.87233
```

Yeni Bir Gözlem Değeri için %95'lik Güven Aralığını ve Kestirim Aralığını Oluşturma

Walks + PutOuts + NEW_HitRatio + NEW_RunRatio + NEW_CHitRatio + Division_W

Yeni gözlem değeri için 95% güven aralığı

```
new_observation <- data.frame(Walks = 0.99,
                              PutOuts = 1.11,
                              NEW_HitRatio = 0.20,
                              NEW_RunRatio = 0.29,
                              NEW_CHitRatio = 0.20,
                              Division_W = 1)
predict_interval <- predict(log_transform_model, newdata = new_observation,
interval = "confidence", level = 0.95)


cat("95% Güven Aralığı:", predict_interval[1], "ile", predict_interval[2],
"\n")
```

95% Güven Aralığı: 715.3476 ile 615.5252

```
> # Yeni gözlem değeri için 95% güven aralığı
> new_observation <- data.frame(Walks = 0.99,
+                               PutOuts = 1.11,
+                               NEW_HitRatio = 0.20,
+                               NEW_RunRatio = 0.29,
+                               NEW_CHitRatio = 0.20,
+                               Division_W = 1)
> predict_interval <- predict(log_transform_model, newdata = new_observation, interval = "confidence", level = 0.95)
> predict_interval
      fit      lwr      upr
1 715.3476 615.5252 815.1701
```

Yeni gözlem değeri için tahmin ve 95% kestirim aralığı

```
predict_interval <- predict(log_transform_model, newdata = new_observation,
interval = "prediction", level = 0.95)


cat("95% Kestirim Aralığı:", predict_interval[1], "ile", predict_interval[2],
"\n")
```

95% Kestirim Aralığı: 715.3476 ile 161.6556

Model'i Geliştirmek Üzere Görüş ve Öneriler

- Modeldeki yeni türetilen ve mevcut değişkenler gözden geçirebilir, analize düşük, korelasyonu yüksek değişkenler çıkarılabilir.
- Değişkenlere uygulanan dönüşümleri gözden geçirebiliriz. Belki de farklı dönüşümler veya ölçeklemeler kullanarak modelin performansını artırabiliriz.
- Bağımsız değişkenler arasındaki çoklu doğrusallığı kontrol ettikten sonra bu değişkenlerde dönüşümler ya da farklı ölçeklemeler ile kontrol sağlayabiliriz.
- Veri setini genişletmeli, mümkünse daha çok gözlem değeri elde etmeliyiz.
- Tüm değişkenler ile kurulan modelden sonrasında değişken seçimi yapmalı ve sonrasında değişimler ve dönüşümler uygulamalıyız.