

KADİR HAS ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



HİSSE SENETLERİ GETİRİLERİNİN LOJİSTİK REGRESYON VE
DOĞRUSAL REGRESYON MODELLERİ İLE BİR ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BURCU SARI

HAZİRAN, 2014

HİSSE SENETLERİ GETİRİLERİNİN LOJİSTİK REGRESYON VE
DOĞRUSAL REGRESYON MODELLERİ İLE BİR ANALİZİ

BURCU SARI

Finans ve Bankacılık Programı'nda Yüksek Lisans derecesi
için gerekli kısmi şartların yerine getirilmesi amacıyla
Sosyal Bilimler Enstitüsü'ne
teslim edilmiştir.

KADİR HAS ÜNİVERSİTESİ

HAZİRAN, 2014

KADİR HAS ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

HİSSE SENETLERİ GETİRİLERİNİN LOJİSTİK REGRESYON VE
DOĞRUSAL REGRESYON MODELLERİ İLE BİR ANALİZİ

BURCU SARI

ONAYLAYANLAR:

(Prof. Dr.) (Ömer L. Gebizlioğlu) (Kadir Has Üniversitesi)



(Prof. Dr.) (Nurhan Davutyan) (Kadir Has Üniversitesi)



(Yrd. Doç. Dr.) (Y. Barış Altaylıgil) (İstanbul Üniversitesi)



ONAY TARİHİ: 09/05/2014

“Ben, Burcu Sarı, bu Yüksek Lisans Tezinde sunulan çalışmanın şahsıma ait olduğunu ve başka çalışmalardan yaptığım alıntıların kaynaklarını kurallara uygun biçimde tez içerisinde belirttiğimi onaylıyorum.”



BURCU SARI

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	iv
TABLO LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xii
SEMBOLLER LİSTESİ	xv
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xvii
1. GİRİŞ	1
2. GENELLEŞTİRİLMİŞ LINEER MODELLER	4
2.1. Üssel Dağılım Ailesi	4
2.2. Genelleştirilmiş Lineer Modellerin Yapısı	6
2.3. Genelleştirilmiş Lineer Modeller İçin En Çok Olabilirlik Parametre Tahmini	8
2.4. Ortalama Yanıtın Tahmini.....	13
2.5. Uyum İyiliği	14
2.5.1. Sapma (Deviance).....	15
2.5.2. Pearson Ki-Kare İstatistiği.....	19
2.6.1. Olabilirlik Oranı Sonuç Çıkarımı	20
2.6.2. Wald Sonuç Çıkarımı	21
2.7. Güven Aralıkları.....	22
2.7.1. Wald Güven Aralıkları.....	22
2.7.2. Ortalama Yanıt İçin Güven Aralıkları	23
2.8. Özel Genelleştirilmiş Lineer Modeller	24
2.8.1. Lojistik Regresyon Modelleri	25
2.8.1.1. İkili Değerli Yanıt Değişkeni Modelleri	25
2.8.1.2. Lojistik Regresyon Modelinde Parametre Tahmini	28
2.8.1.3. Lojistik Regresyon Modelinde Parametrelerin Yorumlanması.....	31
2.8.1.4. Model Parametreleri Üzerinde İstatistiksel Sonuç Çıkarımı.....	33
2.8.1.4.1. Olabilirlik Oran Testi	33
2.8.1.4.2. Sapma Kullanılarak Parametrelerin Alt Kümeleri Üzerinde Hipotez Testi	34
2.8.1.4.3. Bireysel Model Katsayıları Üzerinde Önem Testleri	36
2.8.1.5. Lojistik Regresyonda Uyum Eksikliği Testleri.....	37

2.8.1.6. Lojistik Regresyonda Model Yeterliliğinin Kontrolü	38
3. HİSSE SENETLERİ GETİRİLERİNİN ANALİZİ	40
3.1. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı	40
3.2. Araştırma da Yer Alan Değişkenler	40
3.3. BIST-100 A Sınıfı Hisse Senetleri Haftalık Fiyat Değerleri Hesaplaması	41
3.4. Haftalık Fiyat Değerleri Hesaplarından Haftalık Getiri Değerleri Hesaplaması	42
3.4.1. Net Getiri Değişkenlerine İlişkin Analizler	43
3.4.1.1. Net Getiri Değişkenlerine İlişkin Betimsel Analiz	43
3.4.1.2. Net Getiri Değerlerine İlişkin Regresyon Analizi.....	49
3.4.2. Brüt Getiri Değişkenlerine İlişkin Analizler.....	52
3.4.2.1. Brüt Getiriye İlişkin Betimsel Analiz	52
3.4.2.2. Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Regresyon Analizi	58
3.4.2.3. Net (veya Brüt) Getiri Değerlerinin İkili (Binary) Lojistik Regresyon Analizleri.....	64
3.4.3. Yüksek Standart Uç Değerli ve Yüksek Kaldıraçlı Gözlemler Çıkarılmış Verilerle Analiz.....	67
3.4.3.1. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin Betimsel Analiz	67
3.4.3.2. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin Regresyon Analizi.....	70
3.4.3.3. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Betimsel Analiz.....	73
3.4.3.4. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Regresyon Analiz.....	76
3.4.3.5. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan Net Getiri Değerlerinin İkili (Binary) Lojistik Regresyon Analizi	80
3.4.4. Veri Setine Düzensiz Veriler Dahil Edilerek Yapılan Analizler	85
3.4.4.1. Veri Setine Düzensiz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Net Getiri Değişkenlerine İlişkin Regresyon Analizi	85
3.4.4.2. Veri Setine Düzensiz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Brüt Getiri Değişkenlerine İlişkin Regresyon Analizi	88

3.4.4.3. Veri Setine Düzgüsz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin İkili (Binary) Lojistik Regresyon Analizi	91
3.4.4.4. Veri Setine Düzgüsz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Lojistik Regresyon Analizi	93
3.4.5. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler (Extreme Outliers) Çıkartılarak Yapılan Analizler.....	96
3.4.5.1. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler (Extreme Outliers) Çıkartılarak Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin Betimsel Analiz.....	96
3.4.5.2. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin Regresyon Analizi.....	99
3.4.5.3. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Regresyon Analizi.....	102
3.4.5.4. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin İkili (Binary) Lojistik Regresyon Analizi	106
3.4.5.5. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin İkili (Binary) Lojistik Regresyon Analizi	108
3.4.6. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Yapılan Analizler.....	110
3.4.6.1. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Regresyon Analizi.....	111
3.4.6.2. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Lojistik Regresyon Analizi	114
SONUÇ	117
KAYNAKÇA.....	121
EKLER.....	123

ÖZET

HİSSE SENETLERİ GETİRİLERİNİN LOJİSTİK REGRESYON VE DOĞRUSAL REGRESYON MODELLERİ İLE BİR ANALİZİ

Burcu Sarı
Finans ve Bankacılık Yüksek Lisans
Danışman: Prof. Dr. Ömer L. Gebizlioğlu
Ocak, 2014

Bu tezde İstanbul BIST100 A kategorisi hisse senetlerinin net ve brüt getiri değerleri üzerinde doğrusal regresyon ve lojistik regresyon modelleri uygulaması yapılmıştır. Regresyon modellerinde model parametrelerinin tahmini, model parametreleri üzerindeki istatistiksel testler ve güven aralıkları, kısaca istatistiksel sonuç çıkarımı, için hata terimleri ve dolayısıyla yanıt ve açıklayıcı değişkenlerin normal dağılıma sahip olduğu varsayımı önemlidir. Ancak bu varsayımın tam olarak sağlanamadığı ve model kestirimlerinin sabit olmayan varyansa sahip olması gibi pek çok modelleme sorunu ortaya çıkmaktadır. Böyle bir durumda, varyansı sabitleştirmek için model değişkenleri üzerinde dönüşüm işlemleri yapılması yoluna gidilebilmektedir. Ancak, normallik, sabit varyans ve basit model formu gibi bir istatistiksel modellemede istenilen özelliklerin tümünün sadece dönüşüm ile elde edilemediği de görülmektedir. Bu bağlamda; yanıt değişkeni ve hata terimlerinin normal dağılıma sahip olması gereğini şart koşmayan Genelleştirilmiş Lineer Modeller (GLM) araçlarının kullanımı öne çıkmaktadır. Yanıt değişkenlerinin iki ve çok değerli kesikli rasgele değişkenler olduğu, açıklayıcı değişkenlerin sürekli veya kesikli değerler alabilen değişkenlerden oluşturulabildiği bir GLM türü olan lojistik regresyon modeli bunlardan biridir. Tez çalışması aynı veri kümesi üzerinde gerek doğrusal gerek lojistik regresyon modeli kullanarak hisse senetleri getirilerine ilişkin iki bakışlı bir ilişki yapısı analizi ortaya koymakta hem de bu modellerin paralel biçimde birlikte kullanımı ile analizde bir tamamlayıcılık örneği sergilemektedir.

Anahtar Kelimeler: Hisse Senedi Fiyatları ve Getirileri, Genelleştirilmiş Lineer (Doğrusal) Modeller, Lojistik Regresyon Analizi, Doğrusal Regresyon Analizi

ABSTRACT

AN ANALYSIS OF STOCK RETURNS BY LOGISTIC REGRESSION AND LINEAR REGRESSION MODELS

Burcu Sari
Master of Science in Finance and Banking
Advisor: Prof. Dr. Ömer L. Gebizlioğlu
January, 2014

This thesis applies linear regression and logistic regression analyses on a data set about the prices and returns on BIST 100-A stocks of the Istanbul Stock Exchange Market “Borsa Istanbul”.

Regression models are largely based on Normal distribution assumptions for the error terms, and therefore for the other model variables they contain. When this assumption is not met in reality, several modeling problems come into existence. Non-constancy of variance of the model estimates is one of those problems. To ease this problem, Normality transformations for dependent and explanatory variables are used to a large extent. Several other model improving techniques are also used along with the Normality transformation attempts. All these may not be enough to get rid of non-Normality problem. In this regard Generalized Linear Models (GLM) can be taken as a flexible modeling alternative.

The thesis work employs classical linear multiple regression and GLM type logistic regression to present a relation/association analysis on stock returns. Logistic regression allows to have binomial or multinomial response variables and continuous or discrete type explanatory/predictive variables in the model. With all these, the thesis presents not only two different type regression models and analysis on the same data set of stock prices but also shows that these two models complement each other in regard of drawing results about returns on the stocks with respect to some other major investment assets.

Keywords: Stock Prices and Returns, Generalized Linear Models, Logistic Regression, Linear Regression

TEŐEKKÜR NOTU

Hisse Senetleri Getirilerinin Lojistik Regresyon ve Doğrusal Regresyon Modelleri İle Bir Analizi adlı tezimin araştırma ve yazımı aşamalarında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Ömer L. GEBİZLİOĞLU'na, görüş, eleştiri ve önerileri çalışmalarımın yönü ve içeriğine iyileştirici etkilerde bulunan Prof. Dr. Nurhan DAVUTYAN ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Barış ALTAYLIGİL'e, ve lisansüstü eğitimim ve tez çalışmalarımın her aşamasında destek, anlayış ve yardımlarını gördüğüm ailem ve arkadaşlarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Üssel Ailenin Bazı Dağılımları için Kanonik Link Fonksiyonları ve Elde Edilen Modeller.....	7
Tablo 2. Bernoulli Dağılımına Sahip yi Yanıt Değişkeninin Olasılık Değerleri	26
Tablo 3. Araştırmada Kullanılan Değişkenlerin Özellikleri	41
Tablo 4. Net Getiri Değerine İlişkin Model Özeti	50
Tablo 5. Net Getiri Değerine İlişkin Varyans Analizi	50
Tablo 6. Net Getiri Değerine İlişkin Uç Değerler.....	50
Tablo 7. Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Model Özeti.....	58
Tablo 8. Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Modelin Varyans Analizi	58
Tablo 9. Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Uç Gözlemler	59
Tablo 10. LN(Brüt Getiri)'e İlişkin Model Özeti.....	61
Tablo 11. LN(Brüt Getiri) Değerlerine İlişkin Modelin Varyans Analizi	61
Tablo 12. LN(Brüt Getiri) Değerlerine İlişkin Uç Gözlemler	62
Tablo 13. Brüt Getiri Değerinin Betimsel İstatistiği.....	64
Tablo 14. Brüt Getiri Değerlerinin Lojistik Regresyon Analizine İlişkin Model Özeti	64
Tablo 15. Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Modelin Güven Aralıkları	65
Tablo 16. Brüt Getiri Değerlerinin Goodness-of-Fit Testi	65
Tablo 17. Brüt Getiri Değerlerinin Pearson Ki-Kare İstatistiği İçin Hosmer-Lemeshow Testi	66
Tablo 18. Bağımsız Brüt Getiri Değişkenleri ile Öngörü Olasılıkları Arasındaki Uyum Ölçümleri.....	66
Tablo 19. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin Model Özeti.....	70
Tablo 20. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin Varyans Analizi.....	70
Tablo 21. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin Uç Gözlemler	71
Tablo 22. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Model Özeti	77
Tablo 23. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Varyans Analizi	77

Tablo 24. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Uç Gözlemler	78
Tablo 25. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Net Getiri İkili Değerinin Betimsel İstatistiği	80
Tablo 26. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Net Getiri Lojistik Regresyonu İlişkin Model Özeti	80
Tablo 27. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Net Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Güven Aralıkları	81
Tablo 28. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Net Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Goodness-of-Fit Testi	81
Tablo 29. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Net Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Pearson Ki-Kare İstatistiği İçin Hosmer-Lemeshow Testi	81
Tablo 30. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Bağımsız Net Getiri Değişkenleri ile Öngörü Olasılıkları Arasındaki Uyum Ölçümleri.....	82
Tablo 31. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Model Özeti.....	83
Tablo 32. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Güven Aralıkları.....	83
Tablo 33. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Goodness-of-Fit Testi.....	83
Tablo 34. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerinin Pearson Ki-Kare İstatistiği İçin Hosmer-Lemeshow Testi	84
Tablo 35. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Bağımsız Brüt Getiri Değişkenleri ile Öngörü Olasılıkları Arasındaki Uyum Ölçümleri.....	84
Tablo 36. Veri Setine Düzensiz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin Model Özeti.....	85
Tablo 37. Veri Setine Düzensiz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin Varyans Analizi.....	86
Tablo 38. Veri Setine Düzensiz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Net Getiri Değişkenlerine İlişkin Uç Gözlemler.....	86

Tablo 39. Veri Setine Düzgüsüz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Model Özeti.....	88
Tablo 40. Veri Setine Düzgüsüz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Varyans Analizi.....	88
Tablo 41. Veri Setine Düzgüsüz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Uç Gözlemler	89
Tablo 42. Veri Setine Düzgüsüz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Net Getiri Değerleri Lojistik Regresyonuna İlişkin Model Özeti.....	91
Tablo 43. Veri Setine Düzgüsüz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Net Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Modelin Güven Aralığı.....	91
Tablo 44. Veri Setine Düzgüsüz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Net Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Goodness-of-Fit Testi	92
Tablo 45. Veri Setine Düzgüsüz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Net Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Pearson Ki-Kare İstatistiği İçin Hosmer-Lemeshow Testi.....	92
Tablo 46. Veri Setine Düzgüsüz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Bağımsız Net Getiri Değişkenleri ile Öngörü Olasılıkları Arasındaki Uyum Ölçümleri	93
Tablo 47. Veri Setine Düzgüsüz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Model Özeti	93
Tablo 48. Veri Setine Düzgüsüz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Güven Aralıkları	94
Tablo 49. Veri Setine Düzgüsüz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Goodness-of-Fit Testi	94
Tablo 50. Veri Setine Düzgüsüz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Pearson Ki-Kare İstatistiği İçin Hosmer-Lemeshow Testi.....	95
Tablo 51. Veri Setine Düzgüsüz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Bağımsız Brüt Getiri Değerleri ile Öngörü Olasılıkları Arasındaki Uyum Ölçümleri	95
Tablo 52. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin Model Özeti.....	100
Tablo 53. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin Modelin Varyans Analizi	100
Tablo 54. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Net Getiri Değerlerinin İlişkin Uç Gözlemler	100

Tablo 55. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Model Özeti.....	103
Tablo 56. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Varyans Analizi.....	103
Tablo 57. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Uç Gözlemler	104
Tablo 58. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Net Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Model Özeti	106
Tablo 59. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Net Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Güven Aralığı.....	107
Tablo 60. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Net Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Modelin Goodness-of-Fit Testi.....	107
Tablo 61. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Net Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Modelin Pearson Ki-Kare İstatistiği İçin Hosmer-Lemeshow Testi.....	107
Tablo 62. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Bağımsız Net Getiri Değerleri ile Öngörü Olasılığı Arasındaki Uyum Ölçümleri.....	108
Tablo 63. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Model Özeti	109
Tablo 64. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Güven Aralıkları	109
Tablo 65. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Modelin Goodness-of-Fit Testi.....	109
Tablo 66. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Modelin Pearson Ki-Kare İstatistiği Hosmer-Lemeshow Testi	110
Tablo 67. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Bağımsız Brüt Getiri Değerleri ile Öngörü Olasılıkları Arasındaki Uyum Ölçümleri	110
Tablo 68. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Model Özeti	111
Tablo 69. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Varyans Analizi	112
Tablo 70. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Brüt Getiriye İlişkin Uç Gözlemler	112

Tablo 71. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Ortalama Brüt Getiri İkili Değerinin Betimsel İstatistiği.....	114
Tablo 72. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Model Özeti.....	114
Tablo 73. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Güven Aralığı	115
Tablo 74. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Modelin Goodness-of-Fit Testi	115
Tablo 75. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Modelin Pearson Ki-Kare İstatistiği Hosmer-Lemeshow Testi	116
Tablo 76. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Bağımsız Brüt Getiri Değişkenleri ile Öngörü Olasılıkları Arasındaki Uyum Ölçümleri.....	116

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Lojistik Regresyon $E(Y)$ ve X Örnekleri.....	27
Şekil 2. Ortalama Net Getiri Değeri Normallik Testi	43
Şekil 3. Ortalama Net Getiri Değeri Q-Q Grafiği	44
Şekil 4. Altın Net Getiri Değeri Normallik Testi.....	45
Şekil 5. Altın Net Getiri Değeri Q-Q Grafiği.....	45
Şekil 6. Döviz Kuru (Dolar) Net Getiri Değerlerinin Normallik Testi	46
Şekil 7. Döviz Kuru (Dolar) Net Getiri Değeri Q-Q Grafiği	46
Şekil 8. Mevduat Faiz Oranı Net Getiri Değeri Normallik Testi.....	47
Şekil 9. Mevduat Faiz Oranı Net Getiri Değeri Q-Q Grafiği.....	47
Şekil 10. BIST-100 Net Getiri Değeri Normallik Testi	48
Şekil 11. BIST-100 Net Getiri Q-Q Grafiği.....	48
Şekil 12. Ortalama Net Getiriye Ait Artıkların Normallik Dağılımı	51
Şekil 13. Ortalama Net Getiri ile Artıklarının Saçılma Grafiği	52
Şekil 14. Ortalama Brüt Getiri Değeri Normallik Testi.....	53
Şekil 15. Ortalama Brüt Getiri Değeri Q-Q Grafiği.....	53
Şekil 16. Altın Brüt Getiri Değeri Normallik Testi.....	54
Şekil 17. Altın Brüt Getiri Değeri Q-Q Grafiği	54
Şekil 18. Döviz Kuru (Dolar) Brüt Getiri Değeri Normallik Testi	55
Şekil 19. 416. Döviz Kuru (Dolar) Brüt Getiri Değeri Q-Q Grafiği.....	55
Şekil 20. Mevduat Faiz Oranı Brüt Getiri Değeri Normallik Testi.....	56
Şekil 21. Mevduat Faiz Oranı Brüt Getiri Değeri Q-Q Grafiği	56
Şekil 22. BIST-100 Brüt Getiri Değeri Normallik Testi.....	57
Şekil 23. BIST-100 Brüt Getiri Değeri Q-Q Grafiği.....	57
Şekil 24. LN(Ortalama Brüt Getiri) Artık Değerlerinin Normallik Dağılımı.....	60
Şekil 25. LN(Ortalama Brüt Getiri) ile Artıklarının Saçılma Grafiği	60
Şekil 26. Logaritması Alınmış Ortalama Brüt Getirilerin Artıklarının Normallik Dağılımı	63
Şekil 27. Logaritması Alınmış Ortalama Brüt Getiriler ile Artıkları Arasındaki Saçılma Grafiği	63
Şekil 28. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Ortalama Net Getiri Değeri Normallik Testi.....	67

Şekil 29. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Altın Net Getiri Değeri Normallik Testi	68
Şekil 30. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Mevduat Faiz Oranı Net Getiri Değeri Normallik Testi	68
Şekil 31. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Döviz Kuru (Dolar) Net Getiri Normallik Testi.....	69
Şekil 32. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan BIST-100 Net Getiri Değeri Normallik Testi.....	69
Şekil 33. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Ortalama Net Getirinin Artıklarının Normallik Dağılımı	72
Şekil 34. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Ortalama Net Getiri ile Artıkları Arasındaki Saçılma Grafiği	72
Şekil 35. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Ortalama Brüt Getiri Değeri Normallik Testi	73
Şekil 36. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Altın Brüt Getiri Değeri Normallik Testi	74
Şekil 37. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Mevduat Faiz Oranı Brüt Getiri Değeri Normallik Testi	74
Şekil 38. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Döviz Kuru (Dolar) Brüt Getiri Değeri Normallik Testi.....	75
Şekil 39. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan BIST-100 Brüt Getiri Değeri Normallik Testi	76
Şekil 40. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Ortalama Brüt Getirinin Artık Değerlerinin Normallik Dağılımı	79
Şekil 41. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Ortalama Brüt Getiri ile Artıklarının Saçılma Grafiği	79
Şekil 42. Veri Setine Düzgümsüz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Ortalama Net Getirinin Artık Değerlerinin Normallik Dağılımı	87
Şekil 43. Veri Setine Düzgümsüz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Ortalama Net Getiri ile Artıklarının Saçılma Grafiği	87
Şekil 44. Veri Setine Düzgümsüz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan LN(Ortalama Brüt Getiri) Artık Değerlerinin Normallik Dağılımı.....	90
Şekil 45. Veri Setine Düzgümsüz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan LN(Ortalama Brüt Getiri) ile Artık Değerleri Arasındaki Saçılma Grafiği	90

Şekil 46. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Ortalama Net Getiri Normallik Testi	96
Şekil 47. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Altın Net Getiri Normallik Testi	97
Şekil 48. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Mevduat Faiz Oranı Net Getiri Normallik Testi	97
Şekil 49. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Döviz Kuru Net Getiri Normallik Testi	98
Şekil 50. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan BIST-100 Net Getiri Normallik Testi	99
Şekil 51. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Ortalama Net Getirinin Artık Değerlerinin Normallik Dağılımı	101
Şekil 52. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Ortalama Net Getiri ile Artık Değerlerinin Saçılma Grafiği	102
Şekil 53. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan LN(Ortalama Brüt Getiri) Artıklarının Normallik Dağılımı	105
Şekil 54. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan LN(Ortalama Brüt Getiri) ile Artıklarının Saçılma Grafiği	105
Şekil 55. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Ortalama Brüt Getirinin Artık Değerlerinin Normallik Dağılımı	113
Şekil 56. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Ortalama Brüt Getiri ile Artıklarının Saçılma Grafiği	113

SEMBOLLER LİSTESİ

$g(\cdot)$: Link Fonksiyonu
Y	: Gözlem Rasgele Değişkeni
Y_i	: Y rasgele vektörünün i . elemanı
η	: Lineer Kestirici
θ	: Doğal Konum Parametresi
\emptyset	: Yayılım (dispersion) Parametresi
μ_i	: i . gözlemin ortalaması
σ_i^2	: i . gözlemin varyansı
$L(\cdot)$: Olabilirlik Fonksiyonu
$l(\cdot)$: Loglikelihood Fonksiyonu
β	: $p \times 1$ parametresinin olabilirlik tahmini
$\hat{\beta}$: β parametresinin olabilirlik tahmini
$D(\cdot)$: Sapma
π_i	: Başarı Olasılığı
$r_{i,p}$: Pearson Artığı
$r_{i,d}$: Sapma Artığı
Δy_i	: Risk Farkları
LR	: Olabilirlik Oran Testi
CV	: Değişim Katsayısı
$\text{Exp}(\beta)$: Odds Oranı
P_{tji}	: Hisse Fiyatı
ht_{ji}	: Bir Hissenin O Gündeki İşlem (Alım-Satım) Sayısı
P_{tjia}	: Açılış Fiyatı
P_{tjik}	: Kapanış Fiyatı
t	: Haftalık Hisse Zamanı
i	: Günlük Hisse Zamanı
j	: Günün İşlem Gören Hisse Sayısı
h	: İncelenen Periyottaki Toplam Hafta Sayısı
R_t	: Net Getiri
P_t	: t Zamandaki Hisse Fiyatı
P_{t-1}	: $t-1$ Zamandaki Hisse Fiyatı

p	: Anlamlılık Düzeyi
F	: Varyans Analizi Test İstatistiği
R²	: Belirleme Katsayısı
Z	: Standart Test İstatistiği
G	: Lojistik Regresyon Analizi Önem Testi İstatistiği

KISALTMALAR LİSTESİ

SE	: Standart Hata
SD	: Serbestlik Derecesi
R	: Uç Değerli Gözlemler
X	: Kaldıraçlı Gözlemler
bkz.	: Bakınız
H₀	: Sıfır Hipotezi
H₁	: Alternatif Hipotez
SS	: Kareler Toplamı
MS	: Kareler Ortalaması

1. GİRİŞ

Regresyon modelleri pek çok alanda veri analizi ve yapısal/ilişkisel modelleme çalışmalarında yaygın olarak kullanılan istatistik araçlardır. Klasik doğrusal regresyon modellerinde normal dağılım varsayımı önemlidir. Bağımlı değişkeninin sayma değerli (count value) kesikli bir değişken olduğu, açıklayıcı değişkenlerin kesikli değerli sayma, kategorik veya sıra gösteren ordinal kategorik değerler aldığı durumlarda doğrusal regresyon modeli temelindeki normallik varsayımı sağlanamamaktadır. Bir özel durum olarak da bağımlı değişkenin nominal iki veya çok değerli (binomiyel veya mültinomiyel) olduğu uygulamalar söz konusudur. Bu durumlarda bağımlı değişken sürekli değildir Bunun yanında bağımlı değişkenin sürekli olduğu ancak normal dağılım göstermediği durumlar da olabilir. Bu tür verilerin analizine imkân sağlayacak alternatif modelleme yaklaşımları klasik doğrusal modelleri de genelleştiren Genelleştirilmiş Lineer Modeller (GLM) kapsamında yer almaktadır.

Genelleştirilmiş Lineer Modeller (GLM) ilk olarak 1972 senesinde Nelder ve Wedderburn tarafından ortaya çıkarılmış olup istatistik alanında son otuz sene içerisinde ki en büyük gelişmelerden biri sayılmaktadır. Regresyon analizleri ve Genelleştirilmiş Lineer Modeller pek çok bilim alanında olduğu gibi, finans alanında da yaygın olarak kullanılmaktadır (Sonia, 2001; Beninga, 2008; Khuri, 2010; Franke et al., 2011; Ruppert, 2011).

Regresyon modellerinde model parametrelerinin tahmini, model parametreleri üzerindeki istatistiksel testler ve güven aralıkları, kısaca istatistik sonuç çıkarımı için yanıt değişkeninin normal dağılıma sahip olduğu varsayılmaktadır. Yanıt değişkeninin sayma (count) gibi kesikli değerli bir değişken olması durumu; başarısızlık sayısı, riskli durumların sayısı, belirli bir hastalığa yakalanan insanların sayısı veya deprem ve kasırgaları içeren doğal olayların oluşma sayısı gibi değerleri taşınması halinde normal dağılım varsayımı geçerliliğini yitirmektedir. Bu nedenle oluşan değişken varyans probleminde yönelik olarak model kestirim varyansının sabit kılınması için çoğu zaman yanıt değişkeni üzerinde dönüşüm (transformation) işlemleri yapılması gerekmektedir. Bilhassa log, karekök, üstel yanıt dönüşüm yöntemleri bunlara örnektir (Montgomery ve diğ. 2001). Fakat hangi dönüşüm

tekniklerinin kullanılacağı için de kesin bir metot bulunmamaktadır. Bu durumda en çok kullanılan tekniklerden birisi Cox-Box dönüşümüdür. Literatürde, yanıt dönüşümüyle ilgili birçok sorun öne sürülmüştür (Myers ve diğ. 2010). En çok karşılaşılan sorunsu normallik, sabit varyans ve basit model formu gibi özelliklerin tümünün tek bir dönüşümle elde edilememesidir.

Genelleştirilmiş Lineer Modeller, veri dönüşümü için güçlü bir yöntemdir (Lewis ve diğ. 2001). Myers ve Montgomery (1997) veri dönüşümü ve Genelleştirilmiş Lineer Modeller ile her bir düzeyde ortalama yanıt için kurulan güven aralıkların karşılaştırılması sonucu Genelleştirilmiş Lineer Modellerin veri dönüşümüne göre daha dar güven aralıklarına sahip olduklarını göstermişlerdir. Bazı durumlardaysa yanıt dönüşümüyle elde edilen modeller ile bulunan kestirim değerlerinin ters dönüşümünün, uygun olmayan gerçek yanıt değerleri verebileceğine dikkat çekmişlerdir.

Hamada ve Nelder (1997) araştırmalarında, kalite geliştirme deneylerinin analizinde Genelleştirilmiş Lineer Modellerin kullanımını ele almışlardır. Bilhassa modelin sistematik özelliğinde link fonksiyonu kullanılarak yanıt yerine ortalamanın dönüştürüldüğünü ve modelin hata bileşeni için seçilecek uygun bir dağılıma izin verildiğini ifade etmişlerdir. Dağılımın normal dağılımı da içeren geniş bir dağılım sınıfından seçilebildiği ve bu şekilde analizin Genelleştirilmiş Lineer Modeller sayesinde yapılabildiği vurgulanmıştır.

Bu tezde, İstanbul Borsası'nın BIST-100 A türü hisse senetleri getirilerine dair veriler üzerinde doğrusal regresyon ve GLM kapsamındaki lojistik regresyon modellemesi ile hisse senedi getirileri için ilişkiyel bir model analizi ortaya konulmaktadır. Bu amaçla, ilk bölümde Genelleştirilmiş Lineer Modellerle genel bakış ve bu modellerin analitik içeriği kısa ve özlü bir biçimde ortaya konulmuştur.

İkinci bölümde Genelleştirilmiş Lineer Modellerin yapısı yeterli ayrıntı içinde anlatılmış, parametre kestirimi için farklı yöntemlere dair bilgiler verilmiştir. Ayrıca model yeterliliğinin kontrolü için kullanılan yöntemler, hipotez testleri ve güven aralıkları hakkında bilgiler de özetlenmiştir.

Üçüncü bölümde, çok kullanılan, yanıtın dağılımına göre değişiklik gösteren bazı özel Genelleştirilmiş Lineer Modellerden bahsedilmiş ve bunlara dair parametre kestirimleri ve sonuç çıkarımları özetlenmiştir.

Dördüncü bölümde, BIST 100–A hisse senetlerinin 07.01.2005-28.12.2012 günlük piyasa fiyatları verileri ele alınmış ve piyasa fiyatlarından hesaplanan haftalık periyot da getiri (return) değerleri kullanılarak doğrusal regresyon ile lojistik regresyon modelleri çözümlenmeleri yapılmış ve modellerin değerlendirmeleri sunulmuştur.

2. GENELLEŞTİRİLMİŞ LİNEER MODELLER

Genelleştirilmiş Lineer Modeller genel lineer modellerin genelleştirilmiş halidir ve normal dağılım gösteren veriler için lineer regresyon ve varyans analiz modelleri, binom ve oranlar şeklindeki veriler için logit ve probit modelleri ve Poisson veya ki-kare dağılımı gösteren sayılar için log-lineer modellerini kapsamına almaktadır (McCullagh ve Nelder, 1989). Bu modeller parametre tahminlerini hesaplamak için ortak bir yöntem kullanılmaktadır.

Nelder ve Wedderburn (1972)'a göre Genelleştirilmiş Lineer Modeller, parametrik modellemede üssel dağılım ailesi olarak isimlendirilmekte olup, bir yanıt dağılımı olarak seçimine izin veren doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon modellerinin bir birleşimidir. Normal, Log-Normal, Binom, Poisson, Üstel, Gamma, Ters Normal ve Negatif Binom dağılımlarının hepsi üssel ailenin üyeleridir. Genelleştirilmiş Lineer Modeller ile normallik ve sabit varyans varsayımı gerekmemektedir. Ama tüm üssel aile üyelerinde varyans ortalamanın bir fonksiyonudur. Bir Genelleştirilmiş Lineer Model üç tane bileşenden meydana gelmektedir. Bu bileşenler; yanıtın dağılımı, link fonksiyonu ve lineer kestiricidir.

Yanıt değişkeninin dağılımı, üssel aileye üye olan bir olasılık dağılımıdır. Link (bağlantı) fonksiyonu, i . gözlemin ortalaması ve lineer kestiricisi arasında bir ilişki tanımlayan $g(\cdot)$ fonksiyonudur. Yani, $\eta_i = g(\mu) = x\beta$ dır. Buradan, $E(Y_i) = \mu_i = g^{-1}(\eta_i) = g^{-1}(x\beta)$ dır. $g(\cdot)$ şeklinde tanımlanan link fonksiyonu monoton ve diferansiyellenebilir olmalıdır. Kanonik ve kanonik olmayan link olmak üzere iki çeşit link fonksiyonu mevcuttur. Lineer kestirici. x_1, x_2, \dots, x_p açıklayıcı değişkenler ve β parametresi için η lineer kestirici $\eta = \sum_{j=1}^p x_j \beta_j$ olarak tanımlanır. Bunun yanında bu yapı, açıklayıcı değişkenlerin farklı ilişkilerini içeren genel bir lineer modelden de oluşturulabilir.

2.1. Üssel Dağılım Ailesi

Üssel ailenin her bir üyesinin genel formu,

$$f(y; \theta, \Phi) = \exp \left\{ \frac{y\theta - b(\theta)}{a(\Phi)} + c(y, \Phi) \right\} \quad (2.1)$$

şeklindedir. (2.1) ifadesinde $a(\cdot)$, $b(\cdot)$ ve $c(\cdot)$ belirli fonksiyonlardır. θ parametresi doğal konum parametresidir, Φ ise yayılım (dispersion) veya ölçek (scale) parametresidir. Üssel ailenin üyesi olan dağılımlar; Normal, Binom, Poisson, Geometrik, Negatif binom, Üstel, Gamma ve Ters normal dağılımlarıdır. Bu dağılımlardan, Normal, Binom ve Poisson dağılımı, (2.1) de gösterilen üssel dağılım ailesi formunda aşağıdaki gibi verilebilir.

μ ve σ parametrelili normal dağılıma sahip Y rastgele değişkeni için olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f(y; \mu, \sigma^2) = \exp \left\{ \frac{-[y-\mu]^2}{2\sigma^2} \right\} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} = \exp \left\{ \frac{\left(\frac{y\mu - \mu^2}{2} \right)}{\sigma^2 - \frac{1}{2} \left[\frac{y^2}{\sigma^2 + \ln(2\pi\sigma^2)} \right]} \right\} \quad (2.2)$$

dir. (2.2) fonksiyonunda, $\theta = \mu$, $b(\theta) = \mu^2/2$, $a(\Phi) = \Phi$, ($\Phi = \sigma^2$) ve $c(y, \Phi) = -\frac{1}{2} [y^2/\sigma^2 + \ln(2\pi\sigma^2)]$ dir. Kısaca konum parametresi μ ve doğal ölçek parametresi σ^2 dir.

Poisson dağılımının olasılık fonksiyonu,

$$f(y, \pi) = \exp[y \ln \mu - \mu - \ln(y!)] \quad (2.4)$$

dir. (2.4) fonksiyonunda $\theta = \ln \mu$, $a(\Phi) = 1$, $b(\theta) = e^\theta$ ve $c(y, \Phi) = -\ln(y!)$ dir.

Binom dağılımının olasılık fonksiyonu,

$$f(y, \pi) = \exp \left\{ \ln \left[\frac{\pi}{1-\pi} \right] + n \ln(1 - \pi) + \ln \binom{n}{y} \right\} \quad (2.3)$$

dir. (2.3) fonksiyonunda $\theta = \ln \left[\frac{\pi}{1-\pi} \right]$, $b(\theta) = n \ln(1 + \exp(\theta))$, $a(\Phi) = 1$ ve $c(y) = \ln \binom{n}{y}$ dir.

Gamma, geometrik, negatif binom, üstel ve ters normal dağılımları için Üssel ailenin diğer dağılımlarıdır (Olsson, 2002).

2.2. Genelleştirilmiş Lineer Modellerin Yapısı

Genelleştirilmiş Lineer Modellerin bileşenleri olan, yanıt dağılımı, link fonksiyonu ve lineer kestirici hakkında ayrıntılar aşağıda verilmektedir.

- y_1, y_2, \dots, y_n , sırasıyla $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ ortalamalarına sahip bağımsız yanıt gözlemleridir.
- y_i gözlemleri üssel aile üyesi olan bir dağılıma sahiptir.
- Modelin lineer kestiricisi x_1, x_2, \dots, x_k açıklayıcı değişkenlerini içermektedir.
- Model $\eta = \mathbf{x}\boldsymbol{\beta} = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i$ etrafında inşa edilmektedir.
- Model ortalamaları, bir link fonksiyonu aracılığı ile ifade etmektedir.

$$\eta = g(\mu_i) \quad i=1,2,\dots,n \quad (2.5)$$

şeklinde tanımlanan link fonksiyonu, ortalama ve lineer kestirici arasında bağlayıcı fonksiyonundan geliştirilmiştir. Beklenen yanıt $E(y_i) = g^{-1}(\eta_i) = g^{-1}(\mathbf{x}\boldsymbol{\beta})$ dir. Çoklu lineer regresyonda,

$$\mu_i = \eta_i = \mathbf{x}\boldsymbol{\beta} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

modeli özel bir durumu göstermektedir. Yani $g(\mu_i) = \mu_i$ dir. Böylece birim link fonksiyonu kullanılmaktadır.

- Link fonksiyonu diferansiyellenebilen monoton bir fonksiyondur.
- $\sigma_i^2 (i = 1, 2, \dots, n)$ varyansı, ortalamasının bir fonksiyonudur.

İki tip link fonksiyonu vardır. Bunlar kanonik ve kanonik olmayan link fonksiyonlarıdır. Eğer $\eta_i = \theta_i$ olacak şekilde seçilir ise, bu durumda η_i ye kanonik

link denir. Tablo 1’de bazı dağılımların kanonik link fonksiyonları ile birlikte modeller gösterilmiştir.

Tablo 1. Üssel Ailenin Bazı Dağılımları için Kanonik Link Fonksiyonları ve Elde Edilen Modeller

Dağılım	Konum Parametresi	Link Fonksiyonu	Model
Normal	$\theta_i = \mu_i$	$\mu_i = x'_i \beta$ (birim link)	$\mu = x' \beta$
Binom	$\theta_i = \ln \left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i} \right)$	$\ln \left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i} \right)$ (logit link)	$\pi = \frac{\exp\{x\beta\}}{1 + \exp\{x\beta\}}$
Possion	$\theta_i = \ln(\mu_i)$	$\ln(\mu_i) = x'_i \beta_i$	$\mu = \exp(x' \beta)$
Gamma ve Üstel	$\theta_i = \frac{1}{\mu_i}$	$(\mu_i) = x'_i \beta_i$ (ters link)	$\mu = \frac{1}{x' \beta}$

Genelleştirilmiş Lineer Modeller için diğer link fonksiyonları;

- Probit link $\eta = \Phi^{-1}[E(Y_i)]$ dir. Burada, Φ kümülatif standart normal dağılımı göstermektedir.
- Tamamlayıcı (complimentary) log-log link, $\eta_i = \ln\{\ln[1 - \mu_i]\}$
- Güçlü aile linki,

$$\eta_i = \begin{cases} \mu_i^2, & \lambda \neq 0 \\ \ln[\mu_i], & \lambda = 0 \end{cases} \quad (2.7)$$

dir. Genelleştirilmiş Lineer Modellerde link fonksiyonu yanıtın doğal dağılımını üstlenmektedir. Probit ve tamamlayıcı log-log link fonksiyonları yalnızca Binom ve Bernoulli dağılımlarıyla birlikte kullanılmaktadır. Bilhassa link fonksiyonun yanlış seçimi, yapılan analiz sebebiyle elde edilen sonuçların iyi olmamasına yol açabilmektedir. Fakat genel olarak, link fonksiyonun saptanması için (2.7) ile verilen güçlü aile link fonksiyonları kullanılmaktadır. Güçlü aile link, yanıtın normallik varsayımlarını gerçeklememesiyle yapılan Box–Cox dönüşümüyle aynıdır. Dönüşüm yanıt üzerinde değil ortalama üzerinde yapılmaktadır (Montgomery ve diğ. 2001).

2.3. Genelleştirilmiş Lineer Modeller İçin En Çok Olabilirlik Parametre Tahmini

Genelleştirilmiş Lineer Modellerde parametre kestirimleri en çok olabilirlik yöntemiyle yapılmaktadır. Parametre kestirimlerinin en çok olabilirlik kestiricileri Newton-Raphson metodu yöntemi ve Fisher-Scoring algoritması kullanılarak hesaplanmaktadır. Burada Genelleştirilmiş Lineer Modellerde parametre kestirim metodlarında kullanılacak olan olabilirlik denklemlerinden en çok olabilirlik kestiricisi ele alınmaktadır.

Üssel ailenin genel formu $f(y, \theta, \phi)$ 'dir. Buna göre rasgele değişkenin gözlemlenen bir değeri için olabilirlik fonksiyonu;

$$L(\theta, \phi, Y) = \prod_{i=1}^n f(y_i, \theta, \phi) \quad (2.8)$$

şeklinde tanımlanmaktadır. (2.8) denkleminde L olabilirlik fonksiyonu θ ve ϕ parametresinin bir fonksiyonudur. Olabilirlik fonksiyonu Y rasgele değişkeninin sonuçlarıyla tespit edildiğinden $L(\theta, \phi, Y)$ bir rasgele değişkendir. $L(\theta, \phi, Y)$ fonksiyonunun logaritması,

$$l(\theta, \phi, Y) = \log L(\theta, \phi, Y) \quad (2.9)$$

şeklinde gösterildiğinde, olabilirlik fonksiyonu üzerindeki düzgünlük koşulları altında,

$$1) \ E \left[\frac{\partial l(\theta, \phi, Y)}{\partial \theta} \right] = 0 \quad (2.10)$$

dır. Çünkü L olabilirlik fonksiyonu olasılık (yoğunluk) fonksiyonu olması sebebiyle,

$$\begin{aligned} E \left[\frac{\partial l(\theta, \phi, Y)}{\partial \theta} \right] &= \int_{R_x} \int_{R_x} \frac{\partial l}{\partial \theta} L dx_1 dx_2 \dots dx_n = \int \dots \int \frac{L'}{L} L dx_1 dx_2 \dots dx_n = \\ &= \int \dots \int \frac{\partial}{\partial \theta} L dx_1 dx_2 \dots dx_n = \frac{\partial}{\partial \theta} \int \dots \int L dx_1 dx_2 \dots dx_n = \frac{\partial}{\partial \theta} (1) = 0 \end{aligned}$$

elde edilmektedir. Bunun yanında,

$$2) E \left[\frac{\partial^2 l(\theta, \emptyset, Y)}{\partial \theta^2} \right] + E \left\{ \left[\frac{\partial l(\theta, \emptyset, Y)}{\partial \theta} \right]^2 \right\} = 0 \quad (2.11)$$

dır. Çünkü $\int \dots \int L dx_1 dx_2 \dots dx_n = 1$ koşulu altında her iki taraf θ parametresine göre türetilir ise, integral sınırları θ parametresine bağlı olmadığından;

$$\int \dots \int \frac{\partial L}{\partial \theta} dx_1 dx_2 \dots dx_n = 0 \quad (2.12)$$

$$\int \dots \int \left(\frac{\partial l}{\partial \theta} \right) L dx_1 dx_2 \dots dx_n = 0 \quad (2.13)$$

bulunmaktadır. (2.13) eşitliği θ parametresine göre türetilir ise;

$$\int \dots \int \left(\frac{\partial l}{\partial \theta} \frac{\partial L}{\partial \theta} + \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} L dx_1 dx_2 \dots dx_n \right) = 0$$

ve

$$\frac{\partial l}{\partial \theta} = \frac{L'}{L} L$$

olduğundan

$$E \left[\frac{\partial^2 l(\theta, \emptyset, Y)}{\partial \theta^2} \right] + \left\{ \left[\frac{\partial l(\theta, \emptyset, Y)}{\partial \theta} \right] \right\}^2 = 0 \quad (2.14)$$

elde edilmektedir. (2.1) olasılık fonksiyonu kullanılarak, tek bir gözlem alınması durumunda,

$$l(\theta, \emptyset, Y) = \frac{\theta Y - b(\theta)}{a(\emptyset)} + c(Y, \emptyset) \quad (2.15)$$

eşitliği bulunmaktadır. (2.15) eşitliğin her iki yanının iki kez türevi alınır ise;

$$\frac{\partial l(\theta, \emptyset, Y)}{\partial \theta} = \frac{Y - b'(\theta)}{a(\emptyset)} \quad (2.16)$$

$$\frac{\partial^2 l(\theta, \phi, Y)}{\partial \theta^2} = -\frac{b''(\theta)}{a(\phi)}$$

eşitlikleri elde edilmektedir. (2.16) denklemlerinde $b'(\theta)$ ve $b''(\theta)$, sırasıyla $b(\theta)$ fonksiyonunun birinci ve ikinci dereceden türevini göstermektedir. (2.10) ve (2.16) denklemleri kullanılarak,

$$E(Y) = \mu = b'(\theta) \quad (2.17)$$

Oluşturulmaktadır. Ayrıca (2.14), (2.16) ve (2.17) eşitlikleri kullanılarak,

$$-\frac{b''(\theta)}{a(\phi)} + \frac{\text{var}(Y)}{a^2(\phi)} = 0 \quad (2.18)$$

elde edilmektedir. (2.18) denklemden $\text{var}(Y)$,

$$\text{var}(Y) = a(\phi)b''(\theta) \quad (2.19)$$

eşitliği oluşturulmaktadır. (2.17) ve (2.19) denklemleri incelendiğinde, $b(\cdot)$ fonksiyonu Y rasgele değişkeninin momentlerini oluşturmaktadır. Örneğin, Normal dağılım için $E(Y) = \mu$ ve $\text{var}(Y) = \sigma^2$ dir. Bunun yanında, (2.3) de verilen Binom dağılımı için $E(Y) = n\pi$ ve $\text{var}(Y) = n\pi(1 - \pi)$ ve (2.4) de verilen Poisson dağılımı için $E(Y) = \mu$, $\text{var}(Y) = \mu$ dir. Buradan Genelleştirilmiş Lineer Modellerde, varyansın ortalamanın bir fonksiyonu olduğu görülmektedir (McCullagh ve Nelder, 1989: 28).

Yanıt değişkeninin i . gözlemi ($i = 1, \dots, N$) $\eta_i = x\beta = \sum_{j=1}^p x_{ij}\beta_j$ lineer kestiriciye sahip olsun. Matris formunda, yanıt değişkeni,

$$\eta = \begin{pmatrix} \eta_1 \\ \vdots \\ \eta_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x'_1\beta \\ \vdots \\ x'_N\beta \end{pmatrix} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \quad (2.20)$$

olur. Lineer kestiriciler $E(Y) = \mu$ ile monoton ve diferansiyellenebilir olan $g(\cdot)$ link fonksiyonu ile bağlantılı olsun. Yani, $g(\mu_i) = \eta_i$, ($i = 1, \dots, N$) ya da matris formunda,

$$g(\mu) = \begin{pmatrix} g(\mu_1) \\ \vdots \\ g(\mu_N) \end{pmatrix} = \eta \quad (2.21)$$

şeklinde olduğunda, $g(\mu_i) = x\beta$ ve $E(Y_i) = \mu_i = b'(\theta_i)$ olduğundan θ_i parametreleri β parametrelerine bağlı, yani $\theta_i = \theta_i(\beta)$ şeklindedir. Yalnızca β parametrelerinin tahmini incelendiği için,

$$l = l(\theta, \phi, ; y) = \sum_{i=1}^N l_i = \sum_{i=1}^N \left\{ \frac{(y_i \theta_i - b(\theta_i))}{a(\phi)} + c(y_i; \phi) \right\}$$

loglikelihood fonksiyonu β parametresinin bir fonksiyonu olarak yazılabilir. Bunun yanında,

$$l(\beta) = \sum_{i=1}^N l_i(\beta) \quad (2.22)$$

eşitliği kullanarak β parametresinin en çok olabilirlik tahminleri

$$\frac{\partial l_i(\beta)}{\partial \beta_j} = 0 \quad j = 1, 2, \dots, p$$

denklemleri çözülerek elde edilmektedir. Zincir kuralına göre,

$$\frac{\partial l_i(\beta)}{\partial \beta_j} = \frac{\partial l_i}{\partial \theta_i} \frac{\partial \theta_i}{\partial \mu_i} \frac{\partial \mu_i}{\partial \eta_i} \frac{\partial \eta_i}{\partial \beta_j} \quad (2.23)$$

Bu biçimde yazılmaktadır (2.23) eşitliğindeki kısmi türevler,

$$\frac{\partial l_i}{\partial \theta_i} = \frac{Y_i - b'(\theta_i)}{a(\phi)} = \frac{Y_i - \mu_i}{a(\phi)} \quad (2.24)$$

$\mu_i = b'(\theta_i)$ olduğundan,

$$\frac{\partial \theta_i}{\partial \mu_i} = \left(\frac{\partial \mu_i}{\partial \theta_i} \right)^{-1} = \frac{1}{b''(\theta_i)} = \frac{a(\phi)}{\text{var}(Y_i)} \quad (2.25)$$

$$\frac{\partial \eta_i}{\partial \beta_j} = \frac{\partial \sum_{k=1}^p x_{ik} \beta_k}{\partial \beta_j} = x_{ij} \quad (2.26)$$

şeklindedir. $\eta_i = g(\mu_i)$ olduğundan dolayı $\frac{\partial \mu_i}{\partial \eta_i}$ türevi, $g(\cdot)$ link fonksiyonu ya da $g^{-1}(\cdot)$ ters link fonksiyonuna bağlıdır. Bu sebeple link fonksiyonu oluşturulmadan bu türev tanımlanamamaktadır. Kısacası,

$$\frac{\partial l_i}{\partial \beta_j} = \frac{(Y_i - \mu_i)}{\text{var}(Y_i)} \frac{\partial \mu_i}{\partial \eta_i} \quad j = 1, 2, \dots, p, \quad (\text{var}(Y_i) = a(\phi) b''(\theta_i)) \quad (2.27)$$

oluşturulmaktadır. (2.27) eşitliğiyle verilen olabilirlik denklemi

$$\sum_{i=1}^N \frac{(Y_i - \mu_i) x_{ij}}{\text{var}(Y_i)} \frac{\partial \mu_i}{\partial \eta_i} \quad j = 1, 2, \dots, p \quad (2.28)$$

biçiminde sifıra eşitlenerek, parametrelerinin tahminleri elde edilmektedir. Loglikelihood fonksiyonu β parametresine göre lineer değildir. Bu durumda (2.28) denkleminin çözümü için iteratif metotlar gereklidir. β parametresinin bileşenlerine göre ikinci dereceden türev, (2.28) denklemi ve (2.14) eşitliği kullanılarak;

$$\begin{aligned} E \left(\frac{\partial^2 l_i}{\partial \beta_j \partial \beta_h} \right) &= -E \left(\frac{\partial l_i}{\partial \beta_j} \right) \left(\frac{\partial l_i}{\partial \beta_h} \right) = -E \left[\frac{(y_i - \mu_i)(y_i - \mu_i) x_{ij} x_{ih}}{(\text{var}(Y_i))^2} \left(\frac{\partial \mu_i}{\partial \eta_i} \right)^2 \right] \\ &= -\frac{x_{ij} x_{ih}}{\text{var}(Y_i)} \left(\frac{\partial \mu_i}{\partial \eta_i} \right)^2 \end{aligned} \quad (2.29)$$

elde edilmektedir. Bu bağlamda,

$$E \left(-\frac{\partial^2 l(\beta)}{\partial \beta_j \partial \beta_h} \right) = \sum_{i=1}^N \frac{x_{ij} x_{ih}}{\text{var}(Y_i)} \left(\frac{\partial \mu_i}{\partial \eta_i} \right)^2 \quad (2.30)$$

şeklindedir. Bunun yanında $\mathbf{W} = \text{diag}(w_1, \dots, w_N)$ ve $w_i = \frac{(\frac{\partial \mu_i}{\partial \eta_i})^2}{\text{var}(Y_i)}$ olmak üzere, tüm kombinasyonları için Fisher bilgi matrisi,

$$I(\boldsymbol{\beta}) = E\left(-\frac{\partial^2 l(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta} \partial \boldsymbol{\beta}'}\right) = \mathbf{X}'\mathbf{W}\mathbf{X} \quad (2.31)$$

şeklindedir (Jong ve Heller, 2008).

2.4. Ortalama Yanıtın Tahmini

İteratif işlemlerin sonucu olarak $\boldsymbol{\beta}$ parametresinin en çok olabilirlik tahmini $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ elde edilmesi durumunda, $\eta(\mathbf{x}_i)$ lineer kestiricisinin bir tahmini,

$$\hat{\eta}(\mathbf{x}_i)\boldsymbol{\beta} = \hat{\mathbf{x}}_i' \quad (2.41)$$

olup, (2.41) ifadesi ile birlikte, $\mu(\mathbf{x})\boldsymbol{\beta} = g^{-1}(\eta_i) = g^{-1}(\mathbf{x}_i')$ biçiminde tanımlanan \mathbf{X} noktasındaki ortalama yanıtın bir tahmini olarak

$$\hat{\boldsymbol{\mu}}(\mathbf{X})\boldsymbol{\beta} = g^{-1}(\hat{\mathbf{X}}_i') \quad (2.42)$$

oluşturulmaktadır. Diğer taraftan, Fisher bilgi matrisi kullanılarak $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ parametresinin en çok olabilirlik tahmini asimtotik olarak belirtilebilir. Bilgi matrisi (2.31) eşitliğinde gösterildiği gibi,

$$I(\boldsymbol{\beta}) = -E[H_l(\boldsymbol{\beta})] = E\left(\frac{\partial^2 l}{\partial \boldsymbol{\beta} \partial \boldsymbol{\beta}'}\right) = \mathbf{X}'\mathbf{W}\mathbf{X} \quad (2.43)$$

biçimindedir. (2.43) eşitliğinde $E[H_l(\boldsymbol{\beta})]$ Hessian matrisinin beklenen değeridir. $n \rightarrow \infty$ iken $\boldsymbol{\beta}$ parametresinin en çok olabilirlik tahmin edicisinin asimtotik olarak normal dağılımlı olduğu ve ortalamasının $\boldsymbol{\beta}$, varyans-kovaryans matrisinin $[I(\boldsymbol{\beta})]^{-1}$ olduğu bilinmektedir (Khuri, 2010). Bu durum,

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} \approx AN[\boldsymbol{\beta}, (\mathbf{X}'\mathbf{W}\mathbf{X})^{-1}] \quad (2.44)$$

biçiminde gösterilebilir (McCulloch ve Searle, 2008). (2.44) ifadesinde AN asimtotik normallik anlamına gelmektedir. Bu bağlamda verilen örneğin büyüklüğü için $\hat{\beta}$ tahminin varyans-kovaryans matrisi yaklaşık olarak,

$$Var(\hat{\beta}) \approx (\mathbf{X}'\mathbf{W}\mathbf{X})^{-1} \quad (2.45)$$

biçimindedir. $\hat{\eta}(\mathbf{x})\beta = \widehat{\mathbf{X}}_i'$ eşitliği ve (2.45) ifadesi kullanılarak $\hat{\eta}(\mathbf{x})$ in varyansıya yaklaşık olarak

$$Var[\hat{\eta}(\mathbf{x})] \approx \mathbf{x}'(\mathbf{X}'\mathbf{W}\mathbf{X})^{-1} \quad (2.46)$$

biçimindedir. (2.42) denkleminde $\hat{\mu}(\mathbf{x})$ in varyansının yaklaşık ifadesini bulmak için fonksiyonunun $\eta(\mathbf{x})$ civarında birinci dereceden Taylor serisi açılımı,

$$g^{-1}[\hat{\eta}(\mathbf{x})] \approx g^{-1}[\eta(\mathbf{x})] + [\hat{\eta}(\mathbf{x}) - \eta(\mathbf{x})][g^{-1}(\eta(\mathbf{x}))]' \quad (2.47)$$

dir. (2.47) seri açılımında $[g^{-1}(\eta(\mathbf{x}))]'$, $g^{-1}(\cdot)$ nin η ya göre türevidir. (2.42), (2.46) ve (2.47) denklemleri kullanılarak,

$$Var[\hat{\mu}(\mathbf{x})] \approx \{h'[\eta(\mathbf{x})]\}^2 Var[\hat{\eta}(\mathbf{x})] = \{h'[\eta(\mathbf{x})]\}^2 \mathbf{x}'(\mathbf{X}^{-1}\mathbf{W}\mathbf{X})^{-1}\mathbf{x} \quad (2.48)$$

elde edilmektedir. (2.48) denkleminde $h(\cdot)$ fonksiyonu $g^{-1}(\cdot)$ fonksiyonunu temsil etmektedir. $\hat{\mu}(\mathbf{x})$ ortalamasının varyansı, \mathbf{x} noktasındaki tahmin edilmiş varyans olarak isimlendirilmektedir ve (2.48) denkleminin sağ tarafı bu varyans için yaklaşık bir değer sağlamaktadır.

2.5. Uyum İyiliği

Model uydurumu oluşturulurken, oluşturulan değerlerin gerçek gözlemler ile karşılaştırılması gerekmektedir. Eğer oluşturulan ve gözlenen değerler arasında istatistik öneme sahip uyum varsa model yeterli olabilmektedir. Aksi durumda, model yeniden kontrol edilmelidir. Uyum iyiliğinin varlığı model yeterliliğinin incelenmesi ile belirlenmektedir (Lewis, 1998). İki önemli uyum iyiliği istatistikleri

sapma ve Pearson istatistiğidir. Sapma değeri; indirgenmiş ve tam modellerin olabilirlik fonksiyonlarının farkı olarak ifade edilmektedir. Pearson istatistiğiye gözlemlenen ve uydurulan değerlerin farkı ile ilişkilidir. Her iki istatistiğinde ilgili serbestlik dereceleri ile birlikte X^2 dağılımına sahip olduğu varsayılmaktadır. Büyük bir sapma ya da Pearson X^2 değeri kötü uyumun bir belirtisidir.

2.5.1. Sapma (Deviance)

İlgilenilen bütün terimlerin bulunduğu model tam model olarak isimlendirilmektedir. İndirgenmiş modelse, modellemeyi en iyi yapabileceği düşünülen terimleri içeren modeldir. Buradaki amaç en basit modeli bularak en küçük sapma değerine ulaşmaktır. $L_{max}(\emptyset, Y)$ tam modelin olabilirlik fonksiyonunun maksimumunu gösterdiğini belirttiğimizde $L(\emptyset, \hat{\beta})$ ise verilen q parametrelili ($q < n$) bir model için β parametrelerine göre maksimum olmuş indirgenmiş modelin olabilirlik fonksiyonunu gösterdiğinde, $\hat{\beta}$, β parametresinin en çok olabilirlik tahminini göstermektedir. Verilen bir Y vektörü $L_{max}(\emptyset, Y) > L(\emptyset, \hat{\beta})$ için olmak üzere,

$$\nabla = \frac{L(\emptyset, \hat{\beta})}{L_{max}(\emptyset, Y)}$$

değeri, verilen model için iyi uyumun ölçümünü sağlamaktadır. Alternatif olarak,

$$-\log \nabla = 2[\log L_{max}(\emptyset, Y) - \log L(\emptyset, \hat{\beta})] \quad (2.49)$$

değeri, varsayılan modelin iyi uyumunun ölçüsü olarak belirtilebilir. Böylece, büyük bir $-2\log \nabla$ değeri kötü uyumun belirtisi olarak oluşturulmaktadır. θ kanonik parametresinin tam model için tahmini $\tilde{\theta}$ ve indirgenmiş model için tahmini $\hat{\theta}$ ile gösterilmesi durumunda, (2.49) ve $l(\theta, \emptyset, Y) = \sum_{i=1}^n \frac{\theta_i Y_i - b(\theta_i)}{a(\emptyset)} + c(Y_i, \emptyset)$ kullanılarak,

$$-\log \nabla = 2 \sum_{i=1}^n \frac{(\tilde{\theta}_i - \hat{\theta}_i) Y_i - b(\tilde{\theta}_i) + b(\hat{\theta}_i)}{a(\emptyset)} = \frac{D(\hat{\beta}, Y)}{a(\emptyset)} \quad (2.50)$$

elde edilmektedir. (2.50) eşitliğinde,

$$D(\hat{\beta}, Y) = [2 \sum_{i=1}^n (\tilde{\theta}_i - \hat{\theta}_i) Y_i - b(\tilde{\theta}_i) + b(\hat{\theta}_i)] \quad (2.51)$$

ifadesi indirgenmiş modelin sapması olarak isimlendirilmektedir. $a(\emptyset) = \emptyset$ olduğunda (2.49) eşitliği;

$$D^*(\hat{\beta}, Y) = \frac{D(\hat{\beta}, Y)}{\emptyset} = -2 \log \nabla \quad (2.52)$$

halini almaktadır. (2.52) ifadesineyse ölçeklenmiş sapma adı verilmektedir. Ölçeklenmiş sapma D^* değerinin küçük olması iyi uyum için gereklidir. $D^* = -2 \log \nabla$ büyük n değerleri için ($n \rightarrow \infty$) asimtotik olarak X_{n-q}^2 dağılımlı olduğu bilinmektedir. Burada q , lineer kestirici $\eta(x)$ deki parametrelerin sayısıdır.

Diğer taraftan X_{n-q}^2 dağılımının beklenen değeri $n - q$ olduğundan $\frac{D^*}{n-q}$ ifadesinin 1 den daha büyük değeri varsayılan model için kötü uyumu belirtmektedir. Varsayıma bağlı olarak asimtotik yaklaşım ki-kare dağılım ile birlikte küçük örnekler için de geçerlidir (Khuri, 2010). Sapma ifadesi ile ilgili örnekler daha öncede ifade edilen Normal, Poisson ve Binom dağılımları için aşağıdaki şekilde belirtilmektedir.

a. Normal Dağılım

Y_1, Y_2, \dots, Y_n rasgele değişkenleri bağımsız ve $Y_i \sim N(\mu_i, \sigma^2)$, ($i = 1, 2, \dots, n$) olmak üzere verilen bir $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)'$ yanıt vektörü için loglikelihood fonksiyonu ele alınsın. Y rasgele vektörünün gerçekleşen bir y değeri için loglikelihood fonksiyonu,

$$-\frac{n}{2} \log(2\pi\sigma^2) - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n (y_i - \mu_i)^2 \quad (2.53)$$

biçiminde tanımlanmaktadır. (2.52) fonksiyonunda yayılım parametresi $\emptyset = \sigma^2$ dir. Tam model için μ_i, y_i tarafından tahmin edilmektedir. Bu bağlamda,

$$\log L_{max}(\sigma^2, Y) = -\frac{n}{2} \log(2\pi\sigma^2)$$

biçimindedir. Verilen bir q parametrelili ($q < n$) model için μ_i en çok olabilirlik tahmini olanla tahmin edilmiştir. (2.53) deki μ_i yerine $\hat{\mu}_i$ yazılırsa;

$$-\frac{n}{2} \log(2\pi\sigma^2) - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\mu}_i)^2$$

oluşturulmaktadır. (2.49) ifadesinden yararlanılırsa

$$-\log \nabla = \frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\mu}_i)^2$$

elde edilmektedir. Bu bağlamda sapma değeri, $D = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\mu}_i)^2$ dir ve ölçeklenmiş sapma ise $D^* = \frac{D}{\sigma^2}$ dir. Burada D , lineer regresyon analizindeki artık kareler toplamına karşılık gelmektedir.

b. Poisson Dağılımı

Y_i rasgele değişkenleri bağımsız ve μ_i parametrelili Poisson dağılımına sahip olmak üzere $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)'$ veri vektörü için loglikelihood fonksiyonu,

$$\sum_{i=1}^n (Y_i \log \mu_i - \mu_i - \log(\mu_i!))$$

dir. Yayılım parametresi burada $\emptyset = 1$ dir. Tam model ve Y rasgele vektörünün gerçekleşen bir y değeri için, μ_i parametresi y_i değerleriyle tahmin edilmektedir. Ancak indirgenmiş model için μ_i , en çok olabilirlik tahmini olan $\hat{\mu}_i$ ile tahmin edilmektedir. Bu bağlamda, sapma ve ölçeklenmiş sapma;

$$-\log \nabla = 2 \sum_{i=1}^n \left[y_i \log \left(\frac{y_i}{\hat{\mu}_i} \right) - (y_i - \hat{\mu}_i) \right]$$

ifadesine eşittir.

c. Binom Dağılımı

Y_i rasgele değişkenleri bağımsız ve n_i, π_i , parametrelili Binom dağılımına sahip olmak üzere $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_3)^2$ veri vektörü olarak ele alındığında, Y rasgele vektörünün gerçekleşen bir y değeri için loglikelihood fonksiyonu;

$$\sum_{i=1}^n \left[y_i \log \left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i} \right) + n_i \log(1 - \pi_i) + \log \binom{n_i}{y_i} \right]$$

biçiminde oluşturulmaktadır. Burada, yayılım parametresi $\emptyset = 1$ dir. Tam model için Y_i rasgele değişkeninin ortalaması yani $\mu_i = n_i \pi_i$, y_i tarafından tahmin edilmektedir. Burada, y_i ($i = 1, 2, \dots, n$), y vektörünün i . elemanıdır. Bu bağlamda $\pi_i, \frac{y_i}{n_i}$ ile tahmin edilmektedir. Sonuç olarak,

$$\log L_{max}(\emptyset, y) = \sum_{i=1}^n \left[y_i \log \left(\frac{y_i}{n_i - y_i} \right) + n_i \log \left(1 - \frac{y_i}{n_i} \right) + \log \binom{n_i}{y_i} \right]$$

olmaktadır. İndirgenmiş model için π_i, μ_i ($i = 1, 2, \dots, n$) ortalamasının en çok olabilirlik tahmini $\hat{\mu}_i$ olmak üzere $\frac{\hat{\mu}_i}{n_i}$ ile tahmin edilir. Bu bağlamda,

$$\log L_{max}(\emptyset, \hat{\beta}) = \sum_{i=1}^n \left[y_i \log \left(\frac{\hat{\mu}_i}{n_i - \hat{\mu}_i} \right) + n_i \log \left(1 - \frac{\hat{\mu}_i}{n_i} \right) + \log \binom{n_i}{y_i} \right]$$

biçiminde oluşmaktadır. Sonuçta;

$$-2 \log \nabla = 2 \sum_{i=1}^n \left\{ y_i \left[\log \left(\frac{y_i}{n_i - y_i} \right) - \log \left(\frac{\hat{\mu}_i}{n_i - \hat{\mu}_i} \right) \right] + n_i \left[\log \left(1 - \frac{y_i}{n_i} \right) - \log \left(1 - \frac{\hat{\mu}_i}{n_i} \right) \right] \right\} \quad (2.54)$$

eşitliği elde edilmektedir. Yayılım parametresinin 1 olması sebebiyle hem sapma hem de ölçeklenmiş sapma (2.54) eşitliğin sağ tarafına eşittir.

2.5.2. Pearson Ki-Kare İstatistiği

Vektör değişkeni $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)'$ için diğer bir uyum iyiliği ölçütü, Pearson ki-kare istatistiği

$$X_s^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(Y_i - \hat{\mu}_i)^2}{\text{var}(Y_i)} = \frac{1}{a(\emptyset)} \sum_{i=1}^n \frac{(Y_i - \hat{\mu}_i)^2}{V(\hat{\mu}_i)}$$

dir. (2.19) ifadesinde ki gibi $\text{var}(Y_i) = a(\emptyset)b''(\theta) = a(\emptyset)V(\mu_i)$ şeklindedir ve $V(\mu_i)$, i . ortalamanın varyans fonksiyonu ve $\hat{\mu}_i, \mu_i$ ($i = 1, 2, \dots, n$), ortalamasının en çok olabilirlik tahminidir. Y rasgele değişkeninin gerçekleşen bir değeri için ve $a(\emptyset) = \emptyset$ olması durumunda;

$$X_s^2 = \frac{1}{\emptyset} \sum_{i=1}^n \frac{(Y_i - \hat{\mu}_i)^2}{V(\hat{\mu}_i)} \quad (2.55)$$

oluşturulmaktadır ve bu ifadeye ölçeklenmiş Pearson ki-kare istatistiği adı verilmektedir. Ayrıca,

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(Y_i - \mu_i)^2}{V(\hat{\mu}_i)} \quad (2.56)$$

ifadesi Pearson ki-kare istatistiğidir. Büyük n değerleri için ($n \rightarrow \infty$), X_s^2 asimtotik olarak X_{n-q}^2 olarak dağılımlıdır. X^2 'nin büyük bir değeri, kötü uyumun bir belirtisidir.

Yayılım parametresinin tahmini için ölçeklenmiş sapma veya ölçeklenmiş Pearson ki-kare istatistiği kullanılmaktadır. Yayılım parametresi bilhassa Binom ve Poisson dağılımlarında 1 olduğu kabul edilmektedir. Tahmin edilmesi durumunda bu değer 1 civarında olmaması bazı özel durumları ifade etmektedir.

2.6. Sonuç Çıkarımı

İstatistiksel sonuç çıkarımı güven aralıkları ve hipotez testleriyle sağlanmaktadır. Genelleştirilmiş Lineer Modellerde parametrelerin veya parametrelerin alt kümelerinin anlamlı olup olmadığını tespit etmek için yaygın olarak kullanılan iki test, Wald ki-kare istatistiği ve olabilirlik oran testidir.

2.6.1. Olabilirlik Oranı Sonuç Çıkarımı

Model parametrelerinin alt kümelerinin test edilmesi için diğer bir metotsa olabilirlik oran testidir. Farzedelim ki β_1 ve β_2 sırayla q_1 ve q_2 elemana sahip olmak üzere β vektörü; $\beta = \beta'_1 : \beta'_2$ şeklinde parçalara ayrılınsın. $H_0 : \beta_1 = 0$ hipotezi şeklinde ele alındığında, H_0 hipotezi varsayımı altında, $\hat{\beta}$ en çok olabilirlik tahmini $(\beta'_1 : \beta'_2)'$ olarak parçalandığında, $\hat{\beta}_2, \beta_1$ kısıtı altında β_2 parametresinin en çok olabilirlik tahmini olmaktadır. Bu durumda, $L(\emptyset, \hat{\beta}_2), \beta_1 = 0$ iken β_2 parametresine göre maksimum olan olabilirlik fonksiyonu olmak üzere, $L(\emptyset, \hat{\beta}_2) < L(\emptyset, \hat{\beta})$ dir. ∇_1 olabilirlik oranı,

$$\nabla_1 = \frac{L(\emptyset, \hat{\beta}_2)}{L(\emptyset, \hat{\beta})}$$

biçiminde tanımlanır ise,

$$-\log \nabla_1 = 2[\log L(\emptyset, \hat{\beta}) - \log L(\emptyset, \hat{\beta}_2)] \quad (2.60)$$

istatistiği kullanılarak $H_0 : \beta_1 = 0$ hipotezi test edilebilir.

Bu istatistik, tüm β parametrelerini içeren tam model için ölçeklenmiş sapmayla yalnızca β_2 parametresini içeren indirgenmiş model için ölçeklenmiş sapma arasındaki farkı ifade etmektedir. H_0 hipotezi altında, (2.60) ile tanımlanan istatistik yaklaşık olarak ki-kare dağılımına sahiptir. (2.64) ile tanımlanan istatistiğin serbestlik derecesi, tam ve indirgenmiş modelin ölçeklenmiş sapmalarının serbestlik dereceleri arasındaki farka eşittir. Yani, q_1, β'_i ($i = 1, 2$) parametrelerinin eleman

sayısı olmak üzere (2.64) istatistiğinin serbestlik derecesi $(n - q_2) - (n - q) = q - q_2 = q_1$ şeklindedir. $-2\log\nabla_1 \geq X_{\alpha, q_1}^2$ olması durumunda H_0 hipotezi uygun α seviyesinde rededilmektedir. Bunun yanında benzer hipotezler Wald'nın test istatistiği ile de test edilmektedir. Olabilirlik oran testi, Wald testine benzer olarak β parametresinin bireysel elemanlarının anlamlılık testi için kullanılmaktadır. Büyük örnekler için her iki testte benzer sonuçlar vermektedir ancak küçük örnekler için sonuç farklı olabilmektedir. Genelde, olabilirlik oran testi, Wald testinden daha fazla tercih edilmektedir, çünkü olabilirlik oran testinin asimtotik dağılımı daha iyi bir yaklaşım sağlamaktadır (McCulloch ve Searle, 2008). Ancak Wald testinin daha kısa hesap süresi olduğundan olabilirlik oran testine göre hesaplama avantajı vardır. Bunun yanında olabilirlik oran testi her bir parametre testinde bir alt model uydurumuna gereksinimi bulunmaktadır.

2.6.2. Wald Sonuç Çıkarımı

Wald sonuç çıkarımı, β parametresinin en çok olabilirlik tahmin edicisi $\hat{\beta}$ tahmininin asimtotik normalliğine dayanır. Örneğin;

$$H_0: \mathbf{A}\beta = \mathbf{b} \quad (2.61)$$

hipotezi ele alınmaktadır. (2.61) ifadesinde \mathbf{A} , rankı $(s \leq q)$ olmak üzere bilinen $s \times q$ tipinde bir matristir. \mathbf{b} ise bilinen bir vektördür. Bu durumda $n \rightarrow \infty$ için $\mathbf{A}\hat{\beta}$, ortalaması $\mathbf{A}\beta$ ve varyans kovaryans matrisi $\mathbf{A}(\mathbf{X}'\widehat{\mathbf{W}}\mathbf{X})^{-1}\mathbf{A}'$ olan asimtotik olarak normal dağılıma sahiptir. H_0 hipotezi altında

$$(\mathbf{A}\hat{\beta} - \mathbf{b})' [\mathbf{A}(\mathbf{X}'\widehat{\mathbf{W}}\mathbf{X})^{-1}\mathbf{A}']^{-1} (\mathbf{A}\hat{\beta} - \mathbf{b}) \quad (2.62)$$

istatistiği s serbestlik dereceli yaklaşık ki-kare dağılımına sahiptir. (2.62) istatistiğinde $\widehat{\mathbf{W}}$, \mathbf{W} matrisinin bir tahminidir. (2.62) de verilen istatistiğe Wald'ın test istatistiği denir. Eğer bu istatistik, $X_{\alpha, s}^2$ dağılım değerine eşit ya da büyükse Wald testi yaklaşık olarak α düzeyinde anlamlıdır.

Wald test istatistiği, çoğu kez bireysel parametrelerin anlamlı olup olmadığını tespit edilmek için kullanılmaktadır. Bilhassa β parametresinin bireysel elemanlarının anlamlılıklarını test etmek için testi $H_0: \beta_1 = 0$ altında $N(0,1)$ olarak asimtotik dağılımlı olan

$$\frac{\beta_i}{\sqrt{a_{ii}}}, \quad i = 1, 2, \dots, q \quad (2.63)$$

rasgele değişkeni düşünülebilir. (2.63) ifadesinde d_{ii} , $(\mathbf{X}'\mathbf{W}\mathbf{X})^{-1}$ matrisinin i . köşegen elemanıdır. Dolayısıyla, H_0 hipotezi altında

$$\frac{\hat{\beta}_i^2}{\hat{a}_{ii}}, \quad i = 1, 2, \dots, q \quad (2.64)$$

ifadesi bir serbestlik dereceli yaklaşık ki kare dağılımına sahiptir. (2.64) de matrisinin i . köşegen elemanıdır.

2.7. Güven Aralıkları

$\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_q)'$ parametresinin bireysel elemanları üzerinde büyük-örneklem güven aralıkları, olabilirlik oran sonuç çıkarımı veya Wald sonuç çıkarımı kullanılarak inşa edilebilir (Khuri, 2010). Bu tezde, sadece bireysel parametreler üzerinde kurulan Wald güven aralıkları ile ortalama yanıt için kurulan güven aralıkları incelenecektir.

2.7.1. Wald Güven Aralıkları

Bölüm 2.7 de verilen bilgiler çerçevesinde, büyük n ler ($n \rightarrow \infty$) için

$$\frac{\hat{\beta}_i}{\sqrt{\hat{a}_{ii}}}, \quad (i = 1, 2, \dots, q) \quad (2.65)$$

ifadesi yaklaşık olarak $N(0,1)$ dağılımlıdır. (2.65) ifadesinde $\hat{\beta}_i$ tahminin β_i parametresinin en çok olabilirlik tahminidir ve d_{ii} , $(\mathbf{X}'\mathbf{W}\mathbf{X})^{-1}$ matrisinin köşegen elemanıdır. Bu durumda, β_i üzerinde yaklaşık $\%(1 - \alpha)100$ güven aralığı,

$$\hat{\beta}_i \pm Z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\hat{d}_{ii}}, \quad (i = 1, 2, \dots, q) \quad (2.66)$$

biçiminde gösterilmektedir.

2.7.2. Ortalama Yanıt İçin Güven Aralıkları

Wald güven aralığı ayrıca $\mu_i = E(Y_i) = g^{-1}(\eta_i) = g^{-1}(\mathbf{x}\boldsymbol{\beta})$ biçiminde tanımlanan ortalama yanıt için de kurulabilir. Bu durumda $\eta_i = g_i(\mu_i) = (\mathbf{x}\boldsymbol{\beta})$ olarak tanımlanan lineer kestirici üzerinde yaklaşık bir $\%(1 - \alpha)100$ anlamlılık seviyesinde güven aralığı,

$$\mathbf{x}\hat{\boldsymbol{\beta}} \pm [\mathbf{x}'_i(\mathbf{X}\hat{\mathbf{W}}\mathbf{X})^{-1}\mathbf{x}_i]^{\frac{1}{2}} Z_{\frac{\alpha}{2}} \quad (2.67)$$

dır. Ortalama üzerindeki güven aralığı ise,

$$g^{-1} \left\{ \mathbf{x}\hat{\boldsymbol{\beta}} \pm [\mathbf{x}'_i(\mathbf{X}\hat{\mathbf{W}}\mathbf{X})^{-1}\mathbf{x}_i]^{\frac{1}{2}} Z_{\frac{\alpha}{2}} \right\} \quad (2.68)$$

biçimindedir. Ortalama $\mu(x)$ üzerinde Wald güven aralığı kurmanın başka bir yolu (2.48) formülü kullanılarak

$$h[\mathbf{x}\hat{\boldsymbol{\beta}}] \pm \left\{ [h'(\mathbf{x}\hat{\boldsymbol{\beta}})]^2 \mathbf{x}'_i(\mathbf{X}\hat{\mathbf{W}}\mathbf{X})^{-1}\mathbf{x}_i \right\}^{\frac{1}{2}} Z_{\frac{\alpha}{2}} \quad (2.69)$$

olarak elde edilmektedir. (2.69) ifadesinde $h(\cdot)$ fonksiyonu $g(\cdot)$ link fonksiyonunun tersini, ayrıca $h'(\cdot)$ fonksiyonuysa $h[\eta(x)]$ fonksiyonunun η parametresine göre türevini göstermektedir.

2.8. Özel Genelleştirilmiş Lineer Modeller

Bazı özel Genelleştirilmiş Lineer Modeller; Lojistik, Poisson ve Gamma regresyon modellerdir. Lojistik ve Poisson regresyonlarının biyolojik, biomedikal, çevresel, iktisadi ve finansal uygulamalarda örnekleri mevcuttur. Bunun yanında endüstriyel istatistikte de bu modellerin kullanımları artmaktadır. Lojistik regresyon için önemli bir uygulama alanı ilk olarak 1950 senesinde ortaya çıkan doz-yanıt eğrileridir. Toksikologlar ve biyologlar tarafından geliştirilen doz-yanıt eğrileri, örnek olarak yanıtın, belirli bir kemoterapi işlemi gibi özel bir tıp tedavinin sonucu olarak hastalığı bulunan insanların, azalma oranının modellenmesi ile ilgilenmektedir. Gamma dağılımı ise güvenilirlik uygulamalarında, yaşam süresi analizlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Yanıtın ikili (binary) olduğu Lojistik regresyon model yapısı dikkate alındığında, bir deneysel çalışma sonucunda hastanın ilaca karşı tepki verip vermediği veya bir endüstriyel süreç sonucunda elde edilen ürünün kusurlu olup olmadığı durumlar verilebilir. i . veri noktasında, yanıt Y_i Bernoulli dağılımına sahip rasgele değişken olduğu durumda $i = 1, 2, \dots, n$ için beklenen değer,

$$E(Y_i) = \pi_i = \pi(x_i) \quad (2.70)$$

biçimindedir. (2.70) eşitliğinde verilen π_i , Bernoulli sürecinde bir olasılıktır ve x_i açıklayıcı değişkenlerin bir vektörüdür. Ayrıca varyans fonksiyonu,

$$var(Y_i) = \pi_i(1 - \pi_i)$$

dir.

Poisson regresyon model için de yanıt değerlerinin Poisson sayıları olduğu durum ele alınsın. Örnek olarak, kanserli hücrelerin sayısını içeren biomedikal deneyin sonucu veya mikro elektronik alettaki hataların gözlem sayısı verilebilir.

Ortalama için model,

$$E(Y_i) = \mu(x_i), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.71)$$

şeklinde oluşturulabilmektedir. (2.71) ifadesinde μ Poisson dağılımın parametresidir. Poisson dağılımı için varyans fonksiyonuysa,

$$var(Y_i) = E(Y_i) = \mu(x_i)$$

dir.

Gamma regresyon model içinde yanıt süreklidir ve varyans sabit değildir ancak varyans ortalamasının karesiyle orantılıdır. Bunun anlamı, her üç regresyon model için varyans ortalamasının bir fonksiyonudur.

2.8.1. Lojistik Regresyon Modelleri

Lojistik regresyonun amacı, bir veya birden çok bağımsız değişkenle yanıt değişkeni arasında bir model kurmaktır. Diğer regresyon metotlarında yanıt değişkeni sürekli değerler alırken, Lojistik regresyondaysa yanıt değişkeni kesikli iki değer almaktadır. Lojistik Regresyon, bağımsız değişkenlerin yanıt değişkenleri üzerindeki etkilerini olasılık olarak hesaplamaktadır ve bu risk faktörlerinin olasılık olarak saptanmasını sağlamaktadır.

2.8.1.1. İkili Değerli Yanıt Değişkeni Modelleri

Bir regresyon probleminde yanıt değişkeninin 0 ve 1 gibi yalnız iki mümkün değer aldığı varsayıldığında, daha öncede ifade edildiği gibi biomedikal bir örnek olarak; bir hastanın yaş, ağırlık ve bunun gibi ölçüleri açıklayıcı değişken, yanıtı bu hastanın ilaca verdiği tepki dikkate alınabilir. Benzer şekilde; bazı ekonomik, politik, sosyal, davranışsal nedenlere bağlı olarak finansal olgular uygun bir yanıt değişkeni ve açıklayıcıları bağlamında aşağı yönlü, yukarı yönlü, riskli, risksiz gibi kategorilerde inceleme altına alınabilir.

Bu durumlarda model,

$$y_i = \mathbf{x}_i \boldsymbol{\beta} + \varepsilon_i \quad (2.72)$$

formuna sahiptir. (2.72) denkleminde $\mathbf{x}_i' = [1, x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}]$, $\boldsymbol{\beta}' = [\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k]$ şeklindedir. Ayrıca y_i yanıt değişkeni 0 veya 1 değerini

alır. Bernoulli rasgele değişkeni olan Y_i yanıtının olasılık değerleri tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Bernoulli Dağılımına Sahip Y_i Yanıt Değişkeninin Olasılık Değerleri

y_i	Olasılık	Olasılık
1	$P(Y_i = 1) = \pi_i$	$P(Y_i = 1) = \pi_i$
0	$P(Y_i) = 0 = 1 - \pi_i$	$P(Y_i) = 0 = 1 - \pi_i$

Yanıt değişkeninin beklenen değeri, $E(\varepsilon_i) = 0$ olduğu için

$$E(Y_i) = 1(\pi_i) + 0(1 - \pi_i) = \pi_i \quad (2.73)$$

dir. (2.73) ifadesi,

$$E(Y_i) = \mathbf{x}\boldsymbol{\beta} = \pi_i \quad (2.74)$$

biçiminde oluşturulabilir. (2.74) denklemi, beklenen yanıtın, yanıt değişkeninin 1 olduğu durumun olasılığına eşit olduğu anlamına gelmektedir. (2.72) ile gösterilen regresyon modelde çok temel bazı problemler bulunmaktadır. İlk olarak, eğer yanıt ikili (binary) ise ε_i hata terimi de yalnızca iki değer almaktadır. Bunlar,

$$\begin{aligned} y_i = 1 \text{ olduğunda } \varepsilon_i &= 1 - \mathbf{x}\boldsymbol{\beta} \\ y_i = 0 \text{ olduğunda } \varepsilon_i &= -\mathbf{x}\boldsymbol{\beta} \end{aligned}$$

dir. Yani modeldeki hata terimleri büyük bir ihtimalle normal dağılımlı değildir.

İkinci olarak,

$$\sigma_{Y_i}^2 = E\{[Y_i - E(Y_i)]^2\} = (1 - \pi_i)^2\pi_i + (0 - \pi_i)^2(1 - \pi_i) = \pi_i(1 - \pi_i) \quad (2.75)$$

olduğu için hata varyansı sabit değildir. (2.75) ifadesi (2.74) denklemi kullanılarak,

$$\sigma_{Y_i}^2 = E(Y_i)[1 - E(Y_i)] \quad (2.76)$$

gibi de yazılabilir. (2.76) ifadesi gözlemlerin varyansının ortalamasının bir fonksiyonu olduğunu belirtmektedir. Bunun yanında gözlemlerin varyansı, π_i , sabit olduğu ve $\varepsilon_i = Y_i - \pi_i$ şeklinde olduğu için hataların varyansı ile aynıdır. Sonuçta, yanıt fonksiyonu için bir kısıt elde edilir, çünkü

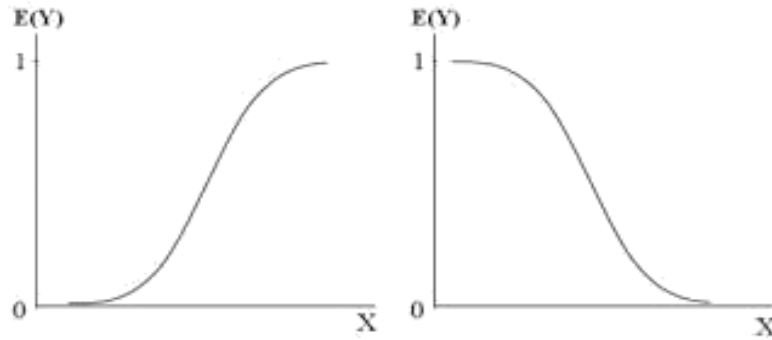
$$0 \leq E(Y_i) = \pi_i \leq 1 \quad (2.77)$$

biçimindedir. (2.77) ifadesinde belirtilen kısıt, (2.72) denkleminde verilen yanıt fonksiyonu kullanımı bakımından ciddi problemlere neden olabilir.

Genelde, yanıt değişkeni ikili (binary) olduğu durumda yapılan çalışmalar, yanıt fonksiyonunun biçiminin lineer olmayabileceğini göstermektedir. Monoton bir artma ve azalmayla Şekil 1’de gösterilen S-shaped (veya ters S-shaped) fonksiyonu oluşmaktadır. Bu fonksiyon lojistik yanıt fonksiyonu olarak isimlendirilmektedir ve

$$E(Y) = \pi = \frac{\exp(x\beta)}{1+\exp(x\beta)} = \frac{1}{1+(-x\beta)} \quad (2.78)$$

formuna sahiptir.



Şekil 1. Lojistik Regresyon $E(Y)$ ve X Örnekleri

Lojistik yanıt fonksiyonu kolay bir şekilde lineer hale getirilmektedir. Yaklaşımlardan biri olarak,

$$\eta = x\beta \quad (2.79)$$

biçiminde tanımlanan lineer kestirici ele alınsın. (2.79) ifadesinde η , dönüşümle birlikte

$$\eta = \ln \frac{\pi}{1-\pi} \quad (2.80)$$

olarak tanımlanmaktadır (2.80) ile verilen dönüşüm, π olasılığının logit dönüşümü olarak isimlendirilmektedir. Logit dönüşümü, Bernoulli veya Binom dağılımına sahip veriyi modellemek için kullanılan çok popüler bir yaklaşımdır. Bu dönüşüm π olasılığını $[0,1]$ aralığından reel sayılar eksenine resmetmektedir. (2.80) dönüşümündeki oranına odds (şans) oranı adı verilmektedir. Bazen logit dönüşümü log-odds olarak isimlendirilmektedir.

2.8.1.2. Lojistik Regresyon Modelinde Parametre Tahmini

Lojistik regresyon modelin genel formu, Y_i yanıtlarının her biri bağımsız ve

$$Y_i \sim \text{Bernoulli}(\pi_i) \quad (2.81)$$

olmak üzere,

$$E(Y_i) = \pi_i = \frac{\exp(x\beta)}{1+\exp(x\beta)} \quad (2.82)$$

beklenen değerleriyle tespit etmektedir. Lojistik regresyon model formu, lineer model formu

$$y_i = E(Y_i) + \varepsilon_i$$

ile ifade edilemez. Ayrıca, Lineer modele benzer olarak ancak ortalama, Lojistik modeldeki açıklayıcı değişkenlerin bir fonksiyonu olarak ifade edilmektedir.

Bu bağlamda, Lojistik model için y_i şeklindeki bireysel yanıtlar, dağılımları Bernoulli olmak üzere ortalamaları açıklayıcı değişkenlerin bir fonksiyonu olacak biçiminde modellenmektedir. Daha önce verilen parametre kestirimine benzer olarak,

$\mathbf{x}\boldsymbol{\beta}$ şeklindeki lineer kestiricideki $\boldsymbol{\beta}$ parametrelerini tahmin etmek için en çok olabilirlik metodundan faydalanılmaktadır (Myers ve diğ. 2010).

Her bir örneklem gözleminin dağılımı Bernoulli dağılımına sahip olduğu varsayıldığı için i . gözlemin olasılık fonksiyonu,

$$f(y_i) = \pi_i^{y_i} (1 - \pi_i)^{1-y_i} \quad (2.83)$$

olarak verilmektedir ve her bir y_i gözlemi 0 veya 1 değerini almaktadır.

Bütün gözlemler bağımsız olduğundan olabilirlik fonksiyonu,

$$L(\boldsymbol{\beta}; y_1, y_2, \dots, y_n) = \prod_{i=1}^n f(y_i) = \prod_{i=1}^n \pi_i^{y_i} (1 - \pi_i)^{1-y_i} \quad (2.84)$$

şeklinde oluşturulmaktadır. Daha çok kullanışlı olan loglikelihood fonksiyonu ise,

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}; y_1, y_2, \dots, y_n) = \ln \prod_{i=1}^n f(y_i) = \sum_{i=1}^n \left[y_i \ln \left(\frac{\pi_i}{1-\pi_i} \right) \right] + \sum_{i=1}^n \ln(1 - \pi_i) \quad (2.85)$$

biçimindedir. (2.85) ile verilen loglikelihood fonksiyonu, $1 - \pi_i = [1 + \exp(x\boldsymbol{\beta})]^{-1}$ ve $\eta_i = \ln \left[\frac{\pi_i}{1-\pi_i} \right] = \mathbf{x}\boldsymbol{\beta}$ olmak üzere,

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}; \mathbf{y}) = \sum_{i=1}^n \mathbf{y}_i \mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta} - \sum_{i=1}^n \ln[1 + \exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})] = \boldsymbol{\beta}' \mathbf{X}' \mathbf{y} - \sum_{i=1}^n \ln [1 + \exp(\mathbf{x}'_i)] \quad (2.86)$$

biçiminde yazılabilir. Genel olarak, Lojistik regresyonda \mathbf{x} açıklayıcı değişkeninin her bir seviyesinde gözlemler tekrarlanmaktadır. Bu durum, sıklıkla deneysel tasarımlarda (experimental design) oluşmaktadır.

i . gözlemdaki başarıların gözlenme y_i sayısı olsun ve $n = n_1 + n_2 + \dots + n_m$ olmak üzere n_i , her bir açıklayıcı değişken seviyesindeki denemelerin sayısı olmak üzere, (2.86) ile verilen loglikelihood fonksiyonu, .

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}; \mathbf{y}) = \boldsymbol{\beta}' \mathbf{X} \mathbf{y} - \sum_{i=1}^m n_i \ln[1 + \exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})] \quad (2.87)$$

biçiminde tanımlanmaktadır. (2.87) denkleminde \mathbf{X} matrisi lineer regresyondaki gibi model matrisi ve \mathbf{y} , yanıt vektörüdür. (2.87) loglikelihood fonksiyonunun her iki yanının $\boldsymbol{\beta}$ parametresine göre türevi alınır ise

$$\frac{\partial \ln(\boldsymbol{\beta}; \mathbf{y})}{\partial \boldsymbol{\beta}} = \mathbf{X}' \mathbf{y} - \sum_{i=1}^m \left[\frac{n_i}{1+e^{x_i \boldsymbol{\beta}}} \right] e^{x_i \boldsymbol{\beta}} \mathbf{x}_i \quad (2.88)$$

elde edilmektedir. (2.88) eşitliği, $\frac{e^{x_i \boldsymbol{\beta}}}{1+e^{x_i \boldsymbol{\beta}}} = \frac{1}{1+e^{-x_i \boldsymbol{\beta}}} = \pi_i$ olmak üzere

$$\frac{\partial \ln(\boldsymbol{\beta}; \mathbf{y})}{\partial \boldsymbol{\beta}} = \mathbf{X}' \mathbf{y} - \sum_{i=1}^m n_i \pi_i \mathbf{x}_i \quad (2.89)$$

olarak oluşturulabilir. Binom dağılımına sahip rasgele değişkenin ortalaması $\mu_i = n_i \pi_i$ olduğundan, (2.89) eşitliğinin sağ tarafının matris formu,

$$\mathbf{X}' (\mathbf{y} - \boldsymbol{\mu}) \quad (2.90)$$

biçiminde elde edilmektedir. (2.90) eşitliğinde,

$$\boldsymbol{\mu} = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \vdots \\ \mu_m \end{bmatrix}$$

biçiminde ve $\mu_i = \frac{n_i}{1+e^{-x_i \boldsymbol{\beta}}}$ dir. En çok olabilirlik tahmin edicisi, (2.90) ile tanımlanan skor denkleminin çözümünden elde edilmektedir. (2.89) denklemindeki vektörünün elemanları modele göre

$$\mu_i = \frac{n_i}{1+e^{-x_i \boldsymbol{\beta}}} \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (2.91)$$

biçiminde lineer olmadığı için μ_i ortalamasında ortaya çıkan $\boldsymbol{\beta}$ parametrelerinin tahminleri, iteratif yöntemler ile bulunabilir.

Lojistik regresyon $p = k + 1$ modeldeki tane $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ parametrenin $b_0, b_1, b_2, \dots, b_k$ biçimindeki tahmin edicileri iteratif işlemler sonucu bulunmaktadır. Lojistik modelin diğer lineer olmayan modellerden farkı her bir veri noktasındaki yanıtın dağılımının binom olmasıdır.

2.8.1.3. Lojistik Regresyon Modelinde Parametrelerin Yorumlanması

Link fonksiyonu genellikle Genelleştirilmiş Lineer Modellerde parametrelerin yorumlanması için kullanılmaktadır (Hardin ve Hilbe, 2007). Binom dağılımıyla birlikte birim link kullanılması durumunda parametrelerin yorumlanması diğer link fonksiyonlarına göre daha kolay olmaktadır. Örneğin, y ikili bir yanıt değişkeni olmak üzere açıklayıcı değişken olarak x_1, x_2 , dikkate alınsın. Açıklayıcı değişkenler kategorik veya sürekli olabilir. Birinci dereceden lineer kestirici dikkate alınması durumunda, başarı yanıtının olasılığı ($y = 1$), $g^{-1}(\cdot)$ link fonksiyonunun tersini göstermek üzere,

$$P(y_i = 1) = \pi_i = g^{-1}(\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i})$$

dir. Birim link fonksiyonu kullanılması durumunda, standart lineer regresyonda olduğu gibi, β_1 parametresi, x_1 'deki bir birim artış nedeniyle yanıtta farkı veya değişimi göstermektedir. Yani,

$$\Delta y_i = [\beta_0 + \beta_1(x_{1i} + 1) + \beta_2 x_{2i}] - [\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i}] = \beta_1$$

dir. Bu sebeple binom dağılımıyla birlikte birim link kullanılması durumunda, parametreler risk farkları olarak yorumlanmaktadır. Link fonksiyonun tersi lineer olmadığı zaman (örneğin; ters logit link), parametrelerin yorumlanması zor olmaktadır. Örneğin, ters logit link için,

$$\Delta y_i = \frac{\exp\{\beta_0 + (x_{1i} + 1)\beta_1 + x_{2i}\beta_2\}}{1 + \exp\{\beta_0 + (x_{1i} + 1)\beta_1 + x_{2i}\beta_2\}} - \frac{\exp\{\beta_0 + x_{1i}\beta_1 + x_{2i}\beta_2\}}{1 + \exp\{\beta_0 + x_{1i}\beta_1 + x_{2i}\beta_2\}} \quad (2.92)$$

biçiminde tanımlanan risk farkları sabit olmayıp açıklayıcı değişkenlerin değerlerine bağlı olduğu için parametrelerin yorumlanması sırasında problem oluşmaktadır.

Parametreleri yorumlamak için uygun bir biçimde logit link fonksiyonu yardımı ile bir dönüşüm kullanmak, yorumlamayı daha kolay duruma getirmektedir. Bu sebeple, Binom dağılımla birlikte logit link fonksiyonuyla elde edilen modellerde, yani Lojistik regresyonda parametrelerin yorumlanması için odds oranı kullanılmaktadır (Hosmer ve Lemeshow, 2002).

Başarılı durumun ($y = 1$) odds ifadesi,

$$\text{Odds} = \frac{\pi}{1-\pi} \quad (2.93)$$

olarak ifade edilmektedir.

Logit link fonksiyonu kullanılarak saptanmış model için odds,

$$\text{Odds} = \frac{\pi}{1-\pi} = \frac{\frac{\exp(\mathbf{x}\boldsymbol{\beta})}{\{1+\exp(\mathbf{x}\boldsymbol{\beta})\}}}{\frac{1}{\{1+\exp(\mathbf{x}\boldsymbol{\beta})\}}} = \exp(\mathbf{x}\boldsymbol{\beta}) = \exp(\beta_0 + x_{1i}\beta_1 + x_{2i}\beta_1 + x_{2i}\beta_2) \quad (2.94)$$

dir. (2.94) ile verilen Odds, \mathbf{x} değerinin herhangi bir koleksiyonu için hesaplanabilir. Odds oranı iki odds değerinin oranıdır. Odds oranını modeldeki her bir açıklayıcı değişken için hesaplayabiliriz. Belirli bir değişken için paydaki odds değeri paydada kullanılan odds değerinden bir artırılarak verilmiştir. x_1 açıklayıcı değişkeni için odds oranı,

$$x_1 \text{ için odds oranı} = \frac{\exp\{\beta_0 + (x_{1i}+1)\beta_1 + x_{2i}\beta_2\}}{\exp(\beta_0 + x_{1i}\beta_1 + x_{2i}\beta_2)} = \exp(\beta_1) \quad (2.95)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Tahmin edilmiş odds oranı, açıklayıcı değişkenin değerinde bir birimlik artışıyla ilgili başarı odds değerindeki tahmin edilmiş artış olarak yorumlanabilir. Başka bir anlatımla, Lojistik regresyonda logit link fonksiyonu kullanılarak parametrelerin yorumu, parametrelerin üsteli alınarak yapılmaktadır. Üsteli alınan bu parametreler odds oranlarını göstermektedir. Genel olarak, açıklayıcı değişkendeki d birimlik değişimle ilgili odds oranındaki tahmin edilmiş artış $\exp(db_i)$ dir.

2.8.1.4. Model Parametreleri Üzerinde İstatistiksel Sonuç Çıkarımı

Lojistik regresyonda istatistiksel sonuç çıkarımı, en çok olabilirlik tahmin edicilerin asimtotik özelliklerine bağlıdır. Bu kısımda, Genelleştirilmiş Lineer Model için verilen yapılar, lojistik regresyon modeller için tekrar ele alınacaktır.

2.8.1.4.1. Olabilirlik Oran Testi

Olabilirlik oran testi, tam model ve ilgilenilen indirgenmiş modeli karşılaştırmak için kullanılabilir. Olabilirlik oran testi tam model için olabilirlik fonksiyonunun logaritmasının iki katından, indirgenmiş model için olabilirlik fonksiyonunun logaritmasının iki katının çıkarılması ile elde edilmektedir. Olabilirlik oran testi (LR),

$$LR = 2 \ln \frac{L(tam)}{L(indirgenmiş)} = 2[\ln L(tam) - \ln L(indirgenmiş)] \quad (2.96)$$

biçiminde oluşturulmaktadır. Büyük örneklem için indirgenmiş model doğru olduğu durumda olabilirlik oran test istatistiği, serbestlik derecesi tam model ve indirgenmiş modelde bulunan parametrelerin sayıları arasındaki farka eşit olmak üzere ki-kare dağılımına sahiptir.

Olabilirlik oran yaklaşımı lojistik regresyondaki regresyonun anlamlılığını test etmek için kullanılabilir. Olabilirlik oran testi, verinin modele uydurulması ile oluşturulan tam modelle sabit başarı olasılığına sahip olan indirgenmiş model arasında karşılaştırma yapmak için kullanılabilir. Başarının sabit olasılıklı olduğu model,

$$E(Y) = \pi = \frac{e^{\beta_0}}{1+e^{\beta_0}} \quad (2.97)$$

biçiminde elde edilmektedir. (2.97) eşitliği, bir Lojistik regresyon modelde açıklayıcı değişken bulunmaması durumuna karşılık gelmektedir. Sabit olasılıklı başarının en

çok olabilirlik tahmini, y başarıların toplam sayısı ve n gözlemlerin sayısı olmak üzere $\frac{y}{n}$ biçimindedir.

Bu tahmin (2.96) de verilen loglikelihood fonksiyonunda yerine konulursa indirgenmiş model için,

$$\ln L(\text{indirgenmiş}) = y \ln(y) + (n - y) \ln(n - y) - n \ln(n)$$

şeklinde loglikelihood fonksiyonunun maksimum değerini vermektedir.

Bu bağlamda regresyonun anlamlılığını test etmek için olabilirlik oran test istatistiği, (2.96) eşitliği kullanılarak

$$LR = 2\{\sum_{i=1}^n y_i \ln \hat{\pi}_i + \sum_{i=1}^n (n_i - y_i) \ln(1 - \hat{\pi}_i) - [y \ln(y) + (n - y) \ln(n - y) - n \ln(n)]\} \quad (2.97)$$

olarak bulunmaktadır. Olabilirlik oran testinin büyük bir değeri, Lojistik regresyon modeldeki açıklayıcı değişkenlerden en az birinin sıfırdan farklı regresyon parametresine sahip olacağı için bu değişkenin önemli olduğunu belirtmektedir.

2.8.1.4.2. Sapma Kullanılarak Parametrelerin Alt Kümeleri Üzerinde Hipotez Testi

Hata teriminin normal dağılıma sahip olduğu lineer regresyon modele benzer olarak, sapma analizi model parametrelerin alt kümeleri üzerinde hipotez testi uygulamak için kullanılabilir. Lineer kestirici,

$$\eta = X\beta = X_1\beta_1 + X_2\beta_2 \quad (2.98)$$

biçiminde oluşturulmaktadır. (2.98) eşitliğinde tam model p tane parametreye sahiptir. β_1 parametrelerin $p - r$ tanesini, β_2 ise r tanesini içermektedir. Ayrıca, X_1 ve X_2 matrislerinin sütunları bu parametrelerle ilgili değişkenleri göstermektedir. Tam modelin sapması $D(\beta)$ ile gösterilmektedir. Varsayım olarak,

$$H_0: \boldsymbol{\beta}_2 = 0 \quad (2.99)$$

$$H_1: \boldsymbol{\beta}_2 \neq 0$$

hipotezi testi ele alınsın.

(2.98) ifadesinde belirtilen hipotez varsayımından ötürü, indirgenmiş lineer kestirici,

$$\eta = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}_1 \quad (2.100)$$

dir. Ayrıca, indirgenmiş model uydurulduğu varsayılınsın. İndirgenmiş model için sapma ifadesi ise $D(\boldsymbol{\beta}_1)$ şeklinde gösterilsin.

İndirgenmiş model az sayıda parametre içerdiği için, sapması hiçbir zaman tam modelin sapmasından daha küçük değildir. Ancak indirgenmiş model için sapma, tam modelin sapmasından çok büyük değil ise indirgenmiş model tam model gibi iyi bir uyum sağladığını göstermektedir. Bu bağlamda, $\boldsymbol{\beta}_2$ parametre vektörünün içerdiği parametreler sıfıra eşit olacaktır. Bunun anlamı (2.99) ile gösterilen H_0 hipotezi reddedilmeyebilir. Fakat sapmalar arasındaki fark büyükse $\boldsymbol{\beta}_2$ parametre vektöründe en az bir tane parametre sıfırdan farklı olacaktır ve H_0 hipotezi reddedilecektir. Sapma farkları,

$$D(\boldsymbol{\beta}_2|\boldsymbol{\beta}_1) = D(\boldsymbol{\beta}_1) - D(\boldsymbol{\beta}) \quad (2.101)$$

olarak gösterilmektedir. (2.101) eşitliğinde gösterilen sapma $n - (p - r) - (n - p) = r$ serbestlik derecesine sahiptir. Eğer, H_0 hipotezi doğru ve n büyükse (2.101) eşitliğinde verilen sapma farkı yaklaşık olarak r serbestlik dereceli ki-kare dağılımına sahiptir. Bu bağlamda test istatistiği ve karar kriteri,

$$D(\boldsymbol{\beta}_2|\boldsymbol{\beta}_1) \geq X_{\alpha,r}^2 \text{ ise } H_0 \text{ hipotezi reddedilir} \quad (2.102)$$

$$D(\boldsymbol{\beta}_2|\boldsymbol{\beta}_1) < X_{\alpha,r}^2 \text{ ise } H_0 \text{ hipotezi reddedilir}$$

şeklinde gösterilebilir. Sapmalar arasındaki fark olan $D(\boldsymbol{\beta}_2|\boldsymbol{\beta}_1)$ ifadesi bazen kısmi sapma olarak isimlendirilmektedir.

2.8.1.4.3. Bireysel Model Katsayıları Üzerinde Önem Testleri

Bireysel model parametrelerini test etmek için

$$H_0: \beta_j = 0 \quad (2.103)$$

$$H_1: \beta_j \neq 0$$

hipotezi ile birlikte sapma farkları metodu kullanılabilir. Diğer bir yaklaşımsa en çok olabilirlik tahmin edicilerin teorisine dayanmaktadır. Büyük örneklem için en çok olabilirlik tahmin edicisi yaklaşık olarak normal dağılımlıdır. Bunun yanında tahmin edici biraz yanlı veya yansızdır. Ayrıca en çok olabilirlik tahmin edicilerin bir kümesinin varyans ve kovaryansları, model parametrelerine göre loglikelihood fonksiyonlarının ikinci mertebeden kısmi türevleri kullanılarak bulunabilir. (2.103) ifadesindeki hipotezleri test etmek için Wald istatistiği kurulabilir. Daha önce belirtildiği gibi loglikelihood fonksiyonunun ikinci dereceden kısmi türevlerinin $p \times p$ lik matrisi,

$$H_{ij} = \frac{\partial^2 L(\beta)}{\partial \beta_i \partial \beta_j}, \quad i = j = 0, 1, \dots, k \quad (2.104)$$

biçiminde oluşturulmaktadır ve Hessian matrisi olarak isimlendirilmektedir. Hessian matrisinin elemanları, $\hat{\beta} = \mathbf{b}$ biçiminde gösterilen en çok olabilirlik tahmin edicilerinde hesaplanır ise, regresyon katsayıların büyük örneklemli yaklaşık kovaryans matrisleri,

$$\widehat{\text{var}}(\mathbf{b}) = -\mathbf{H}(\mathbf{b})^{-1} = (\mathbf{X}'\mathbf{W}\mathbf{X})^{-1} \quad (2.105)$$

dir. (2.105) eşitliği daha önce verilmiş olan \mathbf{b} tahmininin, tahmin edilmiş kovaryans matrisini göstermektedir. Bu kovaryans matrisinin köşegen elemanlarının karekökü, regresyon katsayılarının büyük örneklem için tahmin edilen standart hatalarıdır ve

$$\widehat{\text{se}}(\hat{\beta}_j) = \widehat{\text{se}}(b_j)$$

biçiminde oluşturulmaktadır.

Standart lineer regresyonda olduğu gibi,

$$H_0: \beta_j = 0 \quad (2.106)$$

$$H_1: \beta_j \neq 0$$

hipotezinin test edilmesi için t -istatistiğine benzer olarak

$$Z_0 = \frac{\hat{\beta}_j}{\widehat{se}(\beta_j)} \quad (2.107)$$

ifadesi verilmektedir. (2.107) istatistiğinin dağılımı standart normal dağılıma dayandırılır. Bazı bilgisayar paket programları Z_0 istatistiğinin karesini alarak bir serbestlik dereceli ki-kare dağılımı ile kıyaslamaktadır.

2.8.1.5. Lojistik Regresyonda Uyum Eksikliği Testleri

Bir regresyon analizinde önemli olan önerilen modelin veriye yeterli uyumu gösterip göstermediğidir. Yeterli uyumu göstermediği durumda uyum eksikliği olmaktadır. Bu yaklaşım daha çok gruplandırılmış (binom dağılımına sahip) veriler ile birlikte iç içe geçmiş modelleri karşılaştırarak yapılmaktadır. Pek çok istatistiksel yazılım paket programlarında önerilen ikinci bir istatistik, daha önce ifade edilen Pearson ki-kare istatistiği,

$$X^2 = \sum_{i=1}^m \frac{(y_i - n_i \hat{\pi}_i)^2}{n_i \hat{\pi}_i (1 - \hat{\pi}_i)} \quad (2.108)$$

şeklinde verilebilir. (2.108) ile verilen istatistik asimtotik X_{m-p}^2 olarak dağılımına sahiptir. Bu bağlamda hem sapma hem de Pearson X^2 istatistiği aynı asimtotik dağılıma sahiptir. Küçük örneklem için X^2 istatistiğinin dağılımının kesin olmamasından ötürü sapmaya göre daha uygun değildir. Fakat sapma ve Pearson X^2 istatistiğinin çok yakın değer verdiği pek çok örnek vardır. Her ikisi de uyumsuzluk testinin dışında başka analizlerde de rol oynamaktadır. Hosmer ve Lemeshow (2002) lojistik modelde uyum eksikliği kontrolü yapmak için kullanılan sapma ve Pearson ki-kare istatistiklerine alternatif olarak bir test geliştirmişlerdir. Bu testte $\hat{\pi}$ tahmininin değerleri tüm gözlemler için modelden hesaplanmaktadır. Bu değerler

büyüklüğüne göre sıralanmaktadır ve yaklaşık on aralık içerecek şekilde gruplandırılmaktadır. Her bir aralık için beklenen değer elde edilmektedir. Hosmer ve Lemeshow istatistiği,

$$X_{H-L}^2 = \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^2 \frac{(O_{ij}-E_{ij})^2}{E_{ij}} \quad (2.109)$$

şeklindedir. (2.109) da verilen istatistikte O_{ij} gözlenen yanıtların sayısını ve g 'de aralıkların sayısını göstermektedir. X_{H-L}^2 istatistiğinin serbestlik derecesi $(g-2)$ dir. Fakat verinin modele uydurumu yetersiz olduğunda Hosmer-Lemeshow istatistiği ile karar vermek genelde zor olmaktadır.

2.8.1.6. Lojistik Regresyonda Model Yeterliliğinin Kontrolü

Artıklar model yeterliliğinin araştırılması için kullanılabilir. Standart artıklar bilindiği üzere,

$$e_i = y_i - \hat{y}_i = y_i - n_i \hat{\pi}_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

şeklinde tanımlanmaktadır. Lineer regresyonda standart artıklar, artık kareler toplamının bileşenleridir. Bunun anlamı, artıkların kareleri alınıp toplanarak artık kareler toplamı elde edilmektedir. Lojistik regresyonda sapma, artık kareler toplamına benzemektedir. Sapma artığı,

$$d_i = \pm \left\{ 2 \left[y_i \ln \left(\frac{y_i}{n_i \hat{\pi}_i} \right) + (n_i - y_i) \ln \left(\frac{n_i - y_i}{n_i (1 - \hat{\pi}_i)} \right) \right] \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.110)$$

olarak tanımlanmaktadır. (2.110) ifadesinde $y_i = 0$ ise $d_i = -\sqrt{-2n \ln(1 - \hat{\pi}_i)}$ ve $y_i = n_i$ ise $d_i = -\sqrt{-2n_i \ln \hat{\pi}_i}$ halini almaktadır.

Pearson artığı ise,

$$r_i = \frac{y_i - n_i \hat{\pi}_i}{\sqrt{n_i \hat{\pi}_i (1 - \hat{\pi}_i)}}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.111)$$

şeklinde tanımlanmaktadır. Sapma ve Pearson artıkları model yeterliliği kontrolünde kullanılan en uygun artıklardır. Bu artıkların tahmin edilmiş olasılık değerlerine plotları ve sapma artıklarının normal olasılık plotu, sırası ile bireysel veri noktalarında modelin uyumluluğunun ve muhtemel aykırı değerlerin kontrol edilmesinde kullanışlıdır.

3. HİSSE SENETLERİ GETİRİLERİNİN ANALİZİ

Lojistik Regresyon analizinde amaç, istatistikte kullanılan diğer model bulma teknikleri ile aynıdır: En az değişkeni kullanarak en iyi uyuma sahip olacak biçimde bağımlı ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi tanımlayabilen ve analizin yapıldığı alana özgü kabul edilebilir bir model oluşturulması. Lojistik regresyon modellerinin yaygın bir biçimde kullanılabilir duruma gelmesi, model parametreleri için tahmin yöntemlerinin geliştirilmesi ve lojistik regresyon modellerinin daha detaylı incelenmesine neden olmuştur.

3.1. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Tezin özgün inceleme ve sonuçlarını içeren bu bölümde yatırımcıların portföy seçenekleri bağlamında öne çıkan bazı yatırım araçlarının periyodik getirileri ile Borsa İstanbul (BİST)'da işlem gören A grubu hisse senetleri getirileri ilişkisi üzerinde model uygulamaları yapılmaktadır. Uygulamalarda, modelde yer alması düşünülebilecek bir veya daha fazla sayıda kategorik değişkenin varlığında kullanımı uygun olan lojistik regresyon ile tüm değişkenleri sürekli değerler alan klasik doğrusal regresyon modelleri ele alınmaktadır. Bu iki model arasındaki farklılıklar ile modellerin konu edilen ilişkilerinin yorumlanmasında birbirini tamamlayıcı yönleri de ayrıca ortaya konulmaktadır.

Çalışmanın dönem ve değişken kapsamını ve kullanılan verilerin kaynağını, BIST 100 endeksi kapsamındaki işlem gören A grubu hisse senetleri oluşturmaktadır. Söz konusu hisselerin inceleme dönemi olan 2005-2012 yıllarının tümünde işlemde olanlarının sayısı 230'dur. Bu nedenle çalışmada, belirtilen özelliğe sahip 230 adet firmanın hisse fiyatları ele alınmış, böylece tüm zaman boyunca aynı firmaların yer aldığı bir veri kümesi kullanılarak analizlerde gözlem-ölçüm ünitesi (observation-measurement subject) tutarlılığının olmasına özen gösterilmiştir.

3.2. Araştırma da Yer Alan Değişkenler

Araştırmada yanıt değişkeni (bağımlı veya açıklanan değişken) olarak 07.01.2005 ile 28.12.2012 tarihleri arasındaki günlük zaman aralıklarında gözlem-

ölçüm ünitesi tutarlılığı bakımından mevcut 230 adet A grubu hisse senedinin kapanış fiyatları ele alınarak, bunların haftalık periyotta değerleri bulunmuş, bu değerler ile birlikte açıklayıcı (bağımsız) değişkenler olarak haftalık 12 ay vadeli ağırlıklı mevduat faiz oranı (MVFO), TL/ABD dolar kuru (DOLARKURU) ve 1 ons altının Londra satış fiyatı (ALTIN, ABD doları/ons) değişkenleri kullanılmıştır. A grubu hisse senetlerinin çalışmada hesapladığımız haftalık fiyatlarından yola çıkılarak haftalık net ve brüt getirileri belirlenmiştir. Getirilerin değerleri negatif olduğunda riskli (2), pozitif olduğunda risksiz (1) betimlemesi ile iki değerli bir binomiyel “U” değişkeni de lojistik regresyon çözümlenmeleri için modelleme ve analizlere dahil edilmiştir. Bu değişkenlerle ilgili özellikler Tablo 3’de sunulmaktadır.

Tablo 3. Araştırmada Kullanılan Değişkenlerin Özellikleri

SİMGE	AÇIKLAMA	DEĞİŞKEN ÖZELLİĞİ
GETİRİ	A Grubu Hisse Senedi Getirileri	Bağımlı Değişken
BIST 100	Kapanış Fiyatlarına Göre BIST-100 Endeksi	Bağımsız Değişken
MVFO	12 Ay Vadeli Ağırlıklı Mevduat Faiz Oranı	Bağımsız Değişken
DOLARKURU	TL/ABD Dolar Kuru	Bağımsız Değişken
ALTIN	1 Ons Altının Londra Satış Fiyatı (ABD Doları/Ons)	Bağımsız Değişken
U	A Grubu Hisse Senetlerinin Riskli ve Risksiz Şeklinde Sınıflandırılması	Kategorik Değişken

3.3. BIST-100 A Sınıfı Hisse Senetleri Haftalık Fiyat Değerleri Hesaplaması

Araştırmada 07.01.2005 ile 28.12.2012 tarihleri arasındaki günlük zaman aralıklarında seçilmiş A grubu hisse senetleri günlük kapanış fiyatları ele alınmış, günlük brüt getiriler bulunmuş ve 5 günlük brüt getiriler hesabıyla haftalık brüt getiri “ $1+R_{t(\text{gün})}(5)$ ” değerleri sağlanmıştır. Bu değerlerle yapılan model çalışmaları istatistiki önemi olmayan sonuçlar vermiştir. Bu nedenle A grubu hisse senetleri kapanış fiyatları haftalık periyotlar bağlamında kapanış değerleri olarak hesaplanmıştır. Bu amaçla, hisselerin günlük fiyatları hisse işlem hacimleri kullanılarak hafta bazında ağırlıklı ortalamalar şeklinde bulunmuş, model ve analizlerde haftalık periyotta bu değerler kullanılmıştır.

BIST-100 A grubu hisse senetleri haftalık fiyat değerlerini hesaplamak için şu işlemler yapılmıştır;

- Herhangi bir t haftasının i. gününde A tipi bir j. hissesinin hisse senedi fiyatı P_{tji} olsun; bu hissenin o gündeki işlem (alım-satım) sayısı h_{tji} olsun;
- Açılış fiyatı: P_{tjia} , Kapanış fiyatı: P_{tjik} olmak üzere j hissesinin gün fiyatı ortalama fiyat $(P_{tjia} + P_{tjik})/2$ olsun.

$$t = 1, 2, \dots, n$$

$$n = \text{incelenen periyottaki toplam hafta sayısı}$$

$$i = 1, 2, 3, 4, 5$$

$$j = 1, 2, \dots, j$$

$$j = \text{günün işlem gören hisse sayısı}$$

- t haftasının A tipi hisse senetleri için ağırlıklı ortalama fiyatı;

$$P_t = \frac{\sum_{i=1, \dots, 5} \sum_{j=1, \dots, j} (h_{tij} \times P_{tij})}{\sum_{i=1, \dots, 5} \sum_{j=1, \dots, j} h_{tij}}$$

Böylece bir hafta birim zaman olarak ele alınmaktadır ve hafta içindeki günlerin tamamı bu bütünü oluşturan alt periyotlar olarak görülmektedir.

3.4. Haftalık Fiyat Değerleri Hesaplarından Haftalık Getiri Değerleri Hesaplaması

Haftalık fiyat değerleri hesapladıktan sonra net getiri, brüt getiri ve logaritması alınmış getiri değerlerine ulaşılmaktadır.

$R_t = t$ haftası net getiri değeri

$$\text{Net Getiri} = (R_t) = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1$$

$$\text{Brüt Getiri} = 1 + R_t = \frac{P_t}{P_{t-1}}$$

Log-getiri;

$$r_t = \ln(1 + R_t) = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} = \ln P_t - \ln P_{t-1}$$

Burada, haftalık zaman birimleri için k-dönemli Brüt Getiri değeri ise çarpımsal olarak bulunabilmektedir.

$$1 + R_t(k) = (1 + R_t) \times (1 + R_{t-1}) \times \dots \times (1 + R_{t-k+1})$$

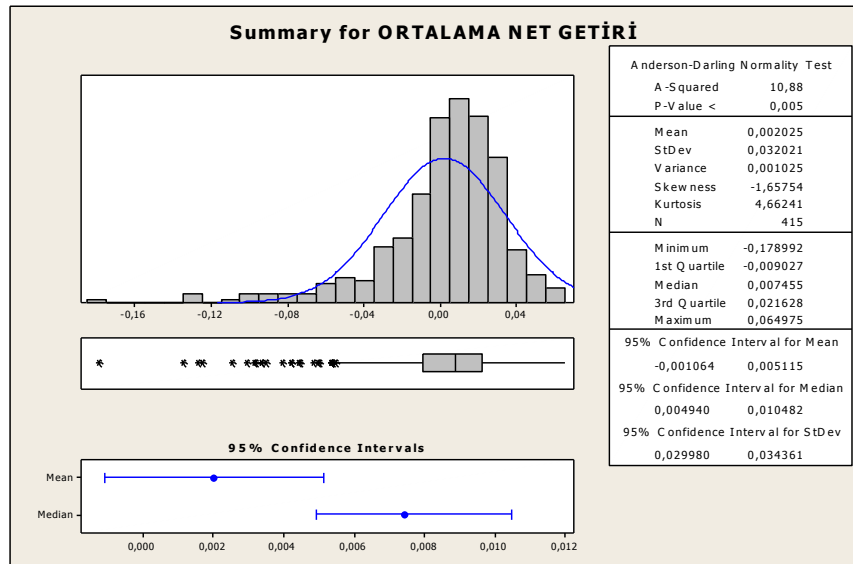
3.4.1. Net Getiri Değişkenlerine İlişkin Analizler

Net getiri değişkenleri kullanılarak modellemelerin yapıldığı bu bölümde 416. haftaya ait düzgüsz (abnormal) değerler analiz dışında tutulmuştur.

3.4.1.1. Net Getiri Değişkenlerine İlişkin Betimsel Analiz

Bir t haftasına ($t= 1,2,\dots,415$) ait ortalama net (veya brüt) getiri değerleri, o hafta için 230 firmanın net (veya brüt) getiri değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak saptanmıştır.

Bu kesimde, ortalama net getiri, altın satış fiyatı, mevduat faiz oranı, dolar döviz kuru oranı getirilerinin, histogram ve Q-Q grafiklerinden yararlanılarak betimsel analizi yapılmaktadır.



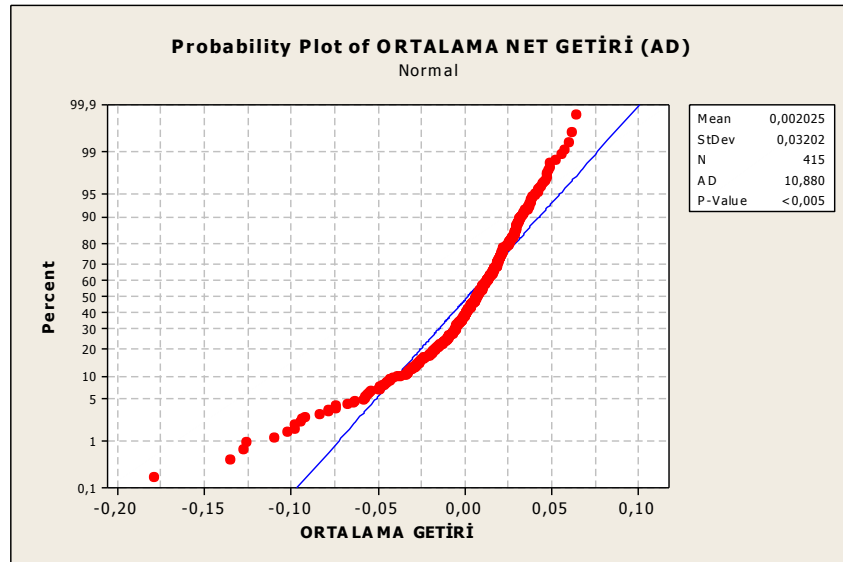
Şekil 2. Ortalama Net Getiri Değeri Normallik Testi

Normal dağılıma uygunluğu test etmek için kullanılan hipotez şu şekildedir:

H_0 : Değişkenler normal dağılımlıdır.

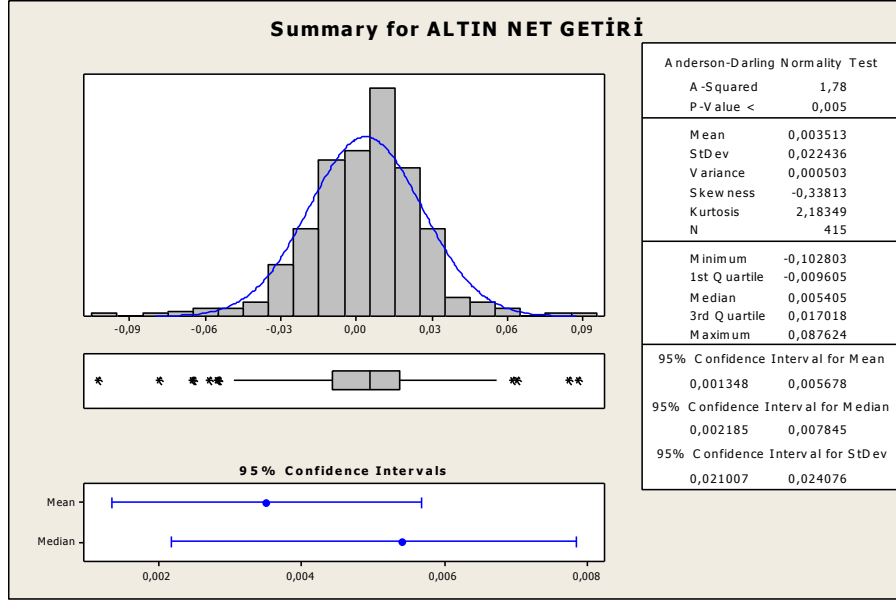
H_1 : Değişkenler normal dağılımlı değildir.

Normallik testleri kuyruk değerleri duyarlılığına aşırı derecede sahip Anderson-Darling test istatistikleri kullanılarak yapılmıştır. Şekil 2'deki normallik testi sonuçlarına göre, ortalama net getiri %5 önem düzeyinde normal dağılımlı değildir. Yukarıdaki hipoteze göre ortalama net getiri değeri için H_0 hipotezi rededilmektedir. Histogram grafiği incelendiğinde, dağılımın sola çarpık (skewness) ve homojen (kurtosis) olduğu görünmektedir.



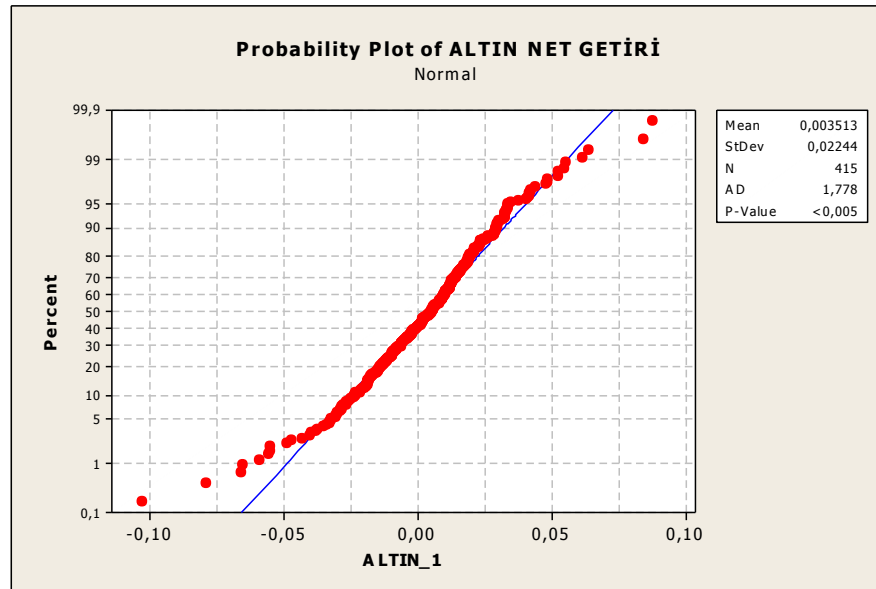
Şekil 3. Ortalama Net Getiri Değeri Q-Q Grafiği

Ortalama net getiri değeri dağılımın kuyruklarında, dağılımın orta kısmına göre farklılık göstermektedir. Standart sapmanın (stdev) ortalama (mean) değerden büyük olması da bu durumun bir kanıtıdır. Ortalama net getiri değerinin aşırı değişkenlik (dağılım) göstererek uç değer oluşturduğu da görünmektedir.



Şekil 4. Altın Net Getiri Değeri Normallik Testi

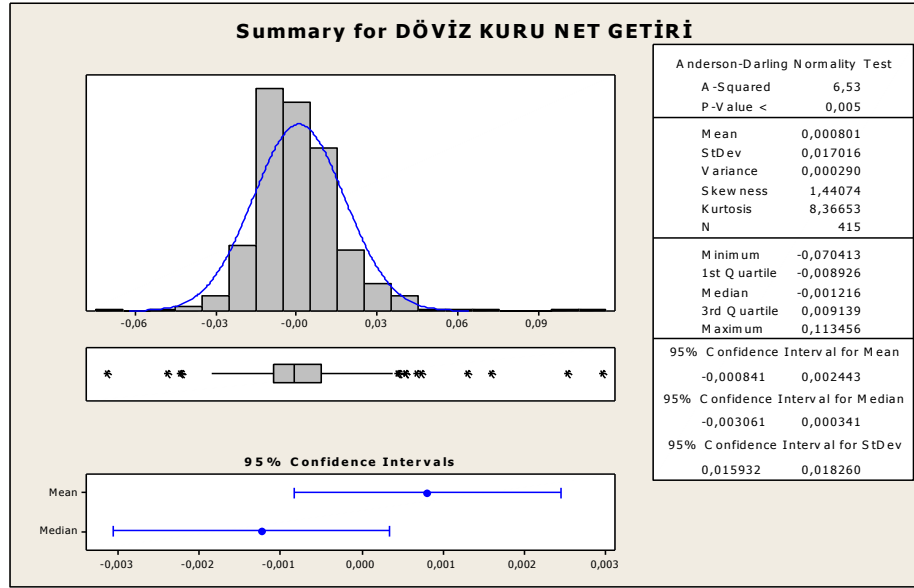
Şekil 4'de, altın net getiri değerinin Anderson Darling normallik testi sonuçları ve histogram grafiğindeki dağılımı gösterilmektedir. Sonuçlara göre altın net getiri değeri %5 önem düzeyinde normal dağılımlı değildir. Medyan (median) değeri, ortalamadan büyük olduğu için dağılım sola çarpık ve homojendir. Altın net getiri değeri ortalama net getiri değerinden daha homojen bir yapıya sahiptir.



Şekil 5. Altın Net Getiri Değeri Q-Q Grafiği

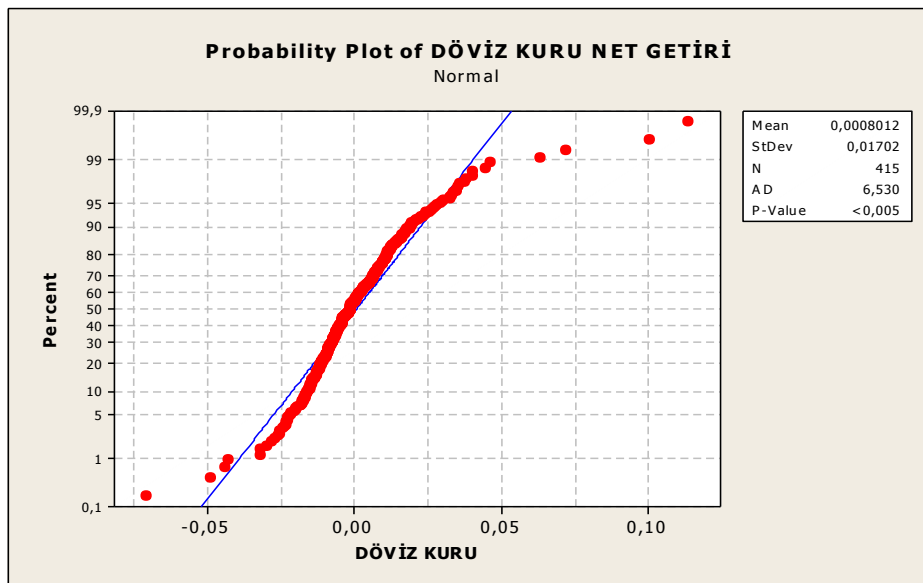
Altın net getiri (gözlem) değeri koordinat düzlemi üzerinde noktalar şeklinde yer almaktadır. Bu noktaların büyük bir çoğunluğu bir doğru etrafında yer

almamaktadır, o zaman altın net getiri değerinin araştırmaya konu olan teorik dağılıma uymadığı söylenebilir.



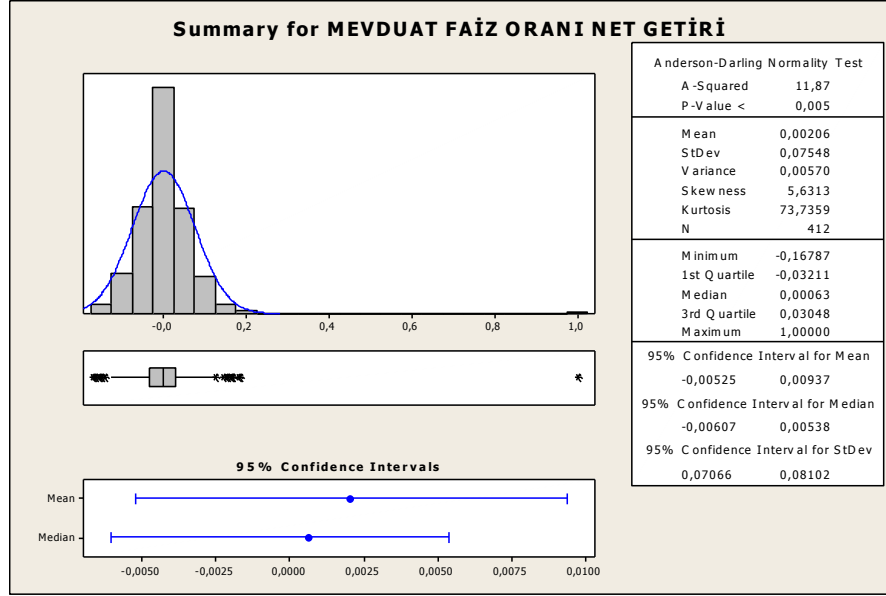
Şekil 6. Döviz Kuru (Dolar) Net Getiri Değerlerinin Normallik Testi

Döviz kuru net getiri değeri %5 önem düzeyinde normal dağılımlı değildir. Sağa çarpık ve homojendir; ortalama net getiri ve altın net getiri değerlerine göre daha homojen bir dağılıma sahiptir.



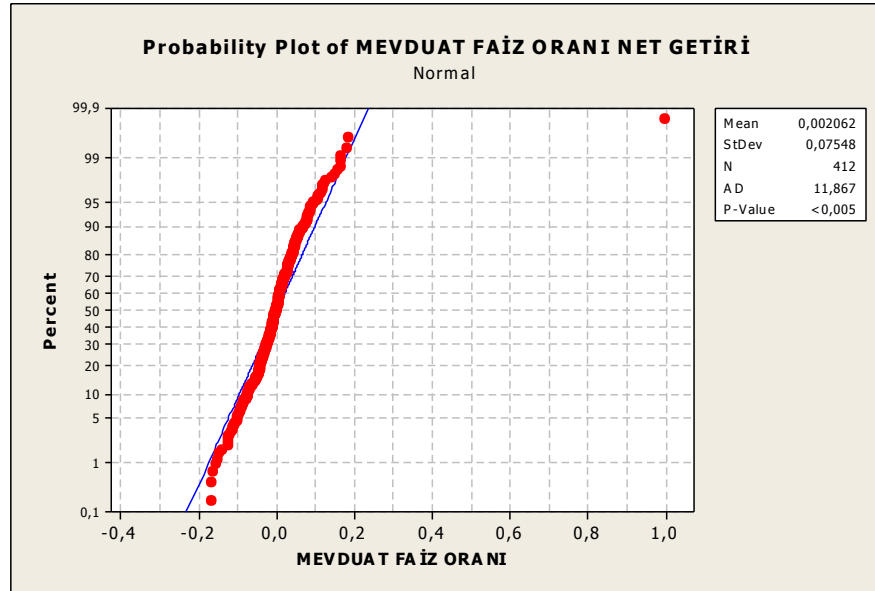
Şekil 7. Döviz Kuru (Dolar) Net Getiri Değeri Q-Q Grafiği

Döviz kuru net getiri değeri ortalamaya göre farklılık göstererek uç değerler oluşturmaktadır.



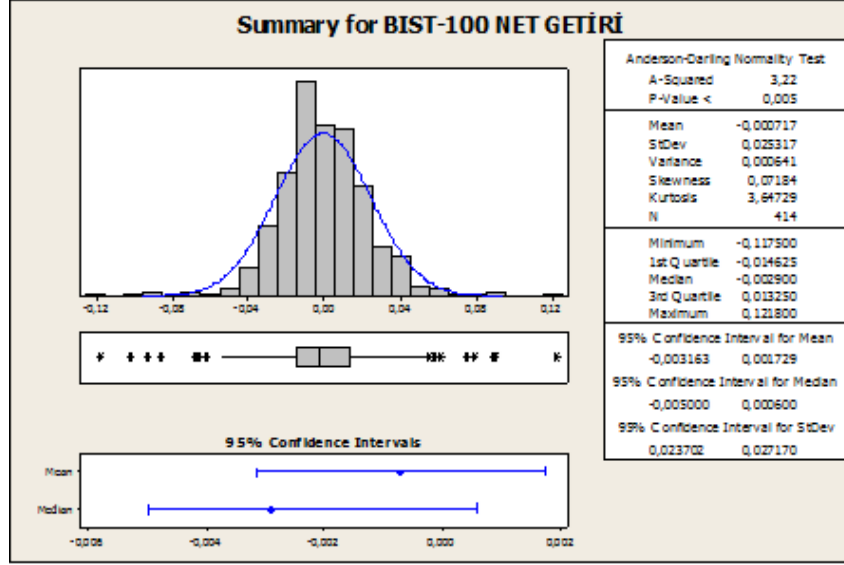
Şekil 8. Mevduat Faiz Oranı Net Getiri Değeri Normallik Testi

Mevduat faiz oranı net getiri değeri %5 önem düzeyinde normal dağılımlı görünmemektedir. Döviz kuru net getiri değerine göre daha sağa çarpık ve ortalama net getiri, altın satış fiyatı net getiri değerine göre de daha homojen bir dağılıma sahiptir.



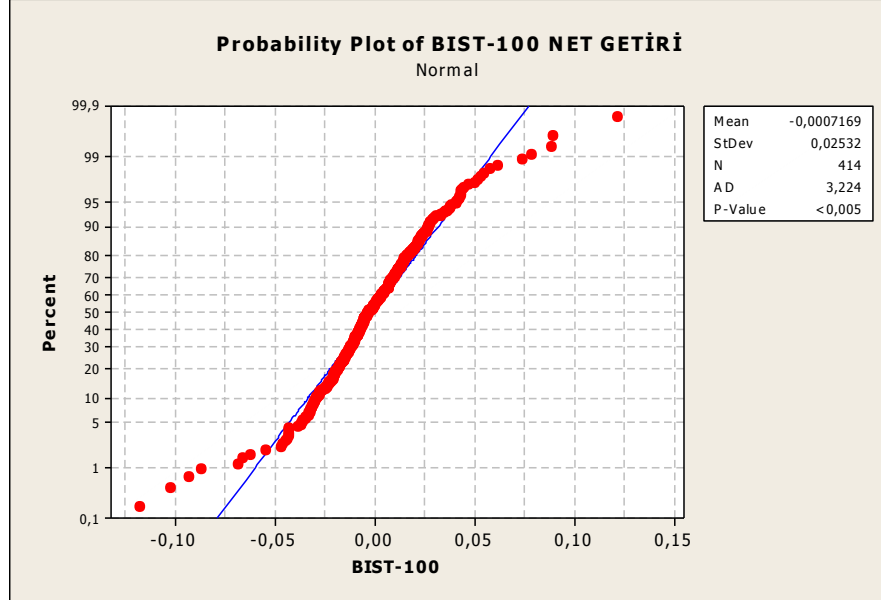
Şekil 9. Mevduat Faiz Oranı Net Getiri Değeri Q-Q Grafiği

Mevduat faiz oranı net getiri değerinin Q-Q grafiği incelendiğinde, mevduat faiz oranı net getiri değerinin ortalamaya göre farklılık gösterdiği görülmektedir.



Şekil 10. BIST-100 Net Getiri Değeri Normallik Testi

BIST-100 net getiri değerinin Anderson Darling normallik testine bakıldığında, %5 önem düzeyinde normal dağılımlı görünmemektedir. H_0 hipotezi red edilmektedir. Ortalama, medyan değerinden küçük olduğundan BIST-100 net getiri değeri sağa çarpık ve homojen bir dağılıma sahiptir.



Şekil 11. BIST-100 Net Getiri Q-Q Grafiği

416. hafta çıkartılarak hesaplanan BIST-100 net getiri değeri ortalamaya göre farklılık göstermektedir. BIST-100 net getiri değeri de uç değerlere sahiptir.

3.4.1.2. Net Getiri Değerlerine İlişkin Regresyon Analizi

Altın, yatırımcılar için hisse senedine alternatif bir finansal varlık olarak düşünüldüğünde birinin fiyatı arttığında diğerinin fiyatının düşmesi beklenir. Altında bir haftanın fiyatı bir önceki haftaya göre azaldığında bu finans aracının getirisi de azalabilir, altının getirisi azaldığında rakibi olan hisse senedine yönelme olacağından hisse senetlerinden elde edilen getiri artabilir.

Döviz kurundaki yükselme, hisse senedinin reel verimini olumsuz olarak etkilemekte; hisse senelerinin değerini düşürmektedir. Döviz kurundaki bir düşüş ise hisse senedinin reel verimini olumlu yönde etkilemektedir. Hisse senedi ile döviz rakip iki finansal varlık olarak düşünüldüğünde, döviz kurundaki artış hisse senedine olan talebi azaltacağından, hisse senedi fiyatının düşmesi beklenir. Bu durum bu iki değişken arasında negatif yönlü bir ilişkinin varlığını ortaya koymaktadır.

Analizde kullanılan hisse senetleri BIST-100 Endekse aittir. Dolayısıyla BIST-100 endeksteki getirinin artışı hisse senetlerinin artışını göstermektedir.

Aşağıdaki regresyon sonuçlarına göre, altın net getiri değeri ve döviz kuru net getiri değeri, hisse senedinin net getiri değerini negatif yönde etkilemektedir. BIST-100 Endeks net getiri değeri de hisse senetleri net getiri değerini pozitif yönde etkilemektedir.

MODEL_1:

$$\text{ORTALAMA NET GETİRİ} = 0,00366 - 0,151\text{ALTIN NET GETİRİ} + 0,0094\text{MEVDUAT FAİZ ORANI NET GETİRİ} - 1,090\text{DÖVİZ KURU NET GETİRİ} + 0,341\text{BIST-100 NET GETİRİ}$$

Tablo 4. Net Getiri Değerine İlişkin Model Özeti

	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	t	p
Sabit	0,00366	0,00122	3,00	0,003
ALTIN NET GETİRİ	-0,15072	0,05655	-2,67	0,008
MEVDUAT FAİZ ORANI NET GETİRİ	0,00935	0,01592	0,59	0,557
DÖVİZ KURU NET GETİRİ	-1,09046	0,07517	-14,51	0,000
BIST-100 NET GETİRİ	0,34076	0,04857	7,02	0,000

S = 0,0243124, $R^2 = \%43,2$, $R^2(\text{düzeltilmiş}) = \%42,7$

Altın net getiri, döviz kuru net getiri ve BIST-100 net getiri değerlerinin model parametreleri kestirimleri %5 önem düzeyinde anlamlıdır. Net getiri değerlerine ilişkin regresyon modelinde, ortalama net getiri değerindeki değişimin %42,7'si altın net getiri, döviz kuru net getiri ve BIST-100 net getiri değerlerindeki değişimlerle açıklanmaktadır.

Tablo 5. Net Getiri Değerine İlişkin Varyans Analizi

	SD	SS	MS	F	p
Regresyon	4	0,183133	0,04578	77,46	0,000
Artık Hata	407	0,240574	0,00059		
Toplam	411	0,423708			

Net getiri değerlerine ilişkin regresyon modelinde, altın net getiri, döviz kuru net getiri ve BIST-100 net getiri değerleri ile ortalama net getiri değeri arasındaki doğrusal ilişki, istatistiksel olarak anlamlı düzeydedir ($p < 0,05$).

Tablo 6. Net Getiri Değerine İlişkin Uç Değerler

Gözlem	ALTIN NET GETİRİ	ORTALAM ANET GETİRİ	Uyum	Uyum SE	Uç Değer	Standartlaştırılmış Uç Değer	
15	0,006	-0,08279	-0,02080	0,00245	-0,06200	-2,56	R
53	0,030	0,00392	0,02279	0,01602	-0,01890	-1,03	X
61	-0,017	-0,05701	-0,00020	0,00183	-0,05690	-2,35	R
62	-0,002	-0,01217	0,01834	0,00518	-0,03050	-1,28	X
71	-0,011	-0,09794	-0,08620	0,00547	-0,01180	-0,50	X
72	-0,066	-0,09412	-0,09010	0,00645	-0,00410	-0,17	X
75	-0,065	-0,09136	-0,00060	0,00394	-0,09070	-3,78	R
76	-0,005	-0,00069	-0,00180	0,00489	0,00109	0,05	X
78	0,064	0,04884	0,04065	0,00482	0,00818	0,34	X
159	-0,006	-0,12510	-0,05090	0,00327	-0,07420	-3,08	R
167	-0,014	-0,05637	-0,03670	0,00577	-0,01960	-0,83	X
181	0,009	-0,04248	0,00902	0,00186	-0,05150	-2,12	R
182	0,042	-0,09344	-0,01780	0,00284	-0,07560	-3,13	R
193	0,042	-0,13468	-0,04380	0,00393	-0,09090	-3,79	R
195	-0,047	-0,05756	0,00359	0,00357	-0,06120	-2,54	R
196	0,044	-0,12694	-0,14160	0,00907	0,01463	0,65	X

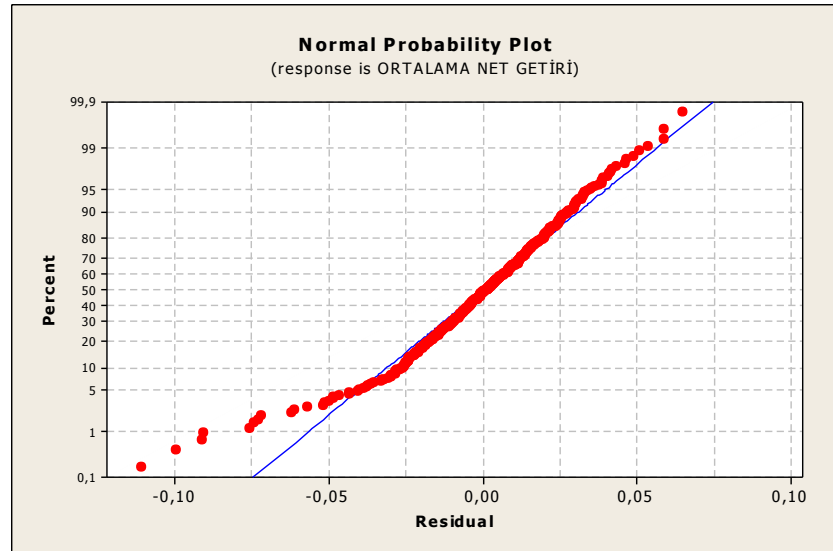
* R: Büyük uç değerli gözlemler

X: Yüksek kaldıraçlı gözlemler

Gözlem	ALTIN NET GETİRİ	ORTALAM ANET GETİRİ	Uyum	Uyum SE	Uç Değer	Standartlaştırılmış Uç Değer	
197	-0,049	-0,07849	-0,02710	0,00398	-0,05140	-2,14	R
198	-0,103	-0,09723	-0,11150	0,00875	0,01423	0,63	X
199	-0,016	0,01307	-0,04050	0,00356	0,05357	2,23	R
200	0,006	0,06497	0,04824	0,00757	0,01674	0,72	X
203	0,088	0,05279	0,06600	0,00701	-0,01320	-0,57	X
204	-0,043	-0,01940	0,00454	0,00492	-0,02390	-1,01	X
208	0,033	0,04915	-0,00180	0,00213	0,05092	2,10	R
215	0,048	-0,03259	-0,02500	0,00468	-0,00760	-0,32	X
218	-0,009	0,01861	-0,03040	0,00241	0,04899	2,03	R
222	-0,038	0,02550	0,04764	0,00502	-0,02210	-0,93	X
224	0,004	0,01926	-0,03970	0,00274	0,05899	2,44	R
229	0,018	0,04544	-0,01350	0,00241	0,05889	2,43	R
252	0,031	-0,07837	-0,00650	0,00280	-0,07190	-2,98	R
279	-0,017	-0,04598	0,02684	0,00489	-0,07280	-3,06	X-R
319	0,021	-0,05724	-0,00740	0,00181	-0,04990	-2,06	R
343	0,062	-0,17899	-0,06820	0,00590	-0,11080	-4,70	X-R
344	0,024	0,05618	-0,00850	0,00208	0,06466	2,67	R
347	0,013	-0,10956	-0,01000	0,00177	-0,09960	-4,11	R
350	-0,079	0,00386	-0,02740	0,00475	0,03129	1,31	X

* R: Büyük uç değerli gözlemler
X: Yüksek kaldıraçlı gözlemler

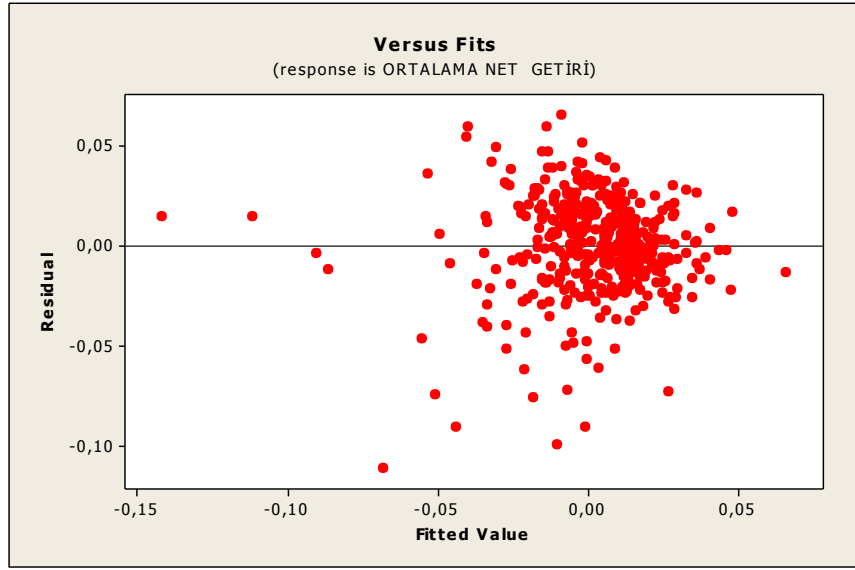
Uç değerlere bakıldığında, bazı gözlemlerin büyük uç değerlere bazılarının büyük kaldıraçlı değerlere, bazılarının ise hem yüksek kaldıraçlı hem de büyük uç değerlere sahip olduğu görülmektedir. İlerleyen bölümlerde yüksek kaldıraçlı ve büyük uç değere sahip gözlemler veri setinden çıkartılarak analizler yapılacaktır.



Şekil 12. Ortalama Net Getiriye Ait Artıkların Normallik Dağılımı

Ortalama net getiri değerine ait uç değerler grafikte net bir şekilde görülmektedir. Ortalama net getiri değeri kuyruklarda orta kesime göre farklılık

göstermektedir. Uç değerlere sahip gözlemlerin analizden çıkarılarak daha iyi sonuçların alınacağı beklenmektedir.



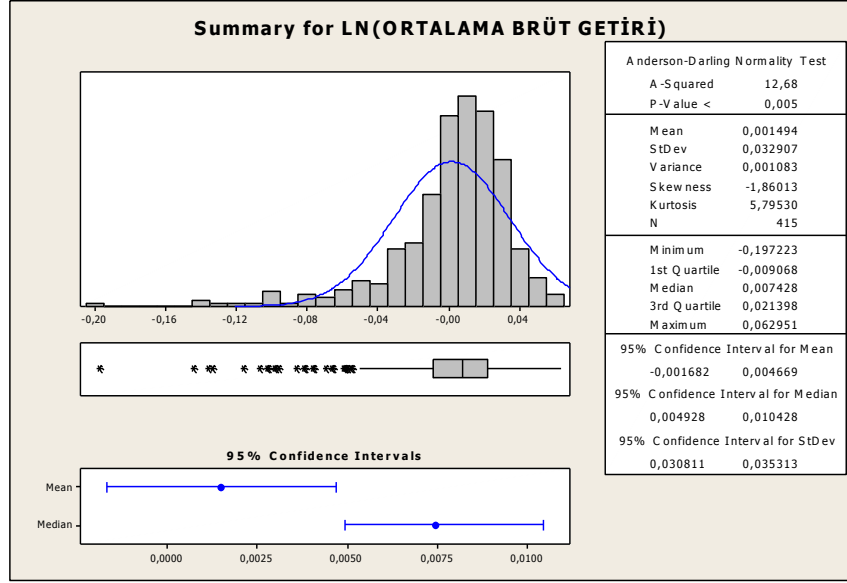
Şekil 13. Ortalama Net Getiri ile Artıklarının Saçılma Grafiği

Kestirilen (fitted) değerlerin dikey eksendeki sapma değerlerinden “0” a denk gelen çizilen yatay çizgi etrafında tam olarak rastgele dağılmadığı görünmektedir.

3.4.2. Brüt Getiri Değişkenlerine İlişkin Analizler

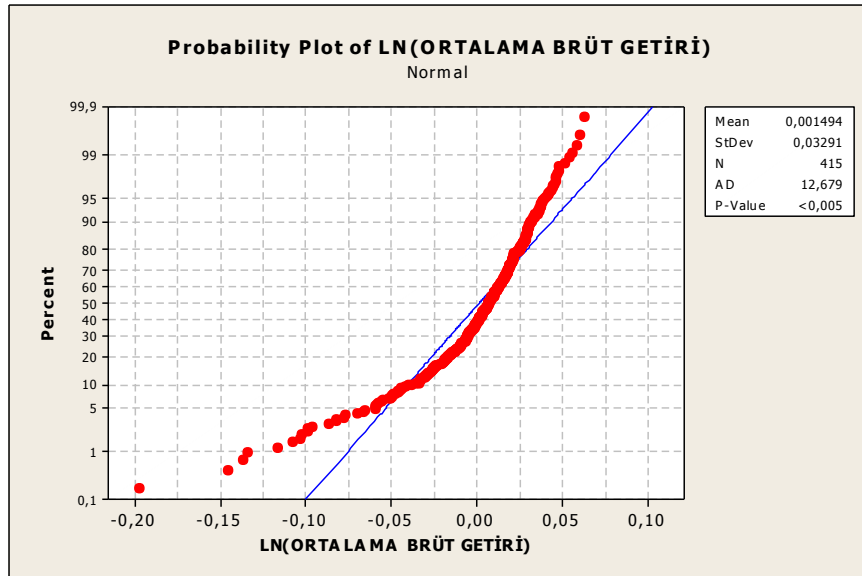
3.4.2.1. Brüt Getiriye İlişkin Betimsel Analiz

Bu kesimde, logaritmaları alınmış ortalama brüt getiri, altın satış fiyatı, mevduat faiz oranı, dolar döviz kuru getirilerinin, histogram ve Q-Q grafiklerden yararlanılarak normallik testine ilişkin betimsel analizler yapılmaktadır. Brüt getiri analizleri de 416. hafta değerleri çıkartılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 14. Ortalama Brüt Getiri Değeri Normallik Testi

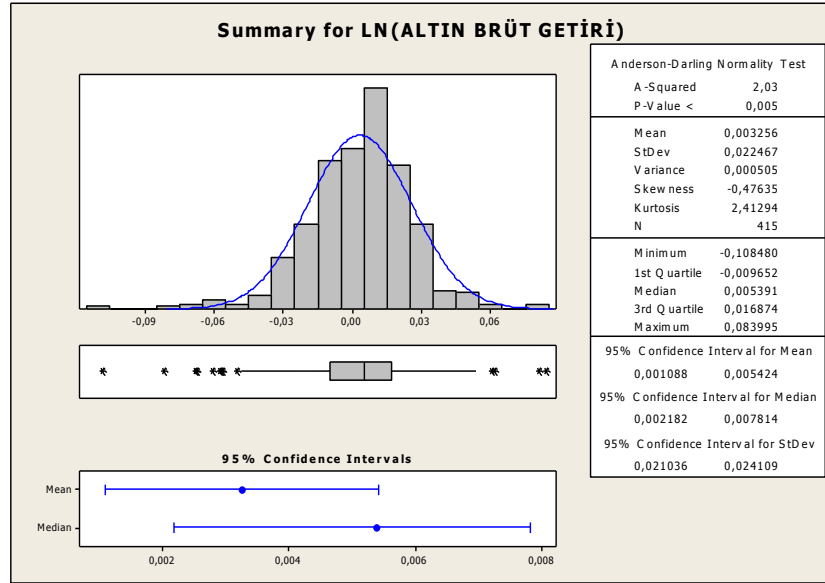
Şekil 14'deki Anderson Darling normallik testi sonuçlarına göre, logaritması alınmış ortalama brüt getiri %5 önem düzeyinde normal dağılımlı olduğu görünmemektedir. Logaritması alınmış ortalama brüt getiri değeri için H_0 hipotezi red edilmektedir. Histogram grafiği incelendiğinde, dağılımın sola çarpık olduğu görünmektedir.



Şekil 15. Ortalama Brüt Getiri Değeri Q-Q Grafiği

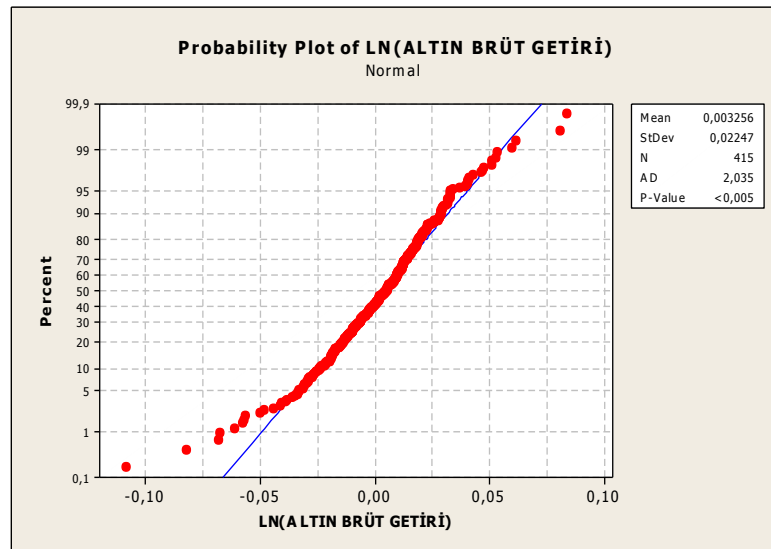
Logaritması alınmış ortalama brüt getiri değeri ortalaması, standart sapma değerinden büyüktür. Bu durum dağılımın kuyruklarında normal dağılımdan farklılık

gösterdiğini ortaya koymaktadır. Grafikten de noktaların uç değer oluşturduğu net bir biçimde görünmektedir.



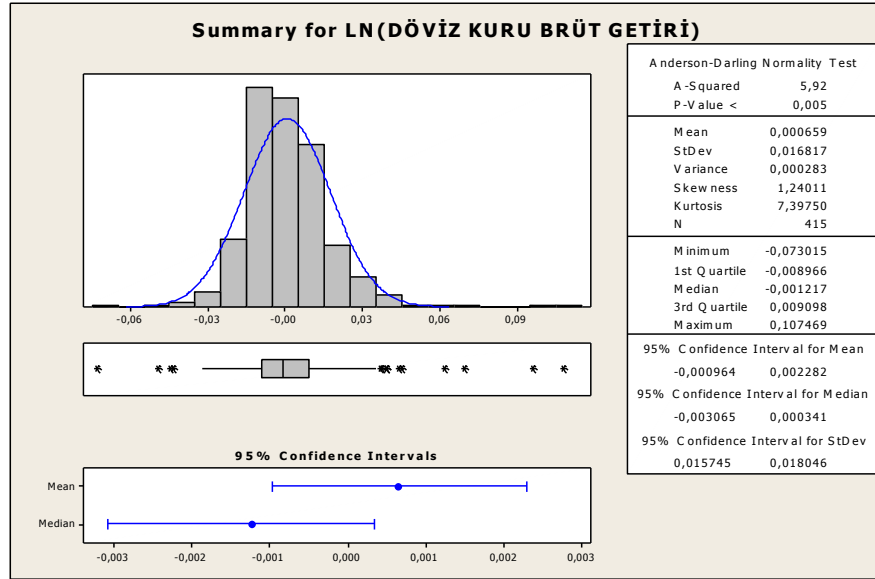
Şekil 16. Altın Brüt Getiri Değeri Normallik Testi

Şekil 16’da altın brüt getiri değerinin Anderson Darling normallik testi sonuçları ve histogram grafiğindeki dağılımı gösterilmektedir. Sonuçlara göre %5 önem düzeyinde normal dağılımlı olarak değerlendirilememektedir. Medyan değeri, ortalama değerden büyük olduğu için dağılım sola çarpık ve homojendir. Altın brüt getiri değeri ortalama brüt getiri değerinden daha homojen bir yapıya sahiptir.



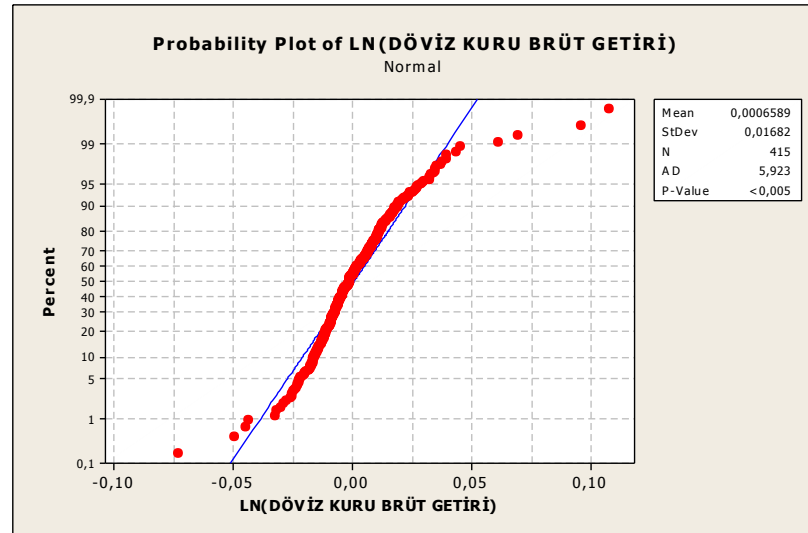
Şekil 17. Altın Brüt Getiri Değeri Q-Q Grafiği

Logaritması alınmış altın brüt getiri değeri kuyruk değerleri dağılımın normal olmadığını işaret etmektedir.



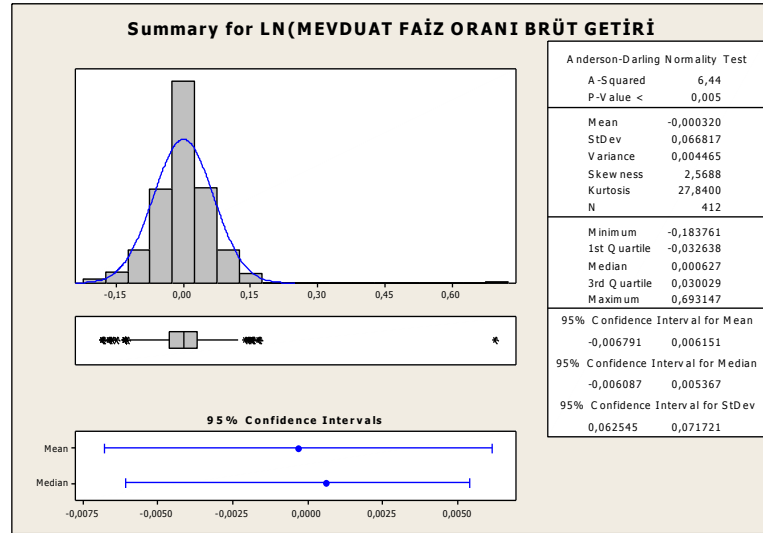
Şekil 18. Döviz Kuru (Dolar) Brüt Getiri Değeri Normallik Testi

Döviz kuru brüt getiri değeri %5 önem düzeyinde normal dağılımlı görünmemektedir. Sağa çarpık ve homojendir. Ortalama brüt getiri ve altın brüt getiri değerine göre daha homojen bir dağılıma sahiptir.



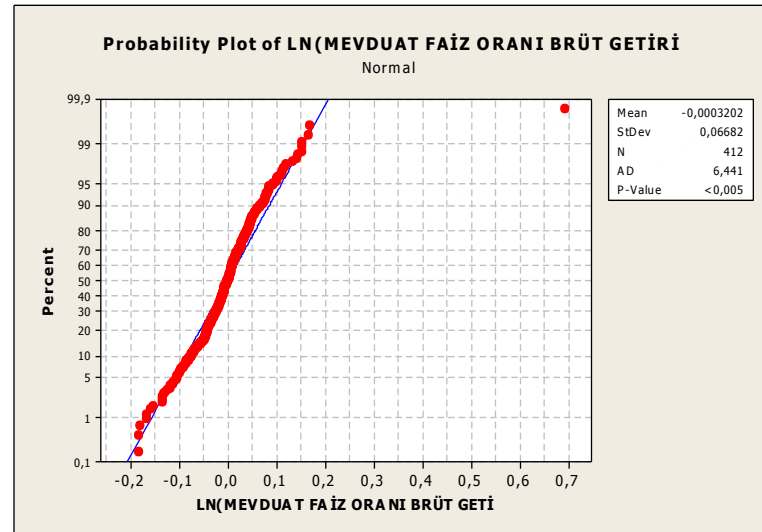
Şekil 19. 416. Döviz Kuru (Dolar) Brüt Getiri Değeri Q-Q Grafiği

Şekil 19'da görüldüğü üzere logaritması alınmış döviz kuru (dolar) brüt getiri değişkeninin tam olarak normal dağılıma sahip olmadığı söylenebilir. Uç değerli gözlemlerin analizden çıkarılmasının iyi olacağı düşünülmektedir.



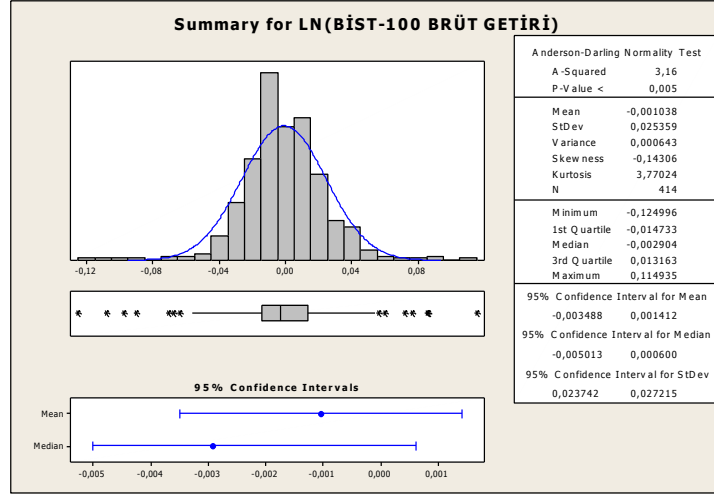
Şekil 20. Mevduat Faiz Oranı Brüt Getiri Değeri Normallik Testi

Mevduat faiz oranı brüt getiri değeri %5 önem düzeyinde normal dağılımlı görünmemektedir; döviz kuru brüt getiri değerine göre daha sağa çarpık ve ortalama net getiri, altın brüt getiri değerine göre de daha homojen bir dağılıma sahiptir.



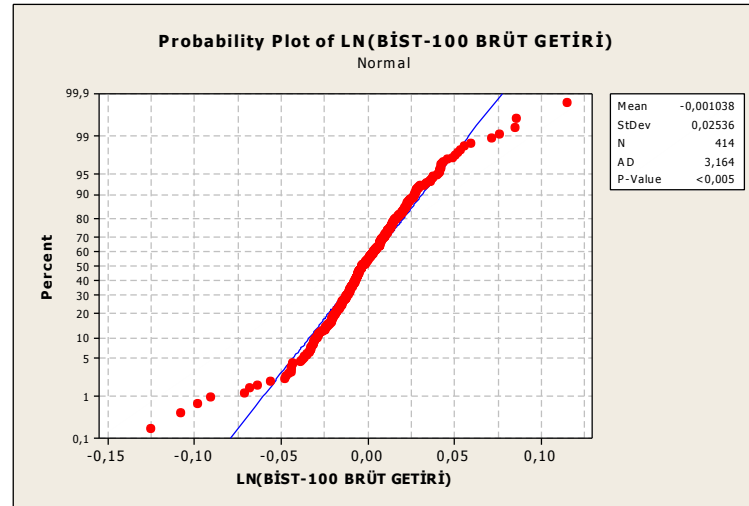
Şekil 21. Mevduat Faiz Oranı Brüt Getiri Değeri Q-Q Grafiği

Logaritması alınmış mevduat faiz oranı brüt getiri değerinin Q-Q grafiği incelendiğinde de değerlerin ortalamaya göre fazla sapmadığı görülse de ortalama değerin ($\bar{X}=-0,0003202$), standart sapmadan ($S=0,06682$) büyük olduğu sonucu bu durumun tersini söylemektedir. Yani logaritması alınmış mevduat faiz oranı brüt getiri değeri uç değerlere sahiptir.



Şekil 22. BİST-100 Brüt Getiri Değeri Normallik Testi

Logaritması alınmış BİST-100 brüt getiri değerinin Anderson Darling normallik testine bakıldığında, %5 önem düzeyinde normal dağılıma sahip olmadığı söylenebilir. H_0 hipotezi red edilmiştir. Ortalama, medyan değerinden büyük olduğundan BİST-100 brüt getiri değeri sola çarpık ve altın brüt getiriden daha homojen ortalama brüt getiri, döviz kuru ve mevduat faiz oranı brüt getiri değerlerinden daha az homojen bir dağılıma sahiptir.



Şekil 23. BİST-100 Brüt Getiri Değeri Q-Q Grafiği

BİST-100 brüt getiri değerleri de sapma göstermektedir ve istenen güven düzeyinde normal dağılım şartına uymadığı sonucuna ulaşılmaktadır.

3.4.2.2. Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Regresyon Analizi

416. hafta değerleri çıkartılarak hesaplanan brüt getiri değerlerine göre regresyon analizi sadece ortalama brüt getirinin logaritması alınarak yapılmıştır. Altın brüt getirisinin ve döviz kuru brüt getirisinin ortalama brüt getiri üzerindeki etkisi negatiftir. BIST-100 brüt getirisinin ortalama brüt getirisi üzerindeki etkisi ise pozitifdir. Model_1'deki aynı etki Model_2'de de söz konusudur.

MODEL_2:

$$\text{LN(ORTALAMA BRÜT GETİRİ)} = 0,00320 - 0,165\text{ALTIN BRÜT GETİRİ} + 0,0099\text{MEVDUAT FAİZ ORANI BRÜT GETİRİ} - 1,12\text{DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ} + 0,354\text{BIST-100 BRÜT GETİRİ}$$

Tablo 7. Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Model Özeti

	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	t	p
Sabit	0,00320	0,00125	2,56	0,011
ALTIN BRÜT GETİRİ	-0,16467	0,05799	-2,84	0,005
MEVDUAT FAİZ ORANI BRÜT GETİRİ	0,00991	0,01632	0,61	0,544
DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ	-1,12409	0,07709	-14,58	0,000
BIST-100 BRÜT GETİRİ	0,35373	0,0498	7,10	0,000

$$S = 0,0249322, R^2 = \%43,5, R^2(\text{düzeltilmiş}) = \%42,9$$

Brüt getiri değişkenlerine ilişkin regresyon modeli, modeldeki açıklayıcı değişkenlerin yanıt değişkeninde ki toplam varyansın %42,9'unu ifade edebileceği görülmektedir. Altın brüt getiri, döviz kuru brüt getiri ve BIST-100 brüt getiri değişkenlerinin kat sayıları "p" değeri bakımından anlamlıdır. Burada düzeltilmiş R^2 değeri bir önceki modele göre azda olsa artış göstermiştir.

Tablo 8. Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Modelin Varyans Analizi

	SD	SS	MS	F	p
Regresyon	4	0,194579	0,048645	78,26	0,000
Artık Hata	407	0,252998	0,000622		
Toplam	411	0,447577			

Varyans analizi tablosunda "p" değerinin %5 önem düzeyinde anlamlı olması oluşturulan regresyon modelin %95 düzeyinde güvenilir olduğunu göstermektedir.

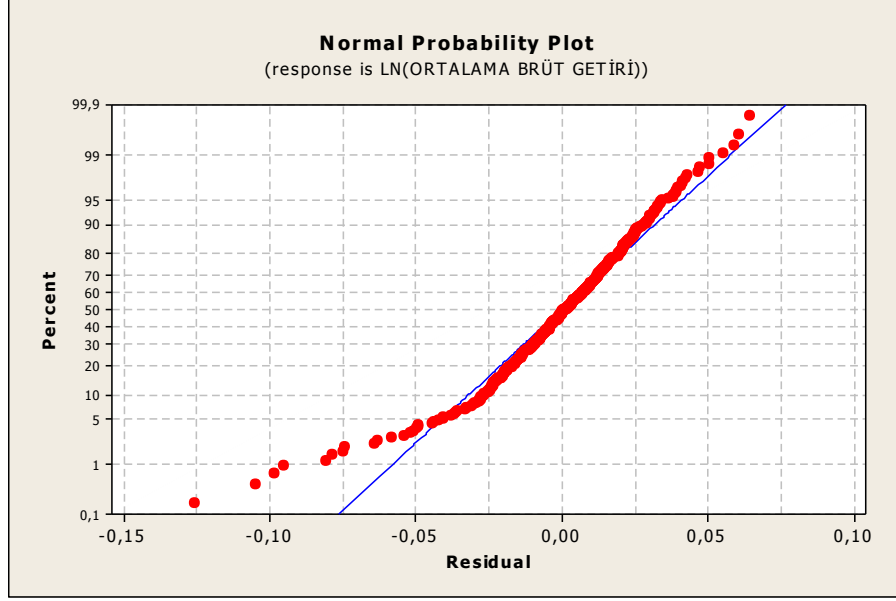
Tablo 9. Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Uç Gözlemler

Gözlem	ALTIN BRÜT GETİRİ	LN(ORTALAMA BRÜT GETİRİ)	Uyum	Uyum SE	Uç Değer	Standartlaştırılmış Uç Değer	
15	0,00600	-0,08642	-0,02215	0,00251	-0,06427	-2,59	R
53	0,03000	0,00391	0,02297	0,01643	-0,01906	-1,02	X
61	-0,01700	-0,05870	-0,00054	0,00187	-0,05816	-2,34	R
62	-0,00200	-0,01225	0,01854	0,00531	-0,03079	-1,26	X
71	-0,01100	-0,10308	-0,08939	0,00561	-0,01368	-0,56	X
72	-0,06600	-0,09885	-0,09304	0,00661	-0,00580	-0,24	X
75	-0,06500	-0,09580	-0,00060	0,00404	-0,09520	-3,87	R
76	-0,00500	-0,00069	-0,00216	0,00502	0,00147	0,06	X
78	0,06400	0,04768	0,04069	0,00494	0,00699	0,29	X
159	-0,00600	-0,13365	-0,05305	0,00335	-0,08060	-3,26	R
167	-0,01400	-0,05802	-0,03858	0,00591	-0,01944	-0,80	X
181	0,00900	-0,04341	0,00863	0,00191	-0,05203	-2,09	R
182	0,04200	-0,09810	-0,01937	0,00292	-0,07873	-3,18	R
193	0,04200	-0,14465	-0,04620	0,00403	-0,09845	-4,00	R
195	-0,04700	-0,05928	0,00348	0,00366	-0,06277	-2,55	R
196	0,04400	-0,13575	-0,14712	0,00930	0,01137	0,49	X
197	-0,04900	-0,08174	-0,02798	0,00408	-0,05376	-2,19	R
198	-0,10300	-0,10228	-0,11455	0,00897	0,01227	0,53	X
199	-0,01600	0,01299	-0,04217	0,00365	0,05515	2,24	R
200	0,00600	0,06295	0,04888	0,00776	0,01407	0,59	X
202	0,00900	-0,10731	-0,05755	0,00382	-0,04976	-2,02	R
203	0,08800	0,05145	0,06694	0,00719	-0,01549	-0,65	X
204	-0,04300	-0,01959	0,00439	0,00505	-0,02398	-0,98	X
208	0,03300	0,04798	-0,00270	0,00218	0,05068	2,04	R
215	0,04800	-0,03313	-0,02676	0,00480	-0,00637	-0,26	X
218	-0,00900	0,01844	-0,03182	0,00247	0,05025	2,03	R
222	-0,03800	0,02518	0,04882	0,00514	-0,02364	-0,97	X
224	0,00400	0,01908	-0,04161	0,00281	0,06068	2,45	R
229	0,01800	0,04443	-0,01470	0,00247	0,05913	2,38	R
252	0,03100	-0,08161	-0,00745	0,00288	-0,07416	-2,99	R
279	-0,01700	-0,04707	0,02748	0,00501	-0,07455	-3,05	X-R
319	0,02100	-0,05894	-0,00843	0,00186	-0,05052	-2,03	R
343	0,06200	-0,19722	-0,07160	0,00605	-0,12562	-5,19	X-R
344	0,02400	0,05465	-0,00950	0,00213	0,06416	2,58	R
347	0,01300	-0,11604	-0,01104	0,00181	-0,10500	-4,22	R
350	-0,07900	0,00385	-0,02821	0,00487	0,03206	1,31	X

* R: Büyük uç değerli gözlemler

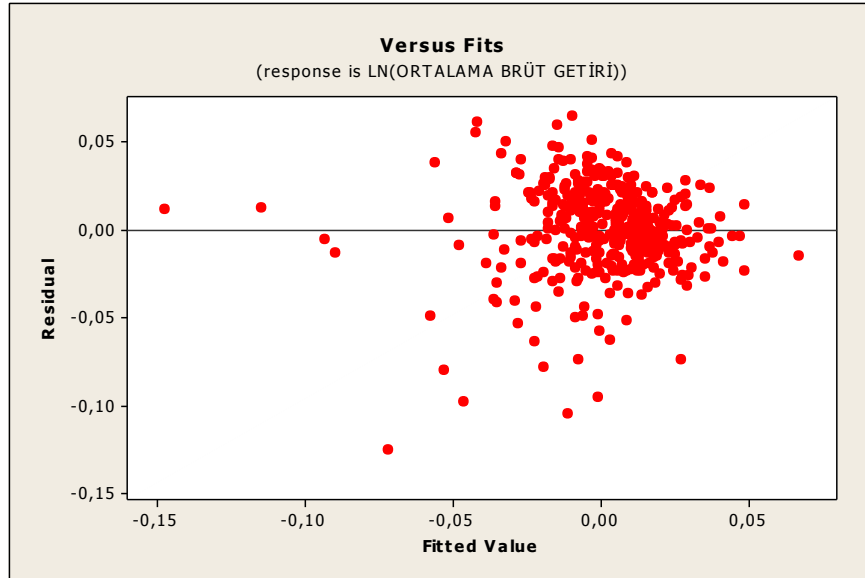
X: Yüksek kaldıraçlı gözlemler

Modelin hafta bazında kestirimleri incelendiğinde, R ile işaretli gözlemler büyük uç değere sahip, X işaretli gözlemlerde büyük kaldıraçlı değerlerdir. 15., 61.,75.,159.,181.,182.,193.,195.,197.,199.,202.,208.,218., 224., 229., 252., 319., 344., 347. haftalara ait gözlemler büyük uç değeri olan gözlemler, 279. ve 343. haftalara ait gözlemler hem yüksek kaldıraçlı hem de büyük uç değere sahip gözlemlerdir (X-R). Diğerleri ise yüksek kaldıraçlı gözlemlerdir (X).



Şekil 24. LN(Ortalama Brüt Getiri) Artık Değerlerinin Normallik Dağılımı

Ortalama brüt getiri değerine ilişkin uç değerlerin Q-Q grafiği incelendiğinde, tablo 9’da açıklandığı üzere büyük uç değerlerin hangi gözlemler olduğu gösterilmektedir.



Şekil 25. LN(Ortalama Brüt Getiri) ile Artıklarının Saçılma Grafiği

Logaritması alınmış ortalama brüt getiri değeri %5 önem düzeyinde normal dağılım göstermediği için uç değerler artıklar ekseninde sıfır çizgisi etrafında uzak noktalarda yer almaktadır. Beklenen noktalar dikey eksendeki “0” dan çizilen yatay çizgi etrafında bir fonksiyon biçimi oluşturmakta ve rasgele dağılmamaktadır.

Bu kesimdeki regresyon analizi ortalama brüt getirinin ve diğ er yanıt değ işkenlerinin logaritmaları alınarak yapılmıştır. Logaritması alınmış altın brüt getirisinin, logaritması alınmış d eviz kuru brüt getirisinin logaritması alınmış ortalama brüt getirisine etkisi negatif, logaritması alınmış BIST-100 brüt getirisinin ise logaritması alınmış ortalama brüt getirisine etkisi pozitifdir.

MODEL_3:

$$\text{LN(ORTALAMA BRÜT GETİRİ)} = 0,00314 - 0,161 \text{LN(ALTIN BRÜT GETİRİ)} + 0,0146 \text{LN(MEVDUAT FAİZ ORANI BRÜT GETİRİ)} - 1,13 \text{LN(DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ)} + 0,362 \text{LN(BİST-100 BRÜT GETİRİ)}$$

Tablo 10. LN(Brüt Getiri)'e İlişkin Model Özeti

	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	t	p
Sabit	0,00314	0,00125	2,52	0,012
LN(ALTIN BRÜT GETİRİ)	-0,16074	0,05794	-2,77	0,006
LN(MEVDUAT FAİZ ORANI BRÜT GETİRİ)	0,01458	0,01843	0,79	0,429
LN(DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ)	-1,13198	0,07802	-14,51	0,000
LN(BİST-100 BRÜT GETİRİ)	0,36169	0,04969	7,28	0,000

$$S = 0,0249096, R^2 = \%43,6, R^2(\text{düzeltilmiş}) = \%43,0$$

Logaritmaları alınmış brüt getiri değerlerine ilişkin regresyon denkleminde sabitin, altın brüt getiri, d eviz kuru brüt getiri ve BIST-100 brüt getiri değerlerinin ortalama brüt getiri değerindeki değ işime etki anlamında %95 güven düzeyinde önemli oldukları görülmektedir.

Tablo 11. LN(Brüt Getiri) Değerlerine İlişkin Modelin Varyans Analizi

	SD	SS	MS	F	p
Regresyon	4	0,195039	0,04876	78,58	0,000
Artık Hata	407	0,252538	0,00062		
Toplam	411	0,447577			

Varyans analizi tablosunda F testine ilişkin “p” değerinin %5 önem düzeyinde anlamlı olması, burada oluşturulan regresyon modelinin geğerli olduğ unu göstermektedir.

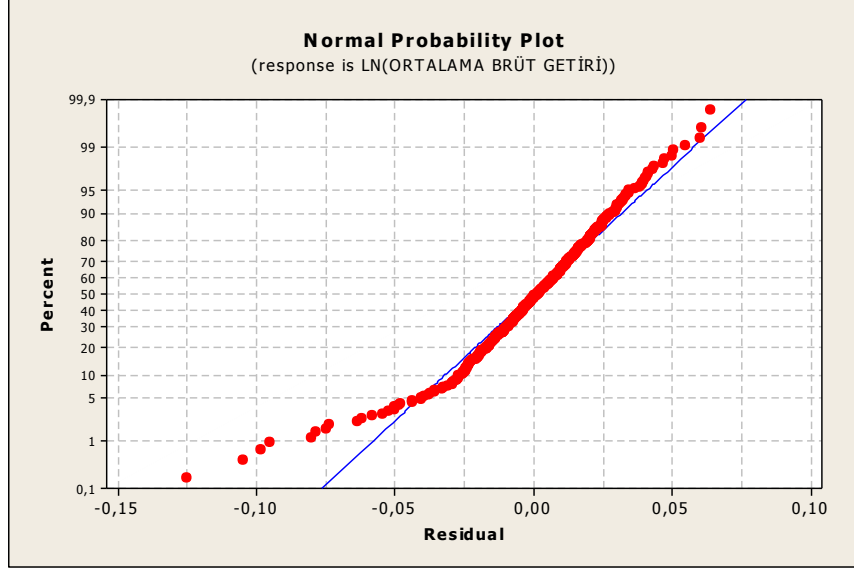
Tablo 12. LN(Brüt Getiri) Değerlerine İlişkin Uç Gözlemler

Gözlem	LN(ALTIN BRÜT GETİRİ)	LN(ORTALAMA BRÜT GETİRİ)	Uyum	Uyum SE	Uç Değer	Standartlaştırılmış Uç Değer	
15	0,006	-0,08642	-0,02286	0,00273	-0,06356	-2,57	R
53	0,029	0,00391	0,02346	0,01299	-0,01954	-0,92	X
61	-0,017	-0,05870	-0,00047	0,00191	-0,05824	-2,34	R
62	-0,002	-0,01225	0,01700	0,00533	-0,02925	-1,20	X
71	-0,011	-0,10308	-0,08828	0,00559	-0,01480	-0,61	X
72	-0,068	-0,09885	-0,09399	0,00676	-0,00486	-0,20	X
75	-0,067	-0,09580	-0,00076	0,00415	-0,09504	-3,87	R
76	-0,005	-0,00069	-0,00246	0,00489	0,00177	0,07	X
78	0,062	0,04768	0,04236	0,00500	0,00532	0,22	X
159	-0,006	-0,13365	-0,05327	0,00336	-0,08038	-3,26	R
167	-0,015	-0,05802	-0,04217	0,00624	-0,01584	-0,66	X
181	0,009	-0,04341	0,00882	0,00196	-0,05223	-2,10	R
182	0,042	-0,09810	-0,01929	0,00289	-0,07881	-3,19	R
193	0,041	-0,14465	-0,04653	0,00403	-0,09812	-3,99	R
195	-0,048	-0,05928	0,00284	0,00371	-0,06213	-2,52	R
196	0,043	-0,13575	-0,14428	0,00914	0,00853	0,37	X
197	-0,050	-0,08174	-0,02735	0,00409	-0,05438	-2,21	R
198	-0,108	-0,10228	-0,10842	0,00882	0,00614	0,26	X
199	-0,016	0,01299	-0,04174	0,00365	0,05473	2,22	R
200	0,006	0,06295	0,05014	0,00809	0,01282	0,54	X
202	0,009	-0,10731	-0,05697	0,00380	-0,05034	-2,04	R
203	0,084	0,05145	0,06681	0,00684	-0,01536	-0,64	X
204	-0,044	-0,01959	0,00368	0,00516	-0,02328	-0,96	X
208	0,032	0,04798	-0,00242	0,00220	0,05040	2,03	R
211	0,029	-0,01805	-0,05699	0,00500	0,03893	1,60	X
215	0,047	-0,03313	-0,02703	0,00500	-0,00610	-0,25	X
218	-0,009	0,01844	-0,03163	0,00248	0,05007	2,02	R
222	-0,039	0,02518	0,04985	0,00525	-0,02467	-1,01	X
224	0,004	0,01908	-0,04157	0,00281	0,06064	2,45	R
229	0,017	0,04443	-0,01544	0,00254	0,05988	2,42	R
252	0,030	-0,08161	-0,00695	0,00296	-0,07466	-3,02	R
279	-0,017	-0,04707	0,02673	0,00484	-0,07380	-3,02	X-R
319	0,021	-0,05894	-0,00859	0,00185	-0,05035	-2,03	R
343	0,060	-0,19722	-0,07226	0,00605	-0,12496	-5,17	X-R
344	0,023	0,05465	-0,00942	0,00214	0,06408	2,58	R
347	0,012	-0,11604	-0,01129	0,00182	-0,10475	-4,22	R
350	-0,082	0,00385	-0,02858	0,00501	0,03243	1,33	X

* R: Büyük uç değerli gözlemler

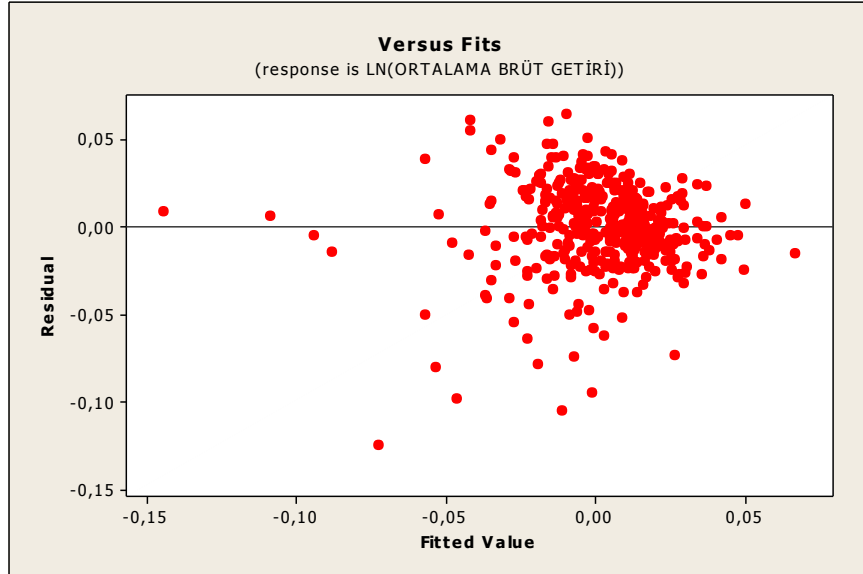
X: Yüksek kaldıraçlı gözlemler

Modelde, sadece yanıt veya bağımlı değişkenin logaritması alınarak regresyon analizi yapıldığında da kaldıraç değeri ve uç değerler önceki modelde saptanan aynı haftalara ait gözlemlerde yüksek bulunmuştur.



Şekil 26. Logaritması Alınmış Ortalama Brüt Getirilerin Artıklarının Normallik Dağılımı

Uç değerin normallik dağılımına bakıldığında, bunların normal dağılımlı olmadığı söylenebilmektedir.



Şekil 27. Logaritması Alınmış Ortalama Brüt Getiriler ile Artıkları Arasındaki Saçılma Grafiği

Logaritması alınmış ortalama brüt getiri ile uç değerler arasındaki ilişkiye bakıldığında, logaritması alınmış ortalama brüt getiri değerinin dağılımının da istenen düzeyde normal olmadığı söylenebilir.

3.4.2.3. Net (veya Brüt) Getiri Değerlerinin İkili (Binary) Lojistik Regresyon Analizleri

Bu bölümde, 416. hafta değerleri çıkartılarak hesaplanan brüt getiri değerlerinin lojistik regresyon analizi gösterilmektedir.

Tablo 13. Brüt Getiri Değerinin Betimsel İstatistiği

Değişken	Kategori	n
U	2	150
	1	262
	Toplam	412

Ortalama brüt getiri için riskli ve risksiz olmak üzere iki kategorili bir U değişkeni oluşturularak, 1 değeri risksiz, 2 değeri ise riskli kategorisini ifade etmektedir.. Ortalama net getiri de 150 tane gözlem riskli, 262 gözlem risksiz kategorisinde yer almıştır.

MODEL_4:

$$U = -0,74978 + 14,2778\text{LN}(\text{ALTIN BRÜT GETİRİ}) - 2,9846\text{LN}(\text{MEVDUAT FAİZ ORANI BRÜT GETİRİ}) + 71,5805\text{LN}(\text{DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ}) - 20,587\text{LN}(\text{BİST-100 BRÜT GETİRİ})$$

Tablo 14. Brüt Getiri Değerlerinin Lojistik Regresyon Analizine İlişkin Model Özeti

	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	Z	p	$\text{Exp}(\hat{\beta})$
Sabit	-0,74978	0,12092	-6,20	0,000	
LN(ALTIN BRÜT GETİRİ)	14,2778	5,90182	2,42	0,016	1587630,71
LN(MEVDUAT FAİZ ORANI BRÜT GETİRİ)	-2,9846	2,01720	-1,48	0,139	0,05
LN(DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ)	71,5805	10,2116	7,01	0,000	1,22E+31
LN(BİST-100 BRÜT GETİRİ)	-20,587	5,45068	-3,78	0,000	0,00

Logaritmaları alınmış altın brüt getiri, döviz kuru brüt getiri ve BIST-100 brüt getiri katsayıları %95 güven düzeyinde anlamlıdır. Sonuçlara göre altın brüt getirisinin riskli olma olasılığı risksiz olma olasılığına göre 1587630,71 kat daha fazladır; döviz

kuru brüt getirinin riskli olması risksiz olma olasılığına göre 1,22E+31 kat daha fazladır.

Tablo 15. Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Modelin Güven Aralıkları

	% 95 Güven Aralığı	
	Alt Sınır	Üst Sınır
Sabit		
LN(ALTIN BRÜT GETİRİ)	15,03	1,68E+11
LN(MEVDUAT FAİZ ORANI BRÜT GETİRİ)	0,00	2,64
LN(DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ)	2,48E+22	6,02E+39
LN(BİST-100 BRÜT GETİRİ)	0,00	0,00

Log-Likelihood = -222,168, G = 95,983, SD = 4, p = 0,000

Logaritması alınmış altın brüt getirisi %5 önem düzeyinde alt sınır 15,03 ile üst sınır 1,68E+11 değerleri arasında, döviz kuru brüt getirisi alt sınır 2,48E+22 ile üst sınır 6,02E+39 değerleri arasında ve BIST-100 brüt getirisi alt sınır 0,00 ile üst sınır 0,00 değerleri arasında değişim göstermektedir. Modelin log-likelihood değeri %5 önem düzeyinde anlamlıdır. Tahmin edilen logit modelinin bütün olarak anlamlı olduğu sonucuna varılmaktadır.

Tablo 16. Brüt Getiri Değerlerinin Goodness-of-Fit Testi

	Ki-Kare	SD	p
Pearson	396,227	407	0,640
Deviance	444,337	407	0,098
Hosmer-Lemeshow	4,335	8	0,826

Altın brüt getiri, mevduat faiz oranı brüt getiri, döviz kuru brüt getiri ve BIST-100 brüt getirisinin ortalama brüt getirisi üzerindeki etkisini ortaya koyan modelin uyum iyiliğine bakıldığında, model Hosmer-Lemeshow testine ilişkin “p” değeri ile %5 önem düzeyinde anlamlı çıkmaktadır. Model, incelenen A tipi hisse senedi getirilerinin riskli ve risksiz getiri ayrımını yüksek güven düzeyinde, sağlıklı bir şekilde yapabilmektedir.

Kurulan modelin uyum iyiliği testi Hosmer-Lemeshow’un hem onlu risk grupları hem de sabit kesim noktası yöntemine göre hesaplanmıştır. Tablo 17’de onlu risk grupları yöntemiyle hesaplanan beklenen ve gözlenen değerler verilmiştir.

Tablo 17. Brüt Getiri Değerlerinin Pearson Ki-Kare İstatistiği İçin Hosmer-Lemeshow Testi

Risk Grupları											
Değer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam
U=2											
Gözlenen	3	3	10	11	9	16	18	21	25	34	150
Beklenen	3,0	6,0	7,8	9,6	11,8	14,1	17,4	20,6	25,0	34,7	
U=1											
Gözlenen	38	38	31	30	33	25	23	20	16	8	262
Beklenen	38,0	35,0	33,2	31,4	30,2	26,9	23,6	20,4	16,0	7,3	
Toplam	41	41	41	41	42	41	41	41	41	42	412

Uyum iyiliğine karar vermek için;

$$\hat{C}_g = \sum_{k=0}^1 \sum_{l=1}^{10} \frac{(o_{kl} - e_{kl})^2}{e_{kl}} = \frac{(3-3,0)^2}{3,0} + \frac{(3-6,0)^2}{6,0} + \dots + \frac{(34-34,7)^2}{34,7} = 3,29$$

Hosmer-Lemeshow \hat{C}_g istatistiği $\alpha=0,05$ hata payı ve 8 serbestlik derecesi ile ki-kare dağılımı ile karşılaştırılır. $\hat{C}_g < \chi_{0,05,8}^2 = 15,50$ olduğundan model uyumunun oldukça iyi olduğu sonucuna varılmaktadır (EK-3).

Tablo 18. Bağımsız Brüt Getiri Değişkenleri ile Öngörü Olasılıkları Arasındaki Uyum Ölçümleri

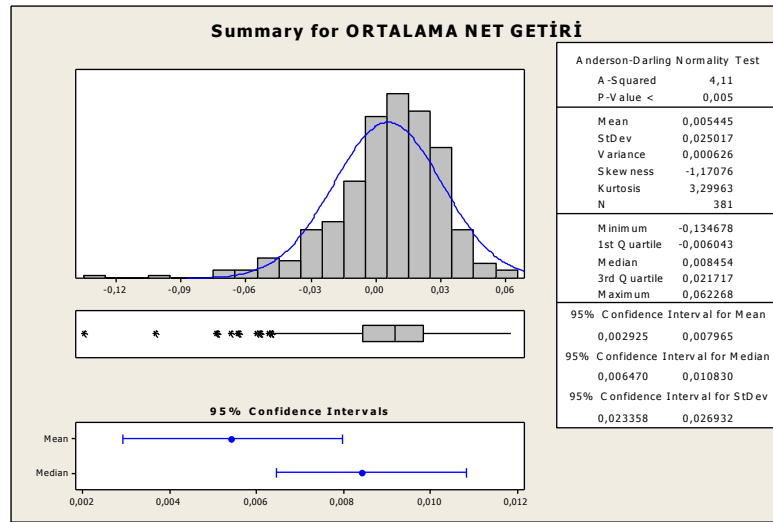
	n	%	Özet Ölçümler	
Concordant	30320	77,2	Somers' D	0,55
Discordant	8870	22,6	Goodman-Kruskal Gamma	0,55
Ties	110	0,3	Kendall's Tau-a	0,25
Toplam	39300	100		

Altın brüt getiri, mevduat faiz oranı brüt getiri, döviz kuru brüt getiri, BIST-100 brüt getiri değerlerinin; U kategorik değişkeni ile %77,2'lik bir uyuma sahip olup, güvenilir biçimde riskli, risksiz ataması yapabilme kapasitesine sahip görünmektedir.

3.4.3. Yüksek Standart Uç Değerli ve Yüksek Kaldıraçlı Gözlemler Çıkarılmış Verilerle Analiz

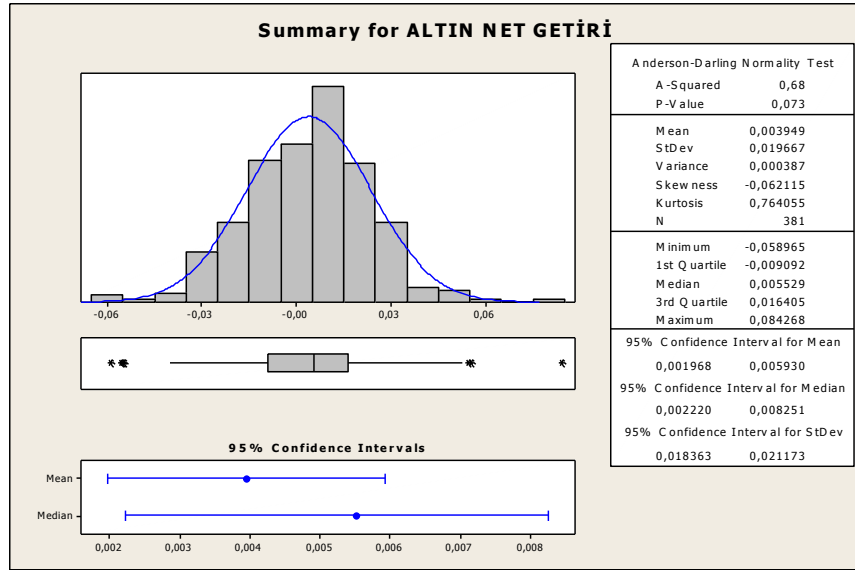
Bu kesimde, Tablo 6, Tablo 9 ve Tablo 12’de yüksek kaldıraçlı (R) ve büyük uç (X) değerleri görülen haftalara ait gözlemler veri setinden çıkartılarak betimsel analizler, regresyon ve lojistik regresyon analizleri tekrar yapıp, bunun elde edilen sonuçlar bakımından bir fark yaratıcı etkisi olup olmadığı incelenmiştir.

3.4.3.1. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin Betimsel Analiz



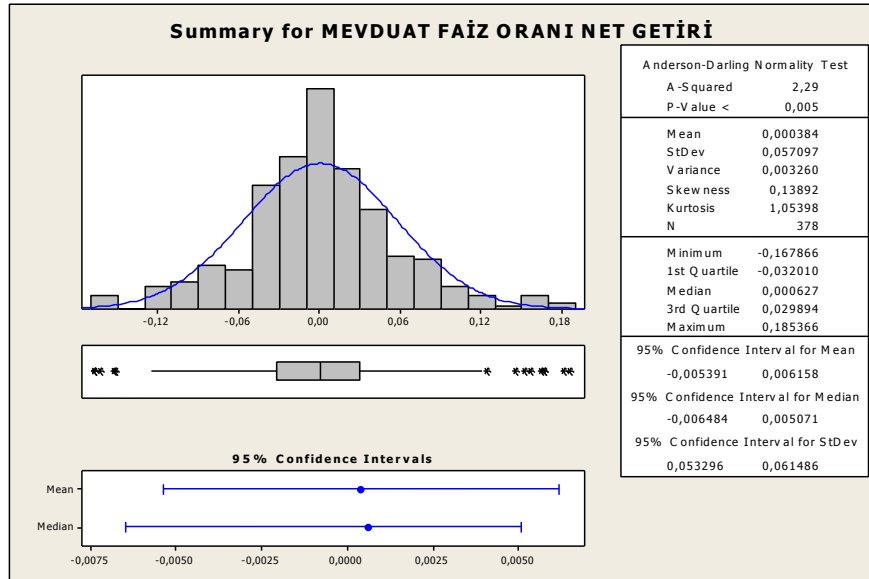
Şekil 28. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Ortalama Net Getiri Değeri Normallik Testi

Yüksek kaldıraçlı ve büyük uç değerlerin çıkarıldığı durumda, ortalama net getirinin, normallik testi p değeri bakımından %5 önem düzeyinde normal dağılmadığı sonucuna varılabilmektedir. Ortalama net getiri değişkenindeki yüksek kaldıraçlı ve büyük uç değerleri çıkarılmadan önceki model sonuçlarıyla çıkarıldıktan sonraki model sonuçları arasında çok büyük bir fark olduğu görünmemektedir.



Şekil 29. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan Altın Net Getiri Değeri Normallik Testi

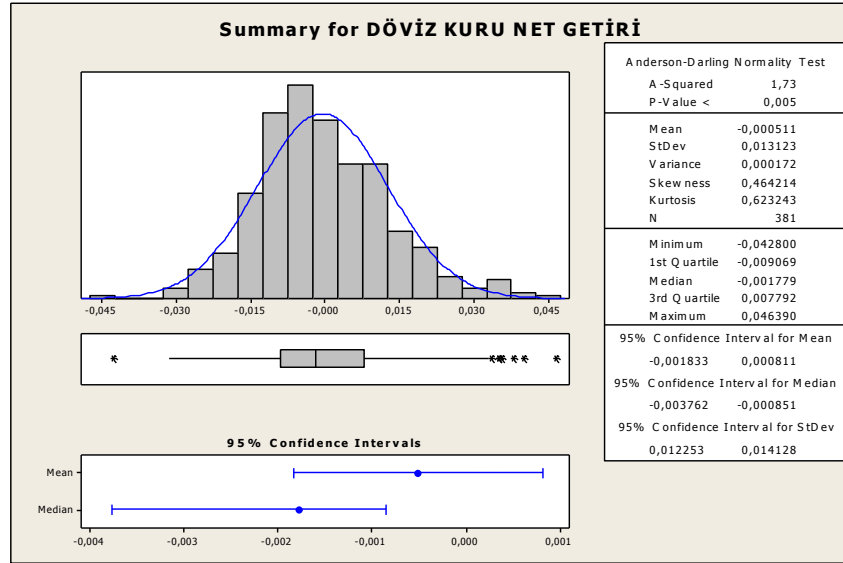
Altın net getiri değerinden çıkarılan yüksek kaldıraçlı ve büyük uç değerlerinden sonra yapılan betimsel analiz sonucunda, altın net getiri değeri %7 önem düzeyinde normal dağılıma uymaktadır.



Şekil 30. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan Mevduat Faiz Oranı Net Getiri Değeri Normallik Testi

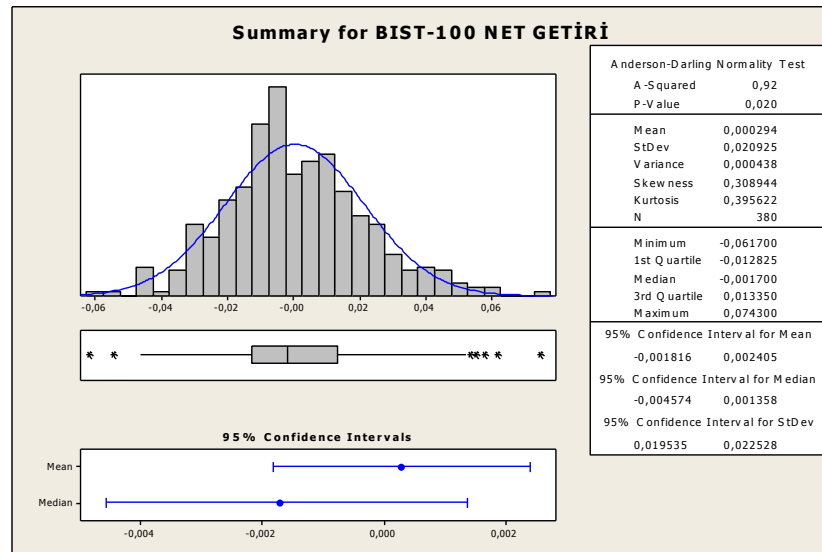
Ortalama mevduat faiz oranı net getiri değeri, yüksek kaldıraçlı ve büyük uç değerleri çıkarıldıktan sonra, normallik dağılım şartına yine uymadığı gözlemlenmektedir. %5 önem düzeyinde H_0 hipotezi red edilmektedir. Histogram grafiğine bakıldığında değişken simetrik bir dağılıma sahip gibi gözükmesine rağmen

basıklık ve çarpıklık değerleri bu değerlerin sağa çarpık ve heterojen bir dağılıma sahip olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 31. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan Döviz Kuru (Dolar) Net Getiri Normallik Testi

Döviz kuru net getiri değerinde yüksek kaldıraçlı ve büyük uç değerler çıkarıldıktan sonra yapılan Anderson Darling normallik testine göre, döviz kuru net getiri değeri %5 önem düzeyinde normal dağılıma uygun değildir. Ortalama değer in medyan değerinden büyük olması sebebiyle sağa çarpık ve homojen dağılım vardır.



Şekil 32. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan BIST-100 Net Getiri Değeri Normallik Testi

BIST-100 net getirinin Anderson Darling normallik testi istatistiklerine bakıldığında, %5 önem düzeyinde normal dağılmadığı tespit edilmiştir. Ortalama değer medyan değerinden büyük olduğu için dağılım sağa çarpık ve heterojendir.

3.4.3.2. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin Regresyon Analizi

MODEL_5:

$$\text{ORTALAMA NET GETİRİ} = 0,00544 - 0,151\text{ALTIN NET GETİRİ} + 0,0230\text{MEVDUAT FAİZ ORANI NET GETİRİ} - 1,02\text{DÖVİZ KURU NET GETİRİ} + 0,335\text{BIST-100 NET GETİRİ}$$

Tablo 19. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin Model Özeti

	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	t	p
Sabit	0,00544	0,00103	5,27	0,000
ALTIN NET GETİRİ	-0,15118	0,05414	-2,79	0,006
MEVDUAT FAİZ ORANI NET GETİRİ	0,02295	0,01776	1,29	0,197
DÖVİZ KURU NET GETİRİ	-1,02019	0,08245	-12,37	0,000
BIST-100 NET GERTİRİ	0,33457	0,04947	6,76	0,000

$$S = 0,0196667, R^2 = \%39,1, R^2(\text{düzeltilmiş}) = \%38,4$$

Yüksek kaldıraçlı ve büyük uç değerler veri setinden çıkarıldıktan sonra net getiriye ilişkin regresyon modeli, açıklanan değişkendeki toplam varyansın %38,4'ünü açıklayabilmektedir. Altın net getiri, döviz kuru net getiri ve BIST-100 net getiri değerlerinin kat sayıları “p” değerleri bakımından anlamlıdır. Yüksek kaldıraçlı ve büyük uç değerler çıkarılmamış verilerle yapılmış olan model, önceki modeller daha büyük R^2 değerlerine sahip çıkmıştır.

Tablo 20. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin Varyans Analizi

	SD	SS	MS	F	p
Regresyon	4	0,092456	0,023114	59,76	0,000
Artık Hata	373	0,144268	0,000387		
Toplam	377	0,236724			

Yüksek kaldıraçlı ve yüksek standart uç değerlerin çıkartılmasından sonra yapılan regresyon analizinde, F-testi bağlamında modelin anlamlılığı, $p=0,000<0,05$ olduğundan yüksek çıkmıştır.

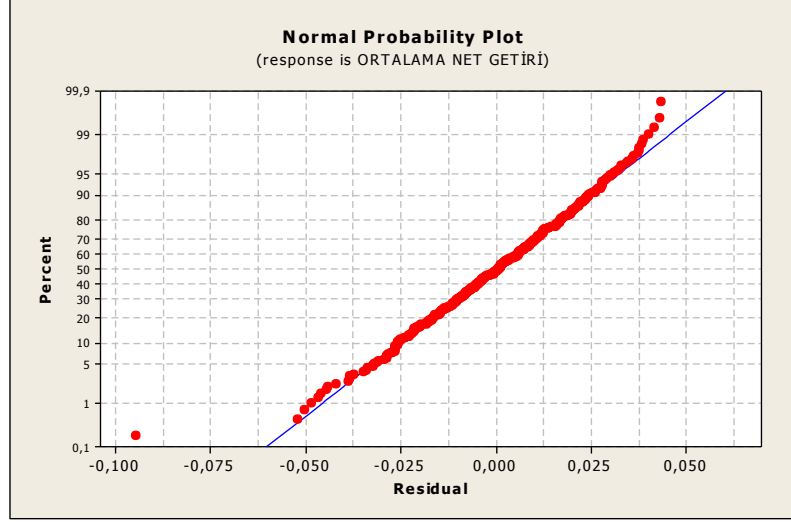
Tablo 21. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin Uç Gözlemler

Gözlem	ALTIN NET GETİRİ	ORTALAMA NET GETİRİ	Uyum	Uyum SE	Uç Değer	Standartlaştırılmış Uç Değer	
14	0,00310	-0,04866	-0,00008	0,00248	-0,04858	-2,49	R
18	-0,01170	0,03319	-0,01008	0,00164	0,04326	2,21	R
67	-0,01730	0,03159	-0,01194	0,00182	0,04354	2,22	R
69	0,01870	-0,06696	-0,02234	0,00320	-0,04461	-2,30	R
72	-0,02550	0,04273	0,03011	0,00426	0,01262	0,66	X
112	-0,00960	-0,07422	-0,03003	0,00327	-0,04419	-2,28	R
149	0,01900	-0,05338	-0,00313	0,00170	-0,05025	-2,56	R
153	0,01570	0,04758	0,00576	0,00178	0,04182	2,14	R
168	-0,00430	-0,06394	-0,01725	0,00192	-0,04668	-2,39	R
175	-0,05480	0,00402	0,00771	0,00413	-0,00369	-0,19	X
180	0,04180	-0,13468	-0,04009	0,00391	-0,09459	-4,91	R
181	0,08430	0,02185	0,02181	0,00445	0,00004	0,00	X
182	-0,00850	-0,05532	-0,03904	0,00456	-0,01628	-0,85	X
183	0,00900	-0,10175	-0,04991	0,00405	-0,05184	-2,69	X-R
184	0,05270	-0,00191	0,01221	0,00426	-0,01412	-0,74	X
186	-0,00250	0,01896	0,01351	0,00412	0,00546	0,28	X
189	0,02930	-0,01789	-0,05102	0,00488	0,03313	1,74	X
190	0,05520	0,02256	0,02217	0,00407	0,00039	0,02	X
195	0,01250	0,04135	0,04140	0,00402	-0,00005	0,00	X
198	0,00550	0,04791	0,00771	0,00108	0,04020	2,05	R
229	-0,05510	0,02995	0,00070	0,00403	0,02925	1,52	X
301	-0,00780	-0,04843	-0,00237	0,00218	-0,04606	-2,36	R
324	-0,03740	-0,07356	-0,03177	0,00350	-0,04179	-2,16	R

* R: Büyük uç değerli gözlemler

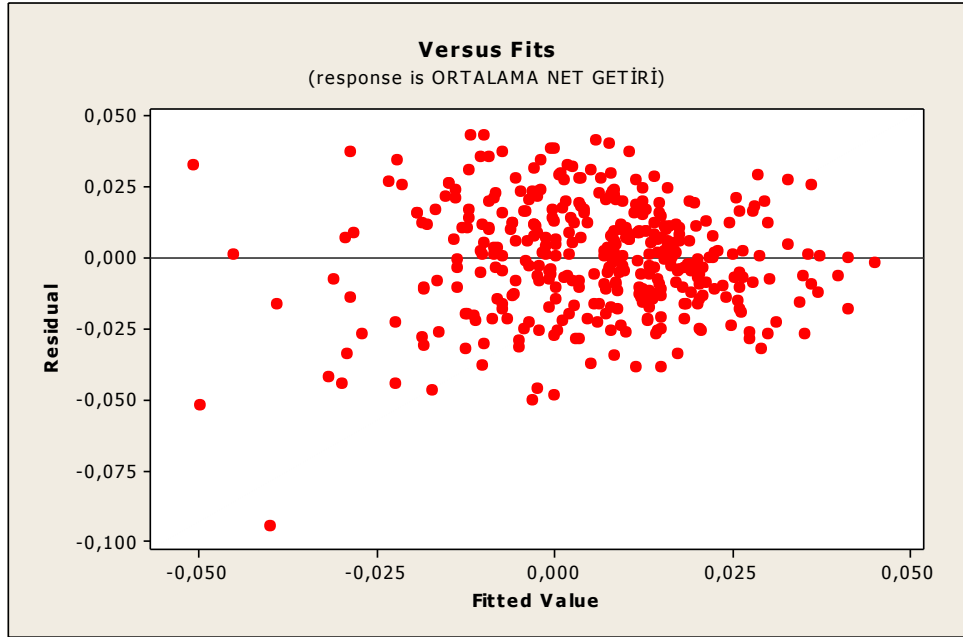
X: Yüksek kaldıraçlı gözlemler

Yüksek kaldıraçlı ve büyük uç değerleri çıkartıldıktan sonra yapılan regresyon analizi sonucunda, 14.,18.,67.,69.,112.,149.,153.,168.,180.,198.,301. ve 324. haftalara ait gözlemler büyük uç değerlere (R) sahip, 183. haftaya ait gözlem ise hem yüksek kaldıraçlı hem de büyük uç değerlere sahiptir. Geriye kalan gözlemler de yüksek kaldıraçlı gözlemler olarak görülmektedir.



Şekil 33. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan Ortalama Net Getirinin Artıklarının Normallik Dağılımı

Kestirilen ortalama net getiri değerlerine ait artık değerlerin dağılımının normal dağılıma yakın olduğu söylenebilir. Ancak uç değerli gözlemlerin hala var olduğu da gözönünde bulundurulmalıdır.

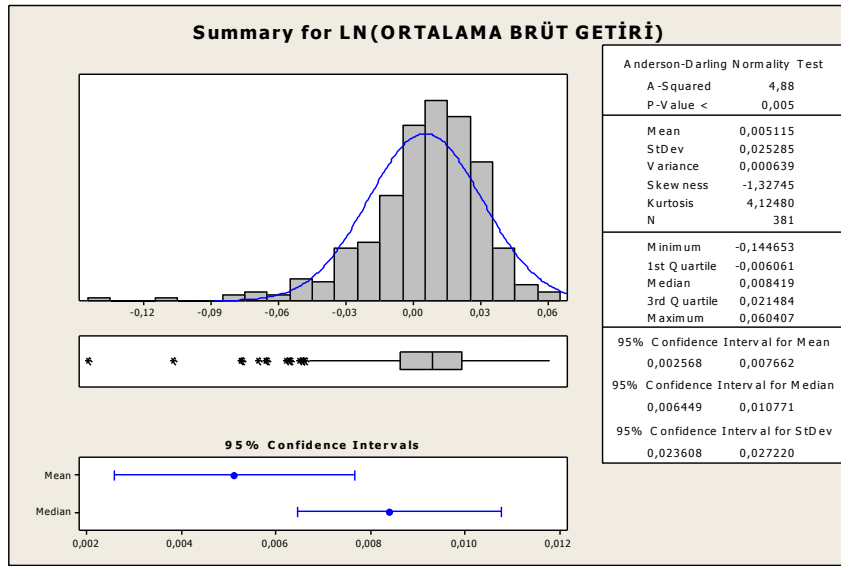


Şekil 34. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan Ortalama Net Getiri ile Artıkları Arasındaki Saçılma Grafiği

Yüksek kaldıraçlı ve büyük uç değerlerin çıkarılmasından sonra kestirilen değerler ve artık değerler noktalarının dikey eksendeki "0" çizgisi etrafında, net rasgelelik ilkesine çok uygun olmayan bir yapı sergilediği söylenebilmektedir.

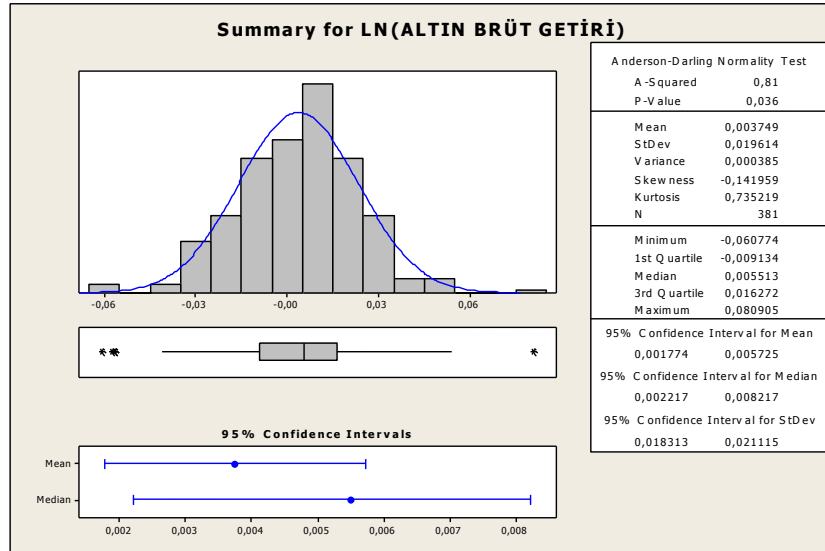
3.4.3.3. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Betimsel Analiz

Tablo 6, Tablo 9 ve Tablo 12’de yüksek kaldıraçlı (R) ve büyük uç (X) değerleri veri setinden çıkartılarak brüt getiriye ilişkin betimsel analizler ile regresyon ve lojistik regresyon analizleri tekrar yapılarak, bu işlemin sonuçlara bir etkisi olup olmadığı incelenmiştir.



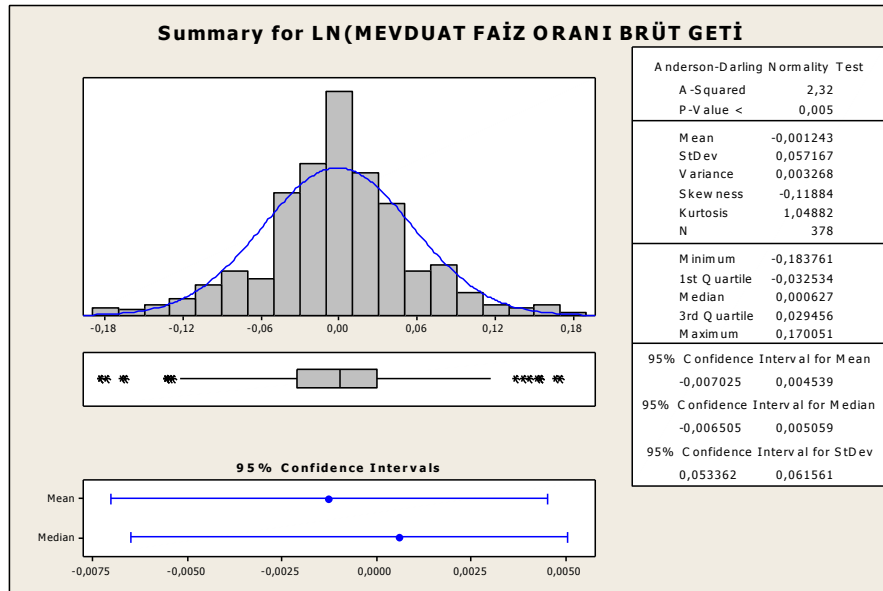
Şekil 35. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan Ortalama Brüt Getiri Değeri Normallik Testi

Yüksek kaldıraçlı ve büyük uç değerlerin çıkarıldığı veri setinde ortalama brüt getirinin %95 güven düzeyinde normal dağılmadığı görülmektedir. Ortalama brüt getiri değerindeki yüksek kaldıraçlı ve büyük uç değerlerin analizden çıkarılmadan önceki model sonuçlarıyla, çıkarıldıktan sonraki model sonuçları arasında çok büyük bir değişiklik yoktur.



Şekil 36. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan Altın Brüt Getiri Değeri Normallik Testi

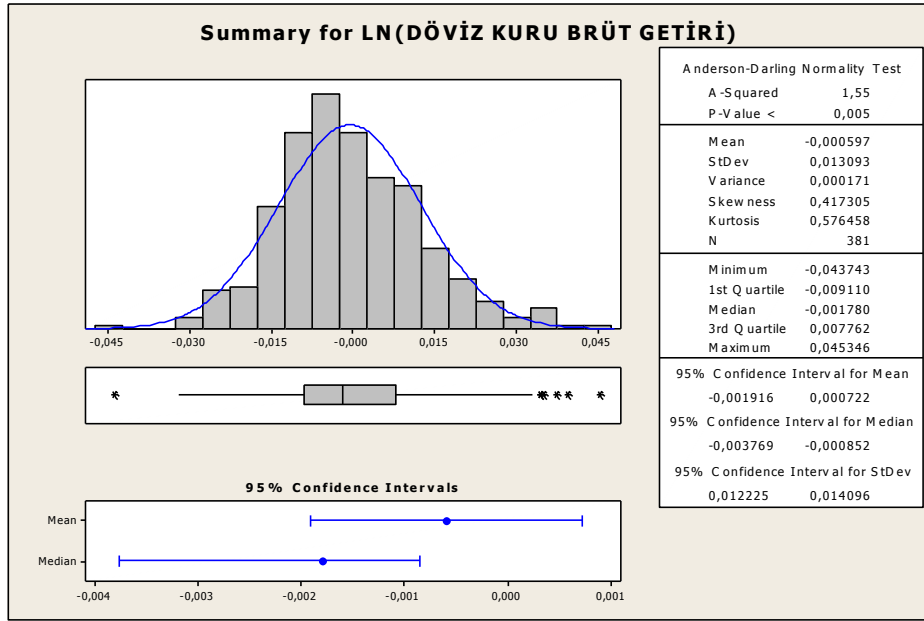
Altın brüt getiri değerinden çıkarılan yüksek kaldıraçlı ve büyük uç değerlerden sonra yapılan betimsel analiz sonucunda, altın brüt getiri değişkeni görece olarak normal dağılıma uygun görünmektedir. Yüksek kaldıraçlı ve büyük uç değerler çıkarılarak hesaplanan altın brüt getiri değerinin ortalaması, medyan değerinden küçük olduğu için sola çarpık ve homojen bir yapı da mevcuttur.



Şekil 37. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan Mevduat Faiz Oranı Brüt Getiri Değeri Normallik Testi

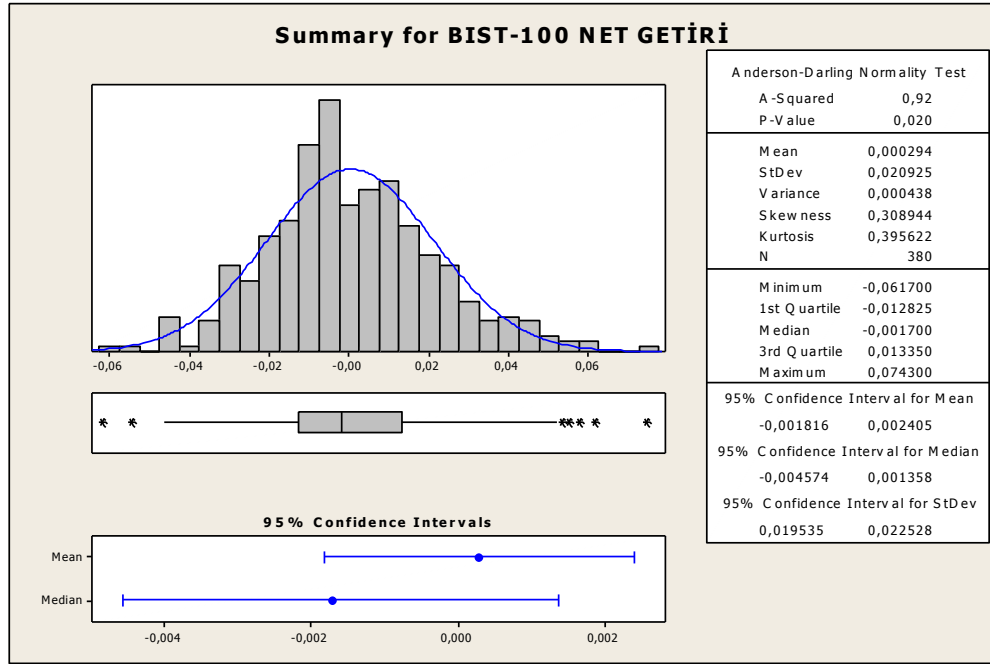
Ortalama mevduat faiz oranı brüt getiri değerinden yüksek kaldıraçlı ve büyük uç değerler çıkarıldıktan sonra, normallik dağılım şartına yine uyulmadığı

gözlemlenmektedir; %5 önem düzeyinde H_0 hipotezi red edilmektedir. Histogram grafiğinde, değerler dağılımı simetrik gibi gözükmesine rağmen basıklık ve çarpıklık değerleri sola çarpık ve heterojen bir dağılımı işaret etmektedir. Ortalama mevduat faiz oranı brüt getiri değerinin ortalama değeri de ortanca (medyan) değerden küçüktür.



Şekil 38. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan Döviz Kuru (Dolar) Brüt Getiri Değeri Normallik Testi

Döviz kuru brüt getiri değerinde yüksek kaldıraçlı ve büyük uç değerler çıkartıldıktan sonra yapılan Anderson Darling normallik testinde, döviz kuru brüt getiri değeri %5 önem düzeyinde normal dağılıma uygun değildir. Ortalama değerler ortanca değerden büyük olması sebebiyle sağa çarpık ve homojen bir yapı görülmektedir.



Şekil 39. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan BIST-100 Brüt Getiri Değeri Normallik Testi

BIST-100 brüt getiri değerinin Anderson Darling normallik testinde, BIST-100 brüt getiri değeri %5 önem düzeyinde normal dağılıma uygun değildir. Sağa çarpık ve heterojen dağılım vardır. Saplı kutu grafiğinde, ortanca çizgisi merkezin altında olduğu için dağılım pozitifdir. Kutunun dışında veri bulunduğu içinde uç değer vardır.

3.4.3.4. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Regresyon Analiz

Yüksek kaldıraçlı ve yüksek standart uç değerlerin çıkarılmasıyla hesaplanan yanıt ve bağımlı değişkenlerin brüt getirilerinin kullanıldığı regresyon analizi sonucunda kurulan model yorumlandığında (Model_6), altın ve döviz kurundan elde edilen brüt getirinin, hisse senedinden elde edilen ortalama brüt getiriyi negatif yönde, BIST1-100'den elde edilen brüt getirinin de hisse senedinden elde edilen ortalama brüt getiriyi pozitif yönde etkilediği görülmektedir.

MODEL_6:

$$\text{LN(ORTALAMA BRÜT GETİRİ)} = 0,00511 - 0,155\text{LN(ALTIN BRÜT GETİRİ)} + 0,0233\text{LN(MEVDUAT FAİZ ORANI BRÜT GETİRİ)} - 1,03\text{LN(DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ)} + 0,341\text{LN(BİST-100 BRÜT GETİRİ)}$$

Tablo 22. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Model Özeti

	β	SE (β)	t	p
Sabit	0,00511	0,00104	4,90	0,000
LN(ALTIN BRÜT GETİRİ)	-0,15531	0,05492	-2,83	0,005
LN(MEVDUAT FAİZ ORANI BRÜT GETİRİ)	0,02328	0,01793	1,30	0,195
LN(DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ)	-1,03158	0,08361	-12,34	0,000
LN(BİST-100 BRÜT GETİRİ)	0,34063	0,05017	6,79	0,000

$$S = 0,0198879, R^2 = \%39,0, R^2(\text{düzeltmiş}) = \%38,3$$

Yüksek kaldıraçlı ve büyük uç değerler veri setinden çıkarıldıktan sonra brüt getiriye ilişkin regresyon modeli, toplam varyansın %38,3'ünü açıklayabilmektedir. Altın brüt getiri, döviz kuru brüt getiri ve BIST-100 brüt getiri değişkenlerinin model parametreleri %5 önem düzeyinde anlamlıdır. Yüksek kaldıraçlı ve büyük uç değerler çıkarılmadan önceki durumda modelin varyasyonu açıklama gücü daha büyük çıkmıştır (bkz.Tablo 7).

Tablo 23. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Varyans Analizi

	SD	SS	MS	F	p
Regresyon	4	0,094329	0,023582	59,62	0,000
Artık Hata	373	0,147533	0,000396		
Toplam	377	0,241861			

Varyans analizi tablosunda F-testine ilişkin “p” değerinin çok küçük olması %5 önem düzeyinde oluşturulan regresyon modelinin kabul edilebilir açıklayıcılığa sahip olduğunu göstermektedir.

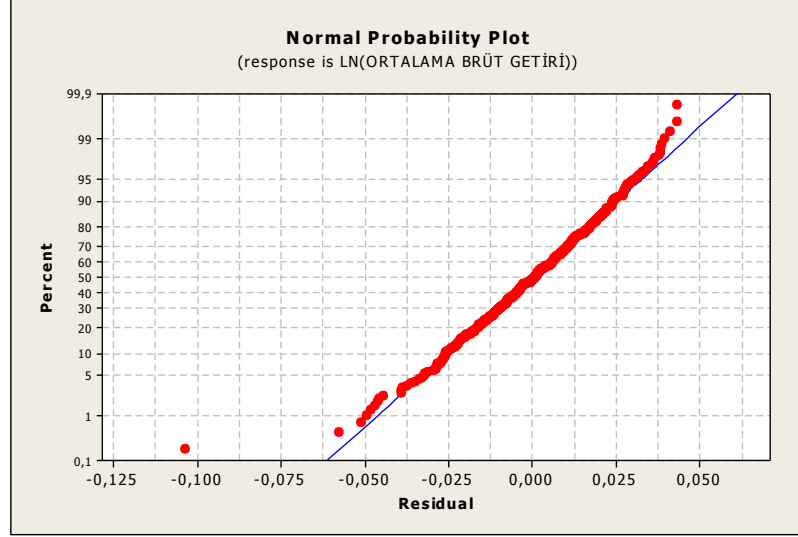
Tablo 24. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Uç Gözlemler

Gözlem	LN(ALTIN BRÜT GETİRİ)	LN(ORTALAMA BRÜT GETİRİ)	Uyum	Uyum SE	Uç Değer	Standartlaştırılmış Uç Değer	
14	0,00310	-0,04990	-0,00080	0,00255	-0,04910	-2,49	R
18	-0,01180	0,03265	-0,01050	0,00166	0,04316	2,18	R
67	-0,01740	0,03110	-0,01240	0,00184	0,04345	2,19	R
69	0,01860	-0,06930	-0,02320	0,00319	-0,04610	-2,35	R
72	-0,02590	0,04185	0,03018	0,00430	0,01166	0,60	X
112	-0,00970	-0,07710	-0,03140	0,00339	-0,04570	-2,33	R
149	0,01890	-0,05490	-0,00370	0,00172	-0,05120	-2,58	R
153	0,01560	0,04648	0,00532	0,00181	0,04116	2,08	R
168	-0,00430	-0,06610	-0,01790	0,00194	-0,04820	-2,44	R
175	-0,05640	0,00401	0,00778	0,00421	-0,00380	-0,19	X
180	0,04090	-0,14470	-0,04100	0,00395	-0,10360	-5,32	R
181	0,08090	0,02162	0,02204	0,00435	-0,00040	-0,02	X
182	-0,00850	-0,05690	-0,04000	0,00444	-0,01690	-0,87	X
183	0,00900	-0,10730	-0,04990	0,00404	-0,05740	-2,95	X-R
184	0,05140	-0,00190	0,01157	0,00446	-0,01350	-0,70	X
186	-0,00250	0,01879	0,01289	0,00436	0,00589	0,30	X
189	0,02890	-0,01810	-0,05200	0,00504	0,03397	1,77	X
190	0,05380	0,02231	0,02165	0,00404	0,00066	0,03	X
195	0,01240	0,04052	0,04226	0,00415	-0,00170	-0,09	X
229	-0,05660	0,02951	0,00023	0,00416	0,02928	1,51	X
301	-0,00780	-0,04960	-0,00270	0,00220	-0,04700	-2,38	R
324	-0,03810	-0,07640	-0,03220	0,00356	-0,04420	-2,26	R

* R: Büyük uç değerli gözlemler

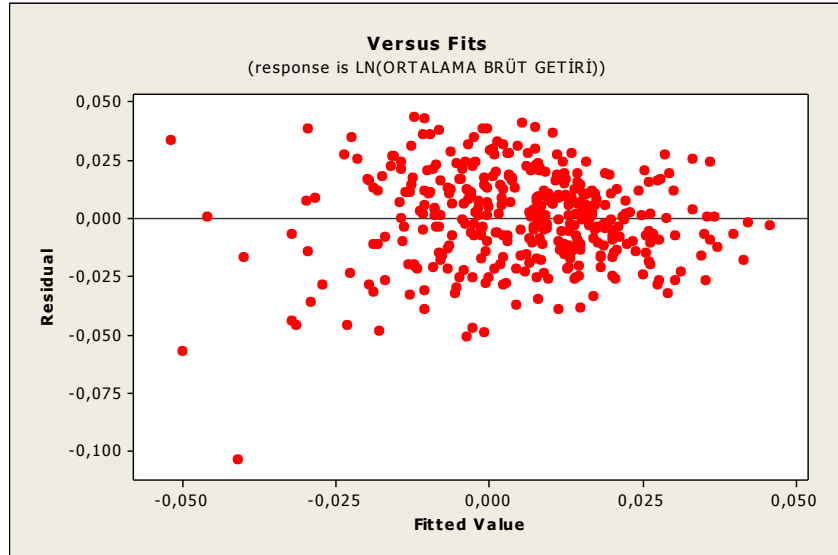
X: Kaldıraçlı büyük değerli gözlemler

Yüksek kaldıraçlı ve büyük uç değerler çıkartıldıktan sonra yapılan regresyon analizi sonucunda, 14., 18., 67., 69., 112., 149., 153., 168., 180., 198., 301. ve 324. haftalara ait gözlemler büyük uç değerlere sahip (R), 183. gözlemde hem yüksek kaldıraçlı hem de büyük uç değerlere sahiptir. Geriye kalan gözlemlerde yüksek kaldıraçlı gözlemlerdir. Net getiriye ilişkin yüksek kaldıraçlı ve büyük uç gözlemler brüt getiriye ilişkin yüksek kaldıraçlı ve büyük uç gözlemler ile aynı haftalara dair gözlemlerle ilintilidir.



Şekil 40. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan Ortalama Brüt Getirinin Artık Değerlerinin Normallik Dağılımı

Ortalama brüt getiri değerinin normalliğine bakıldığında, artık ve yüzde noktalarının olasılık çizitinin üzerinde veya yolun etrafında toplanması beklenmektedir. Bu grafikte uydurulan regresyon doğrusu ile gözlem noktaları arasındaki farkların (hatalar) büyük olduğu görünmektedir.



Şekil 41. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkarılmasıyla Hesaplanan Ortalama Brüt Getiri ile Artıklarının Saçılma Grafiği

Yüksek kaldıraçlı ve büyük uç değerlerin çıkarılmasından sonra artık değerlerin dikey eksenindeki “0” çizgisi etrafında tam bir rastgele dağılımı destekleyen görüntü ortaya koymadığı görülmektedir.

3.4.3.5. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Net Getiri Değerlerinin İkili (Binary) Lojistik Regresyon Analizi

Lojistik regresyon analizi bu bölümde açıklayıcı değişkenlerin net getiri değerleri için yapılmıştır.

Tablo 25. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Net Getiri İkili Değerinin Betimsel İstatistiği

Değişken	Kategori	n
U	2	128
	1	250
	Toplam	378

Yüksek kaldıraçlı ve büyük uç değerler çıkarıldıktan sonra yapılan lojistik regresyon analizinde 128 tane gözlem riskli, 250 gözlemden risksiz olarak belirlenmiştir.

MODEL_7:

$$U = -0,8519 + 20,1017\text{ALTIN NET GETİRİ} - 3,4474\text{MEVDUAT FAİZ ORANI NET GETİRİ} + 81,0165\text{DÖVİZ KURU NET GETİRİ} - 26,687\text{BIST-100 NET GETİRİ}$$

Tablo 26. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Net Getiri Lojistik Regresyonu İlişkin Model Özeti

	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	Z	p	$Exp(\hat{\beta})$
Sabit	-0,8519	0,13104	-6,5	0,000	
ALTIN NET GETİRİ	20,1017	6,81028	2,95	0,003	5,37E+08
MEVDUAT FAİZ ORANI NET GETİRİ	-3,4474	2,26676	-1,52	0,128	0,03
DÖVİZ KURU NET GETİRİ	81,0165	11,9184	6,80	0,000	1,53E+35
BIST-100 NET GETİRİ	-26,687	6,65027	-4,01	0,000	0,00

Altın net getiri (p=0,003), döviz kuru net getiri ve BIST-100 net getirileri $\hat{\beta}$ katsayıları yüksek derecede anlamlıdır. Altın net getirisinin riskli olma olasılığı risksiz olma olasılığına göre 5,37E+08 kat daha fazladır. Döviz kuru net getirisinin riskli olması risksiz olma olasılığına göre 1,53E+35 kat daha fazladır.

Tablo 27. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Net Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Güven Aralıkları

	% 95 Güven Aralığı
	Üst Sınır
Sabit	
ALTIN NET GETİRİ	3,37E+14
MEVDUAT FAİZ ORANI NET GETİRİ	2,71
DÖVİZ KURU NET GETİRİ	2,14E+45
BIST-100 NET GETİRİ	0,00

Log-Likelihood = -197,015, G = 89,900, SD = 4, p = 0,000

Modelin log-likelihood değeri %5 önem düzeyinde modelin anlamlı olduğunu göstermektedir. Yani tahmin edilen logit modelin anlamlı olduğu sonucuna varılmaktadır.

Tablo 28. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Net Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Goodness-of-Fit Testi

	Ki-Kare	SD	p
Pearson	365,507	373	0,599
Deviance	394,03	373	0,218
Hosmer-Lemeshow	2,707	8	0,951

Altın net getiri, mevduat faiz oranı net getiri, döviz kuru net getiri ve BIST-100 net getirisinin ortalama net getirisi üzerindeki etkisini ortaya koyan uyum iyiliğine bakıldığında, $p > 0,05$ olduğundan anlamlı bir model oluşturduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Model verilere doğru bir şekilde uymaktadır.

Tablo 29. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Net Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Pearson Ki-Kare İstatistiği İçin Hosmer-Lemeshow Testi

Değer	Risk Grupları										Toplam
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
U=2											
Gözlenen	2	3	7	8	8	14	16	20	21	29	128
Beklenen	2,1	4,6	6,0	7,6	9,5	11,6	15,1	18,6	22,7	30,2	
U=1											
Gözlenen	35	35	31	30	30	23	22	18	17	9	250
Beklenen	34,9	33,4	32	30,4	28,5	25,4	22,9	19,4	15,3	7,8	
Toplam	37	38	38	38	38	37	38	38	38	38	378

Yüksek kaldıraçlı ve yüksek standartlı uç değerlerin çıkartılmasıyla hesaplanan net getiri değerlerine ilişkin oluşturulan modelin uyum iyiliğini belirlemek için;

$$\hat{C}_g = \sum_{k=0}^1 \sum_{l=1}^{10} \frac{(o_{kl}-e_{kl})^2}{e_{kl}} = \frac{(2-2,1)^2}{2,1} + \frac{(3-4,6)^2}{4,6} + \dots + \frac{(29-30,2)^2}{30,2} = 1,82$$

$\hat{C}_g < \chi_{0,05,8}^2 = 15,5$ olduğundan yüksek kaldıraçlı ve büyük uç değerlerin çıkartılmasıyla hesaplanan net getiri risk değerlerinin açıklayıcı değişkenler ile olan uyumunun iyi olduğu söylenebilir (EK-3).

Tablo 30. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Bağımsız Net Getiri Değişkenleri ile Öngörü Olasılıkları Arasındaki Uyum Ölçümleri

	n	%	Özet Ölçümler	
Concordant	24883	77,8	Somers' D	0,56
Discordant	7026	22,0	Goodman-Kruskal Gamma	0,56
Ties	91	0,3	Kendall's Tau-a	0,25
Toplam	32000	100		

Altın net getiri, mevduat faiz oranı net getiri, döviz kuru net getiri, BIST-100 net getiri değişkenlerinin, U kategorik değişkeni ile %77,8'lik bir uyuma sahip olup güvenilir biçimde riskli, risksiz ataması yapabilme kapasitesine sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Bir diğer lojistik regresyon analizi de logaritması alınmış brüt getiri değerleri için yapılmıştır.

MODEL _8:

$$U = -0,8527 + 20,0757 \text{ALTIN BRÜT GETİRİ} - 3,4701 \text{MEVDUAT FAİZ ORANI BRÜT GETİRİ} + 81,3218 \text{DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ} - 26,617 \text{BIST-100 BRÜT GETİRİ}$$

Tablo 31. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Model Özeti

	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	Z	p	$Exp(\hat{\beta})$
Sabit	-0,8527	0,13088	-6,52	0,000	
LN(ALTIN BRÜT GETİRİ)	20,0757	6,83476	2,94	0,003	5,23E+08
LN(MEVDUAT FAİZ ORANI BRÜT GETİRİ)	-3,4701	2,24873	-1,54	0,123	0,03
LN(DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ)	81,3218	11,9638	6,80	0,000	2,08E+35
LN(BİST-100 BRÜT GETİRİ)	-26,617	6,64044	-4,01	0,000	0,00

Yüksek kaldıraçlı ve yüksek standart uç değerlerin çıkartılmasıyla hesaplanan altın brüt getirisi ($p = 0,003$), döviz kuru brüt getirisi ($p = 0,000$) ve BIST-100 brüt getirisi ($p=0,000$) model parametreleri, %5 hata payı ile anlamlıdır. Altın brüt getirisinin riskli olma olasılığı risksiz olma olasılığına göre 5,23E+08 kat daha fazladır. Döviz kuru brüt getirisinin riskli olması risksiz olma olasılığına göre 2,08E+35 kat daha fazladır.

Tablo 32. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Güven Aralıkları

	% 95 Güven Aralığı
	Üst Sınır
Sabit	
LN(ALTIN BRÜT GETİRİ)	3,44E+14
LN(MEVDUAT FAİZ ORANI BRÜT GETİRİ)	2,55
LN(DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ)	3,17E+45
LN(BİST-100 BRÜT GETİRİ)	0,00

Log-Likelihood = -197,071, G = 89,787, SD = 4, p = 0,000

Modelin log-likelihood değeri %5 önem düzeyinde anlamlılık göstermektedir. Tahmin edilen logit modelinin bütün olarak anlamlı olduğu sonucuna varılmaktadır.

Tablo 33. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Goodness-of-Fit Testi

	Ki-Kare	SD	p
Pearson	365,776	373	0,596
Deviance	394,142	373	0,216
Hosmer-Lemeshow	2,5	8	0,962

Altın brüt getiri, mevduat faiz oranı brüt getiri, döviz kuru brüt getiri ve BIST-100 brüt getirisinin ortalama net getirisi üzerindeki etkisini ortaya koyan

modelin uyum iyiliğine bakıldığında, Hosmer-Lemeshow testine ilişkin “p” değeri %5 önem düzeyinde anlamlılık ortaya koymaktadır. Model lojistik ilişkiyi güvenilir bir şekilde ortaya koymaktadır.

Tablo 34. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerinin Pearson Ki-Kare İstatistiği İçin Hosmer-Lemeshow Testi

Risk Grupları											
Değer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam
U=2											
Gözlenen	2	3	7	8	8	13	17	20	21	29	128
Beklenen	2,1	4,6	6,0	7,6	9,5	11,7	15,2	18,6	22,7	30,2	
U=1											
Gözlenen	35	35	31	30	30	24	21	18	17	9	250
Beklenen	34,9	33,4	32	30,4	28,5	25,3	22,8	19,4	15,3	7,8	
Toplam	37	38	38	38	38	37	38	38	38	38	378

Yukarıda net getiri için hesaplanmış olan Hosmer-Lemeshow testi brüt getiri değerleri içinde hesaplanmaktadır. Testin sonucuna göre;

$$\hat{C}_g = \sum_{k=0}^1 \sum_{l=1}^{10} \frac{(o_{kl}-e_{kl})^2}{e_{kl}} = \frac{(2-2,1)^2}{2,1} + \frac{(3-4,6)^2}{4,6} + \dots + \frac{(29-30,2)^2}{30,2} = 1,62$$

$\hat{C}_g < \chi_{0,05,8}^2 = 15,5$ olduğundan model uyumlu olduğu söylenebilir (EK-3).

Tablo 35. Yüksek Kaldıraçlı ve Yüksek Standart Uç Değerlerin Çıkartılmasıyla Hesaplanan Bağımsız Brüt Getiri Değişkenleri ile Öngörü Olasılıkları Arasındaki Uyum Ölçümleri

	n	%	Özet Ölçümler	
Concordant	24859	77,7	Somers' D	0,56
Discordant	7036	22	Goodman-Kruskal Gamma	0,56
Ties	105	0,3	Kendall's Tau-a	0,25
Toplam	32000	100		

Altın brüt getiri, mevduat faiz oranı brüt getiri, döviz kuru brüt getiri, BIST-100 brüt getiri değerlerinin U kategorik değişkeni değerlerini %77,7'lik bir başarı ile kestiren durumda olduğu görülmektedir.

3.4.4. Veri Setine Düzgüsz Veriler Dahil Edilerek Yapılan Analizler

3.4.1 - 3.4.3. numaralı bölümlerde bütün analizler 416. hafta verileri (hepsi “1” değerli), düzgüsz (abnormal) görüldüğünden veri setinden çıkartılarak yapılmıştı. Bu bölümde 416. hafta verileri veri setine eklenerek regresyon analizi ve lojistik regresyon analizleri tekrar yapılmıştır. Bu analiz, modellerin düzgüsz değerlere hassasiyetini ortaya koymak amacı ile gerçekleştirilmiştir.

3.4.4.1. Veri Setine Düzgüsz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Net Getiri Değişkenlerine İlişkin Regresyon Analizi

416. haftaya ait getiri değerlerinin analize dahil edilmesi ile yapılan regresyon analizi sonucunda kurulan regresyon modelinde (Model_9) altın net getirisi, mevduat faiz oranı net getirisi, BIST-100 net getirisi, ortalama net getiriye pozitif yönde, döviz kuru net getirisi ise negatif yönde etkilemektedir.

MODEL_9:

ORTALAMA NET GETİRİ = 0,00043 + 0,749ALTIN NET GETİRİ + 0,0784MEVDUAT FAİZ ORANI NET GETİRİ - 0,740DÖVİZ KURU NET GETİRİ + 0,272BIST- 100 NET GETİRİ

Tablo 36. Veri Setine Düzgüsz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin Model Özeti

	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	t	p
Sabit	0,00043	0,00161	0,27	0,789
ALTIN NET GETİRİ	0,74928	0,03478	21,54	0,000
MEVDUAT FAİZ ORANI NET GETİRİ	0,07844	0,02063	3,80	0,000
DÖVİZ KURU NET GETİRİ	-0,73995	0,09698	-7,63	0,000
BIST-100 NET GETİRİ	0,27162	0,06469	4,20	0,000

S = 0,0324851, R² = %69,6, R²(düzeltilmiş) = %69,3

416.hafta analize dahil edildikten sonra net getiriye ilişkin regresyon modeli, toplam varyansın %69,3’ünü oluşturmaktadır. Altın net getiri, mevduat faiz oranı net getiri, döviz kuru net getiri ve BIST-100 net getiri değerlerinin kat sayıları “p” değeri bakımından anlamlıdır. 416. hafta verileri analize dahil edilince modelin R² değeri,

verilere dahil edilmeksizin yapılan önceki regresyon modellerinden yaklaşık %20 daha büyük çıkmaktadır.

Tablo 37. Veri Setine Düzgüsz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin Varyans Analizi

	SD	SS	MS	F	p
Regresyon	4	0,98649	0,24662	233,7	0,000
Artık Hata	408	0,43056	0,00106		
Toplam	412	1,41705			

Varyans analizi tablosunda “p” değerinin %5 önem düzeyinde anlamlı olması oluşturulan regresyon modelinin önemli olduğunu göstermektedir.

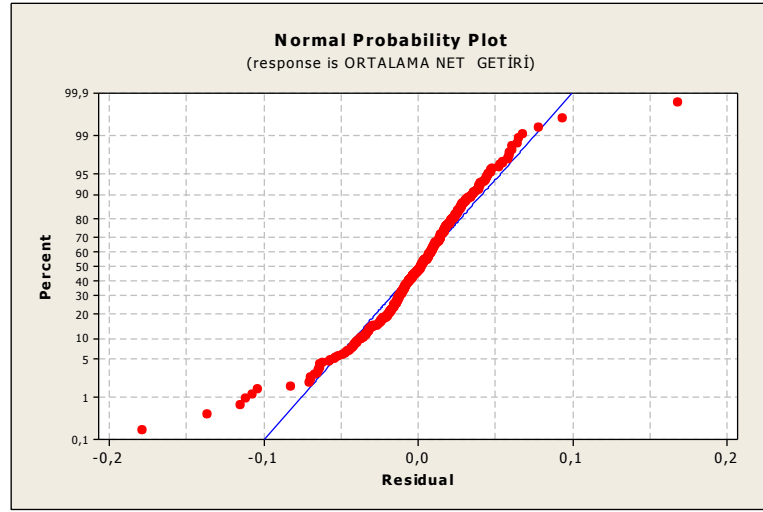
Tablo 38. Veri Setine Düzgüsz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Net Getiri Değişkenlerine İlişkin Uç Gözlemler

Gözlem	ALTIN NET GETİRİ	ORTALAMA NET GETİRİ	Uyum	Uyum SE	Uç Değer	Standartlaştırılmış Uç Değer	
53	0,03000	0,00392	0,11161	0,02036	-0,10768	-4,25	X-R
62	0,00000	-0,01217	0,00184	0,00681	-0,01402	-0,44	X
71	-0,01000	-0,09794	-0,07830	0,00729	-0,01965	-0,62	X
72	-0,07000	-0,09412	-0,12025	0,00832	0,02613	0,83	X
76	-0,01000	-0,00069	-0,00499	0,00654	0,00430	0,14	X
77	0,02000	-0,06696	0,00291	0,00342	-0,06987	-2,16	R
156	0,04000	-0,02727	0,04279	0,00216	-0,07006	-2,16	R
159	-0,01000	-0,12510	-0,04234	0,00432	-0,08276	-2,57	R
167	-0,01000	-0,05637	-0,04119	0,00770	-0,01518	-0,48	X
182	0,04000	-0,09344	0,02126	0,00244	-0,11470	-3,54	R
187	-0,03000	0,06032	-0,00514	0,00404	0,06545	2,03	R
193	0,04000	-0,13468	0,00188	0,00400	-0,13656	-4,24	R
196	0,04000	-0,12694	-0,06218	0,01058	-0,06476	-2,11	X-R
198	-0,10000	-0,09723	-0,16531	0,01098	0,06809	2,23	X-R
200	0,01000	0,06497	0,03561	0,01007	0,02937	0,95	X
202	0,01000	-0,10175	-0,03223	0,00468	-0,06952	-2,16	R
203	0,09000	0,05279	0,11788	0,00853	-0,06509	-2,08	X-R
252	0,03000	-0,07837	0,02552	0,00289	-0,10389	-3,21	R
257	-0,06000	0,02995	-0,04778	0,00418	0,07773	2,41	R
279	-0,02000	-0,04598	0,00566	0,00633	-0,05164	-1,62	X
319	0,02000	-0,05724	0,01010	0,00204	-0,06734	-2,08	R
343	0,06000	-0,17899	-0,00034	0,00606	-0,17865	-5,60	R
347	0,01000	-0,10956	0,00199	0,00218	-0,11155	-3,44	R
350	-0,08000	0,00386	-0,08970	0,00433	0,09356	2,91	R
416	1,00000	1,00000	0,83208	0,02998	0,16792	13,42	X-R

* R: Büyük uç değerli gözlemler
X: Yüksek kaldıraçlı gözlemler

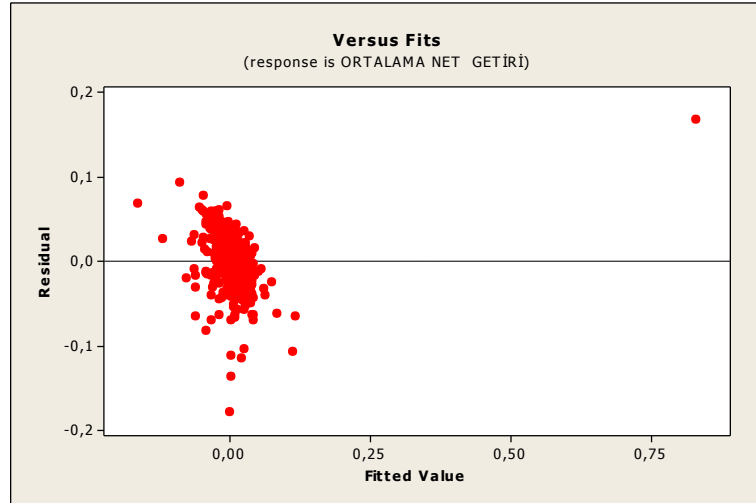
Regresyon analizi sonucunda, 77.,156.,159.,182.,187.,193.,202.,252.,257., 319.,343.,347. ve 350. haftalara ait gözlemler büyük uç değerlere sahip (R), 13.,196.,198.,416. haftaların gözlenen değerleri ise hem yüksek kaldıraçlı hem de

büyük uç değerlere sahiptir. Geriye kalan gözlemlerde yüksek kaldıraçlı gözlemler durumundadır.



Şekil 42. Veri Setine Düzgüsz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Ortalama Net Getirinin Artık Değerlerinin Normallik Dağılımı

Veri setine düzgüsz veriler dahil edilerek hesaplanan ortalama net getiri değerinin normal olarak çizitinin bir doğru üzerinde dağılmadığı söylenebilir. Dolayısıyla gözlenen değerlerin normal dağımlı olmadığı sonucuna varılmaktadır.



Şekil 43. Veri Setine Düzgüsz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Ortalama Net Getiri ile Artıklarının Saçılma Grafiği

416. haftanın analize eklenmesi ile artık değerlerinin dikey eksendeki "0" yatay çizgi etrafında tam rastgele dağılmadığı görüntüsü ortaya çıkmaktadır.

3.4.4.2. Veri Setine Düzgüsz Veriler Dâhil Edilerek Hesaplanan Brüt Getiri Değişkenlerine İlişkin Regresyon Analizi

Veri setine düzgüsz veriler dahil edilerek hesaplanan brüt getiri değerlerine ilişkin regresyon modeline göre (Model_10), altın brüt getirisi, mevduat faiz oranı brüt getirisi, BIST-100 brüt getirisi, ortalama brüt getirisini pozitif yönde, döviz kuru brüt getirisi ise negatif yönde etkilemektedir.

MODEL_10:

$$\text{LN(ORTALAMA BRÜT GETİRİ)} = 0,00092 + 0,603 \text{ LN(ALTIN BRÜT GETİRİ)} + 0,0930 \text{ LN(MEVDUAT FAİZ ORANI BRÜT GETİRİ)} - 0,830 \text{ LN(DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ)} + 0,306 \text{ LN(BIST 100 BRÜT GETİRİ)}$$

Tablo 39. Veri Setine Düzgüsz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Model Özeti

	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	t	p
Sabit	0,00092	0,00158	0,58	0,561
LN(ALTIN BRÜT GETİRİ)	0,60306	0,04261	14,15	0,000
LN(MEVDUAT FAİZ ORANI BRÜT GETİRİ)	0,09296	0,02273	4,09	0,000
LN(DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ)	-0,83016	0,09683	-8,57	0,000
LN(BIST 100 BRÜT GETİRİ)	0,30551	0,06337	4,82	0,000

$$S = 0,0318432, R^2 = \%55,3, R^2(\text{düzeltilmiş}) = \%54,8$$

Düzgüsz veriler analize dahil edildikten sonra brüt getiriye ilişkin regresyon modeli, toplam varyansın %54,8'ini oluşturmaktadır. Altın brüt getiri, mevduat faiz oranı brüt getiri, döviz kuru brüt getiri ve BIST-100 brüt getiri değişkenlerinin kat sayıları "p" değeri bağlamında anlamlıdır. Düzgüsz veriler analize dahil edildikten sonra modelin brüt getiri değerlerindeki değişkenliği açıklama yetisi artmış durumdadır.

Tablo 40. Veri Setine Düzgüsz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Varyans Analizi

	SD	SS	MS	F	p
Regresyon	4	0,51096	0,12774	125,98	0,000
Artık Hata	408	0,41371	0,00101		
Toplam	412	0,92467			

Varyans analizi tablosunda veri setine düzgünsüz veriler dahil edilerek hesaplanan brüt getiri değerlerine ilişkin modelin %5 önem düzeyinde anlamlı olması, oluşturulan regresyon modelinin önemli olduğunu göstermektedir.

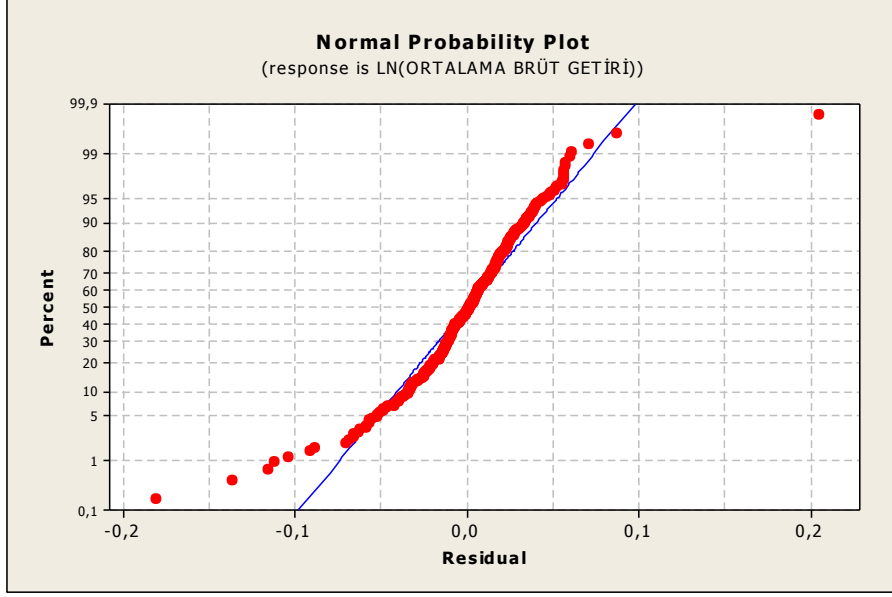
Tablo 41. Veri Setine Düzgünsüz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Uç Gözlemler

Gözlem	LN(ALTIN BRÜT GETİRİ)	LN(ORTALAMA BRÜT GETİRİ)	Uyum	Uyum SE	Uç Değer	Standartlaştırılmış Uç Değer	
53	0,02900	0,00391	0,09473	0,01562	-0,09082	-3,27	X-R
62	-0,00200	-0,01225	0,00035	0,00669	-0,01260	-0,40	X
71	-0,01100	-0,10308	-0,08381	0,00714	-0,01927	-0,62	X
72	-0,06800	-0,09885	-0,12031	0,00839	0,02146	0,70	X
76	-0,00500	-0,00069	-0,00450	0,00625	0,00381	0,12	X
77	0,01900	-0,06930	-0,00091	0,00353	-0,06839	-2,16	R
78	0,06200	0,04768	0,06698	0,00609	-0,01930	-0,62	X
156	0,04000	-0,02765	0,03842	0,00229	-0,06607	-2,08	R
159	-0,00600	-0,13365	-0,04540	0,00426	-0,08824	-2,80	R
167	-0,01500	-0,05802	-0,04467	0,00797	-0,01335	-0,43	X
182	0,04200	-0,09810	0,01369	0,00261	-0,11178	-3,52	R
193	0,04100	-0,14465	-0,00798	0,00414	-0,13667	-4,33	R
196	0,04300	-0,13575	-0,07754	0,01042	-0,05822	-1,93	X
198	-0,10800	-0,10228	-0,15910	0,01054	0,05681	1,89	X
200	0,00600	0,06295	0,03966	0,01031	0,02329	0,77	X
202	0,00900	-0,10731	-0,03707	0,00460	-0,07024	-2,23	R
203	0,08400	0,05145	0,10762	0,00813	-0,05618	-1,82	X
204	-0,04400	-0,01959	-0,02320	0,00624	0,00361	0,12	X
211	0,02900	-0,01805	-0,03751	0,00620	0,01946	0,62	X
252	0,03000	-0,08161	0,02165	0,00302	-0,10327	-3,26	R
257	-0,05700	0,02951	-0,04123	0,00444	0,07074	2,24	R
319	0,02100	-0,05894	0,00645	0,00204	-0,06539	-2,06	R
343	0,06000	-0,19722	-0,01623	0,00632	-0,18099	-5,80	X-R
347	0,01200	-0,11604	-0,00039	0,00216	-0,11565	-3,64	R
350	-0,08200	0,00385	-0,08354	0,00470	0,08739	2,77	R
416	0,69300	0,69315	0,48779	0,02736	0,20536	12,61	X-R

* R: Büyük uç değerli gözlemler

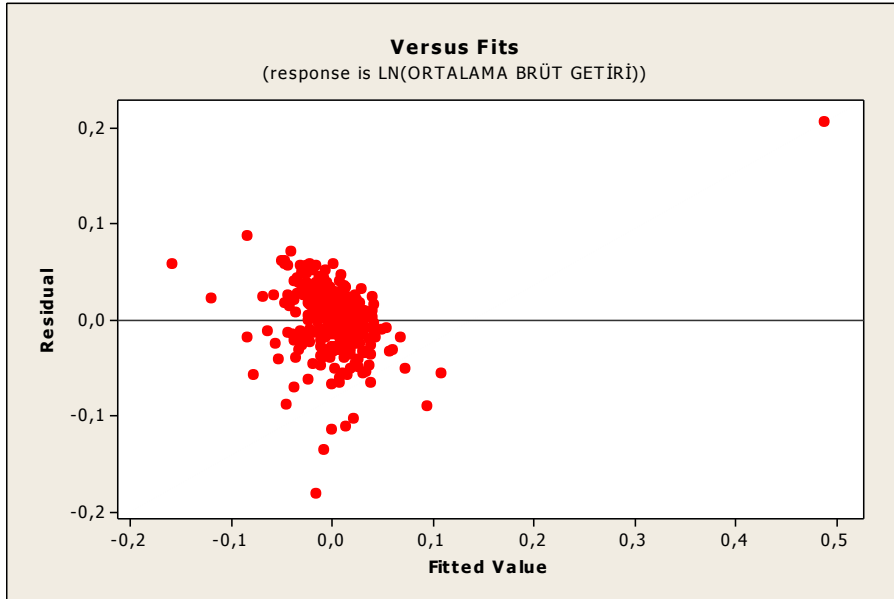
X: Yüksek kaldıraçlı gözlemler

Regresyon analizi sonucunda, 77.,156.,159.,182.,193.,202.,252.,257.,319., 343.,347. ve 350. haftalarına ait gözlemler büyük uç değerlere sahip (R), 53.,343.,416. gözlemler hem yüksek kaldıraçlı hem de büyük uç değerlere sahiptir. Geriye kalan gözlemler yüksek kaldıraçlı gözlemlerdir.



Şekil 44. Veri Setine Düzgüsz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan LN(Ortalama Brüt Getiri) Artık Değerlerinin Normallik Dağılımı

LN(Ortalama Brüt Getiri) değişkeninin normallik dağılımına bakıldığında kuyruk değerlerinin normal dağılımdan sapma yarattığı görülmektedir.



Şekil 45. Veri Setine Düzgüsz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan LN(Ortalama Brüt Getiri) ile Artık Değerleri Arasındaki Saçılma Grafiği

Düzgüsz verilerin analize eklenmesi ile artık değerlerin dikey eksendeki “0” dan çizilen yatay çizgi etrafında tam olarak rastgele dağılmadığı görülmektedir.

3.4.4.3. Veri Setine Düzgüsz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin İkili (Binary) Lojistik Regresyon Analizi

Bu kesimde, 416. hafta veri setine eklendikten sonra net getirileri hesaplanan bağımlı ve bağımsız değişkenler kullanılarak bir lojistik regresyon analizi daha yapılmıştır.

MODEL_11:

$U = -0,71104 + 4,35987 \text{ALTIN NET GETİRİ} - 4,12807 \text{MEVDUAT FAİZ ORANI NET GETİRİ} + 65,9134 \text{DÖVİZ KURU NET GETİRİ} - 19,6900 \text{BIST-100 NET GETİRİ}$

Tablo 42. Veri Setine Düzgüsz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Net Getiri Değerleri Lojistik Regresyonuna İlişkin Model Özeti

	$\hat{\beta}$	SE($\hat{\beta}$)	Z	p	Exp ($\hat{\beta}$)
Sabit	-0,71104	0,1184	-6	0,000	
ALTIN NET GETİRİ	4,35987	2,6987	1,62	0,106	78,25
MEVDUAT FAİZ ORANI NET GETİRİ	-4,12807	1,9756	-2,09	0,037	0,02
DÖVİZ KURU NET GETİRİ	65,9134	9,5532	6,9	0,000	4,22E+28
BIST-100 NET GETİRİ	-19,6900	5,3890	-3,65	0,000	0,000

Mevduat faiz oranı, döviz kuru ve BIST-100 net getiri değişkenlerinin regresyon parametreleri %5 önem düzeyinde anlamlıdır. Mevduat faiz oranı net getirisinin riskli olma olasılığı risksiz olma olasılığına göre 0,02 kat daha azdır. Döviz kuru brüt getirisinin riskli olması risksiz olma olasılığına göre 24,22E+28 kat daha fazla olduğu görülmektedir.

Tablo 43. Veri Setine Düzgüsz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Net Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Modelin Güven Aralığı

	%95 Güven Aralığı	
	Alt Sınır	Üst Sınır
Sabit		
ALTIN NET GETİRİ	0,39	15511,42
MEVDUAT FAİZ ORANI NET GETİRİ	0,00	0,77
DÖVİZ KURU NET GETİRİ	3,12E+20	5,72E+40
BIST-100 NET GETİRİ	0,00	0,00

Log-Likelihood = -224,407, G = 92,411, SD = 4, p = 0,000

Mevduat faiz oranı net getirisi %5 önem düzeyinde alt sınır 0,00 ile üst sınır 0,77 değerleri arasında, döviz kuru net getirisi alt sınır 3,12E+20 ile üst sınır 5,72E+40 değerleri arasında, ve BIST-100 net getirisi alt sınır 0,00 ile üst sınır 0,00 değerleri arasında değişim göstermektedir. Modelin log-likelihood değeri %5 önem düzeyinde anlamlıdır. Yani tahmin edilen logit modelinin anlamlı olduğu sonucuna varılmaktadır.

Tablo 44. Veri Setine Düzsüz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Net Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Goodness-of-Fit Testi

	Ki-Kare	SD	p
Pearson	397,215	408	0,640
Deviance	448,813	408	0,080
Hosmer-Lemeshow	4,353	8	0,824

Düzsüz veriler dahil edilerek hesaplanan altın net getirisi, mevduat faiz oranı net getirisi, döviz kuru net getirisi ve BIST-100 net getirisinin ortalama net getirisi üzerindeki etkisini ortaya koyan modelin uyum iyiliğine bakıldığında, Hosmer-Lemeshow testine ilişkin “p” değeri %5 önem düzeyinde anlamlılığa işaret etmektedir.

Tablo 45. Veri Setine Düzsüz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Net Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Pearson Ki-Kare İstatistiği İçin Hosmer-Lemeshow Testi

Değer	Risk Grupları										Toplam
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	U=2										
Gözlenen	2	5	9	10	12	13	18	25	24	32	150
Beklenen	3,2	5,9	8,1	10,1	11,7	14,1	17,3	20,2	24,7	34,6	
	U=1										
Gözlenen	39	36	32	32	29	28	24	16	17	10	263
Beklenen	37,8	35,1	32,9	31,9	29,3	26,9	24,7	20,8	16,3	7,4	
Toplam	41	41	41	42	41	41	42	41	41	42	413

Uyum iyiliğine karar vermek için;

$$\hat{C}_g = \sum_{k=0}^1 \sum_{l=1}^{10} \frac{(o_{kl} - e_{kl})^2}{e_{kl}} = \frac{(2-3,2)^2}{3,2} + \frac{(5-5,9)^2}{5,9} + \dots + \frac{(32-34,6)^2}{34,6} = 2,17$$

Hosmer-Lemeshow \hat{C}_g istatistiği $\alpha=0,05$ hata payı ve 8 serbestlik derecesi ile ki-kare dağılımı tablo değeri ile karşılaştırınca $\hat{C}_g < \chi_{0,05,8}^2 = 15,5$ olduğundan model uyumunun çok iyi olduğu sonucuna varılabilmektedir (EK-3).

Tablo 46. Veri Setine Düzgümsüz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Bağımsız Net Getiri Değişkenleri ile Öngörü Olasılıkları Arasındaki Uyum Ölçümleri

.	n	%	Özet Ölçümler	
Concordant	30273	76,7	Somers' D	0,54
Discordant	9046	22,9	Goodman-Kruskal Gamma	0,54
Ties	131	0,3	Kendall's Tau-a	0,25
Toplam	39450	100,0		

Altın net getiri, mevduat faiz oranı net getiri, döviz kuru net getiri, BIST-100 net getiri değişkenleri U kategorik değişkeni ile %76,7'lik bir uyuma sahip görünmektedir.

3.4.4.4. Veri Setine Düzgümsüz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Lojistik Regresyon Analizi

416. hafta veri setine eklendikten sonra brüt getirileri için hesaplanan yanıt ve bağımsız değişkenlere de lojistik regresyon analizi uygulanmıştır.

MODEL_12:

$$U = -0,72161 + 5,10900 \text{LN}(\text{ALTIN BRÜT GETİRİ}) - 4,12397 \text{LN}(\text{MEVDUAT FAİZ ORANI BRÜT GETİRİ}) + 66,7673 \text{LN}(\text{DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ}) - 19,9979 \text{LN}(\text{BIST 100 BRÜT GETİRİ})$$

Tablo 47. Veri Setine Düzgümsüz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Model Özeti

	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	Z	p	$\text{Exp}(\hat{\beta})$
Sabit	-0,72161	0,11907	-6,06	0,000	
LN(ALTIN BRÜT GETİRİ)	5,10900	3,08557	1,66	0,098	165,51
LN(MEVDUAT FAİZ ORANI BRÜT GETİRİ)	-4,12397	1,95904	-2,11	0,035	0,02
LN(DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ)	66,7673	9,66103	6,91	0,000	9,92E+28
LN(BIST 100 BRÜT GETİRİ)	-19,9979	5,40615	-3,7	0,000	0,00

Mevduat faiz oranı, döviz kuru ve BIST-100 brüt getiri değişkenlerine ait model parametreleri %5 olasılıkla anlamlıdır. Mevduat faiz oranı brüt getirisinin riskli olma olasılığı risksiz olma olasılığına göre 0,02 kat daha azdır. Döviz kuru brüt getirisinin riskli olması risksiz olma olasılığına göre $9,92E+28$ kat daha fazladır.

Tablo 48. Veri Setine Düzgünlük Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Güven Aralıkları

	% 95 Güven Aralığı	
	Alt Sınır	Üst Sınır
Sabit		
LN(ALTIN BRÜT GETİRİ)	0,39	70032,67
LN(MEVDUAT FAİZ ORANI BRÜT GETİRİ)	0,00	0,75
LN(DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ)	5,93E+20	1,66E+41
LN(BIST 100 BRÜT GETİRİ)	0,00	0,00

Log-Likelihood = -224,057, G = 93,110, SD = 4, p = 0,000

Logaritması alınmış mevduat faiz oranı brüt getirisi %95 güvenle alt sınır 0,00 ile üst sınır 0,75 değerleri arasında, döviz kuru brüt getirisi alt sınır $5,93E+20$ ile üst sınır $1,66E+41$ değerleri arasında ve BIST-100 brüt getirisi alt sınır 0,00 ile üst sınır 0,00 değerleri arasında değişim göstermektedir. Modelin log-likelihood değeri %5 olasılıkla anlamlıdır. Yani tahmin edilen logit model tümüyle anlamlı durumdadır.

Tablo 49. Veri Setine Düzgünlük Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Goodness-of-Fit Testi

	Ki-Kare	SD	p
Pearson	396,547	408	0,649
Deviance	448,114	408	0,083
Hosmer-Lemeshow	4,298	8	0,829

Altın brüt getiri, mevduat faiz oranı brüt getiri, döviz kuru brüt getiri ve BIST-100 brüt getirisinin ortalama brüt getirisi üzerindeki etkisini ortaya koyan modelin uyum iyiliğine bakıldığında, Hosmer-Lemeshow testine ilişkin “p” değeri %5 olasılıkla anlamlıdır. Model verilere sağlıklı bir şekilde uymaktadır.

Tablo 50. Veri Setine Düzgüsz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Pearson Ki-Kare İstatistiği İçin Hosmer-Lemeshow Testi

Değer	Risk Grupları										Toplam
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	U=2										
Gözlenen	2	5	9	10	12	13	18	25	24	32	150
Beklenen	3,1	5,9	8,1	10,1	11,7	14,2	17,3	20,3	24,8	34,6	
	U=1										
Gözlenen	39	36	32	32	29	28	24	16	17	10	263
Beklenen	37,9	35,1	32,9	31,9	29,3	26,8	24,7	20,7	16,2	7,4	
Toplam	41	41	41	42	41	41	42	41	41	42	413

Uyum iyiliğine karar vermek için;

$$\hat{C}_g = \sum_{k=0}^1 \sum_{l=1}^{10} \frac{(o_{kl}-e_{kl})^2}{e_{kl}} = \frac{(2-3,1)^2}{3,1} + \frac{(5-5,9)^2}{5,9} + \dots + \frac{(32-34,6)^2}{34,6} = 2,08$$

Hosmer-Lemeshow \hat{C}_g istatistiği $\alpha=0,05$ hata payı ve 8 serbestlik derecesi ile ki-kare dağılımı ile karşılaştırılır. $\hat{C}_g < \chi_{0,05,8}^2 = 15,5$ olduğundan model uyumunun oldukça iyi olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır (EK-3).

Tablo 51. Veri Setine Düzgüsz Veriler Dahil Edilerek Hesaplanan Bağımsız Brüt Getiri Değerleri ile Öngörü Olasılıkları Arasındaki Uyum Ölçümleri

	n	%	Özet Ölçümler	
Concordant	30286	76,8	Somers' D	0,54
Discordant	9021	22,9	Goodman-Kruskal Gamma	0,54
Ties	143	0,4	Kendall's Tau-a	0,25
Toplam	39450	100		

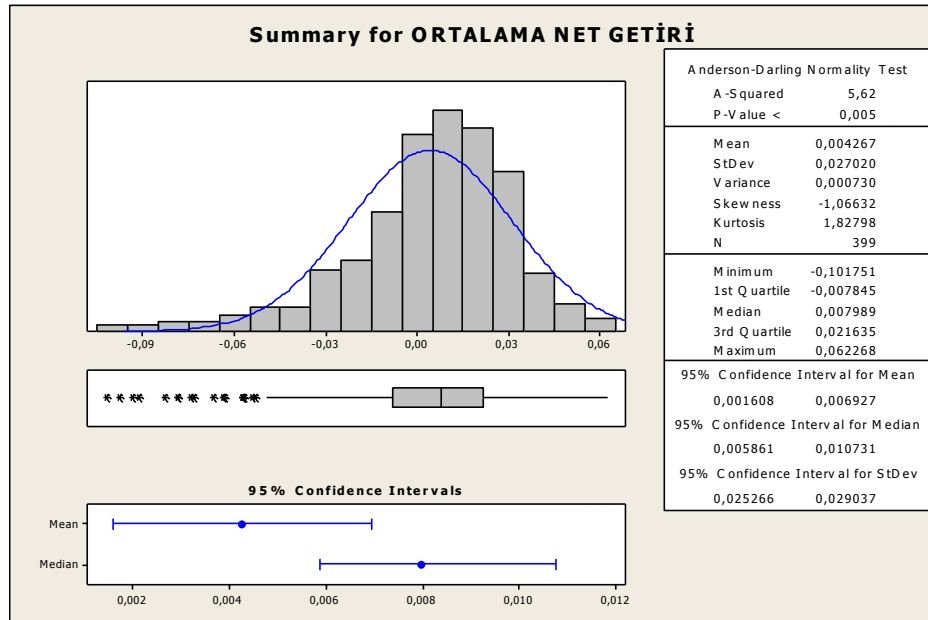
Altın brüt getiri, mevduat faiz oranı brüt getiri, döviz kuru net getiri, BIST-100 brüt getiri değişkenlerinin U kategorik değişkeni ile %76,8'lik bir uyuma sahip olduğu görölmektedir.

3.4.5. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler (Extreme Outliers) Çıkartılarak Yapılan Analizler

Veri setinden çıkartılan uç değerler aşağıda gösterilen haftalara aittir.

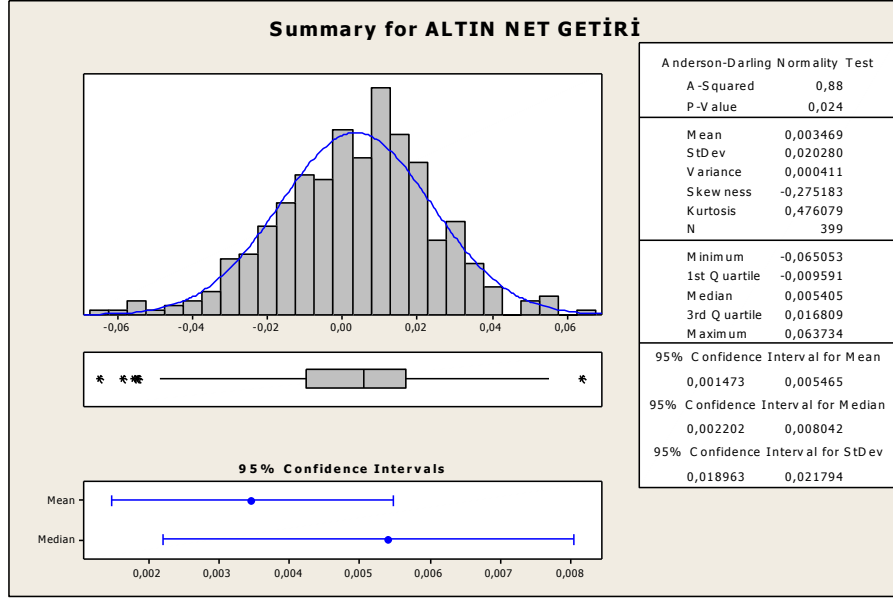
ORTALAMA NET GETİRİ (ORTALAMA GETİRİ)	: 347, 159, 193 343
ALTIN NET GETİRİ	: 203, 194, 350, 198
MEVDUAT FAİZ ORANI NET GETİRİ	: 53, 13
DÖVİZ KURU NET GETİRİ	: 198, 196
BIST-100 NET GETİRİ	: 203, 279, 196, 200, 72, 167

3.4.5.1. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler (Extreme Outliers) Çıkartılarak Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin Betimsel Analiz



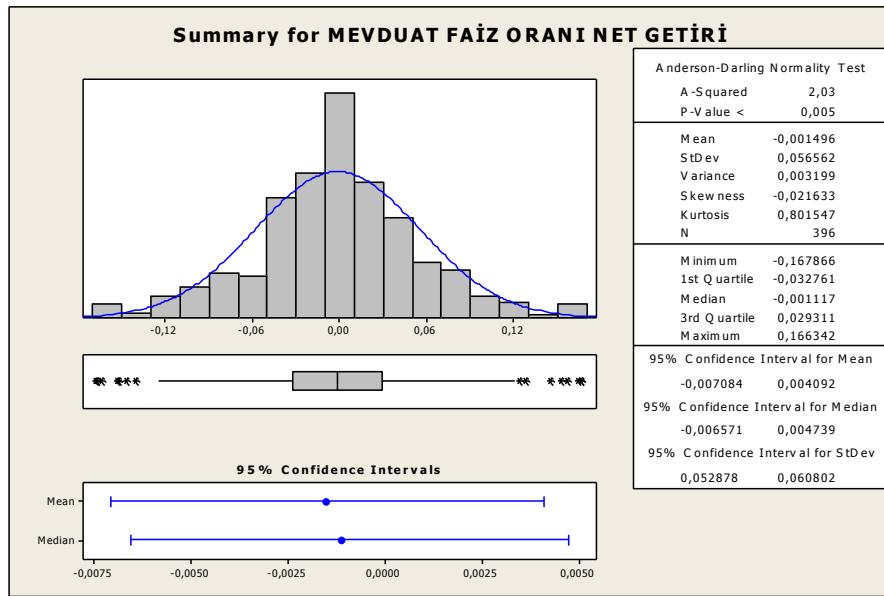
Şekil 46. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Ortalama Net Getiri Normallik Testi

Seçilen uç değerlerin veri setinden atılmasıyla yapılan Anderson Darling normallik testine göre ortalama net getiri %5 önem düzeyinde normal dağılmamaktadır. Ortalama, ortanca değerden büyük olduğu için sola çarpık ve heterojen bir dağılım oluşturmaktadır.



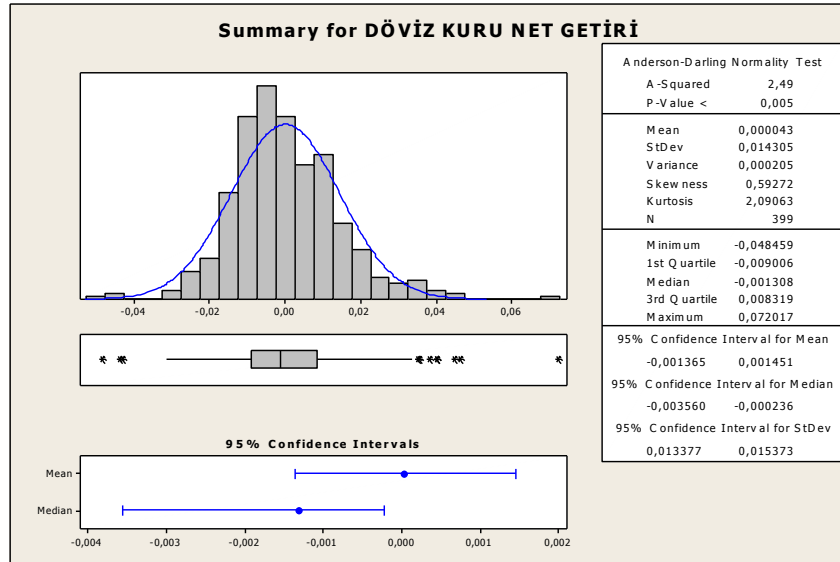
Şekil 47. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Altın Net Getiri Normallik Testi

Seçilen uç değerlerin veri setinden atılmasıyla yapılan normallik testine göre altın net getiri değerleri %5 önem düzeyinde normal dağılıma uymamaktadır. %95 güven düzeyinde ortalama değeri medyan değerinden küçük olduğu için sola çarpıktır. Normalliği test etmede diğer bir grafik yöntemde, saplı kutu grafiğidir. Şekil 46'da altın getiri değerinin saplı kutu grafiği görülmektedir. Ortanca çizgisi merkezin üstünde olduğu için dağılım yatıktır. Kutunun dışında veri bulunduğu için uç değerler bulunmaktadır.



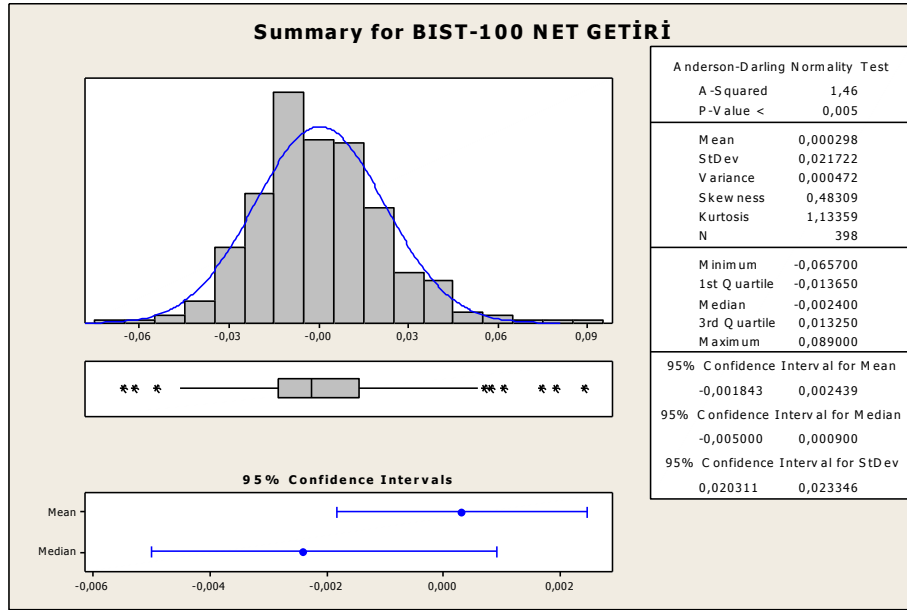
Şekil 48. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Mevduat Faiz Oranı Net Getiri Normallik Testi

Seçilen uç değerlerin veri setinden atılmasıyla yapılan normallik testine göre mevduat faiz oranı net getiri normal dağılıma uymamaktadır. %5 önem düzeyinde H_0 hipotezi red edilmektedir. Histogram grafiğine bakıldığında, dağılım simetrik gibi gözükmesine rağmen basıklık ve çarpıklık değerleri sola çarpık, dağılımın ortalama net getiri ve altın net getiriye göre daha fazla heterojen olduğunu göstermektedir. Ortalama değer ortanca değerden de küçüktür. Saplı kutu grafiği incelendiğinde de, ortanca çizgisinin tam ortada olması dağılımın normal olduğunu düşündürüyor ancak kutunun dışında uç değerlerin olması ve grafiğin yanındaki tabloda yer alan istatistik sonuçlarından mevduat faiz oranının değerinin normal dağılımlı olmadığı görülmektedir. Daha fazla uç değerlerin analizden çıkarılması gerekmektedir.



Şekil 49. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkarılarak Hesaplanan Döviz Kuru Net Getiri Normallik Testi

Döviz kuru net getiri değişkeninde seçilmiş uç değerlerin veri setinden çıkartılmasından sonra yapılan Anderson Darling normallik testinde, döviz kuru net getiri %95 güvenle normal dağılıma uygun değildir. Ortalama değer ortanca değerden büyük olması sebebiyle sağa çarpık ve homojen dağılım vardır. Saplı kutu grafiğinden de görüldüğü üzere, ortanca çizgisinin merkezin altında olması sebebiyle dağılım pozitifdir. Kutu tam ortada olmadığı için de normal dağılımlı değildir.



Şekil 50. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan BIST-100 Net Getiri Normallik Testi

BIST-100 net getiri değişkeninde seçilmiş uç değerlerin veri setinden atılmasından sonra yapılan normallik testinde, BIST-100 net getiri değişkeni yine %95 güvenle normal dağılıma uygun çıkmamıştır. Ortalama değerinden medyan değerinden büyük olması sebebiyle sağa çarpık ve homojen bir dağılım vardır.

3.4.5.2. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin Regresyon Analizi

Seçilmiş uç değerlerin analizden çıkartılmasıyla yapılan regresyon analizi sonucunda kurulan regresyon modelinde (Model_13), döviz kuru net getiri negatif yönde ve BIST-100 net getirisi ise pozitif yönde hisse senedinden elde edilen net getiriye etki etmektedir.

MODEL_13:

$$\text{ORTALAMA NET GETİRİ} = 0,00442 - 0,0397\text{ALTIN NET GETİRİ} + 0,0262\text{MEVDUAT FAİZ ORANI NET GETİRİ} - 0,957\text{DÖVİZ KURU NET GETİRİ} + 0,302\text{BIST-100 NET GETİRİ}$$

Tablo 52. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin Model Özeti

	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	t	p
Sabit	0,0044	0,00114	3,89	0,000
ALTIN NET GETİRİ	-0,0397	0,05768	-0,69	0,492
MEVDUAT FAİZ ORANI NET GETİRİ	0,0262	0,01983	1,32	0,188
DÖVİZ KURU NET GETİRİ	-0,9569	0,08192	-11,68	0,000
BIST-100 NET GETİRİ	0,3021	0,05199	5,81	0,000

$S = 0,0222224$, $R^2 = \%33,3$, $R^2(\text{düzeltmiş}) = \%32,6$

Seçilmiş uç değerlerin çıkarıldığı veri setinden sonra yapılan regresyon analizinde net getiriye ilişkin regresyon modeli, yanıt değişkenine ilişkin toplam varyansın %32,6'sını oluşturmaktadır. Döviz kuru net getiri ve BIST-100 net getiri değerlerinin kat sayıları %5 önem düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 53. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin Modelin Varyans Analizi

	SD	SS	MS	F	p
Regresyon	4	0,09651	0,02413	48,86	0,000
Artık Hata	391	0,19309	0,00049		
Toplam	395	0,28960			

Seçilmiş yüksek uç değerler çıkartılarak hesaplanan net getiri değerlerine ilişkin modelin varyans analizi tablosunda $p < 0,05$ olduğundan, oluşturulan regresyon modeli anlamlıdır.

Tablo 54. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Net Getiri Değerlerin İlişkin Uç Gözlemler

Gözlem	ALTIN NET GETİRİ	ORTALAMA NET GETİRİ	Uyum	Uyum SE	Uç Değer	Standartlaştırılmış Uç Değer	
13	0,00310	-0,04866	-0,00059	0,00271	-0,04807	-2,18	R
14	0,00560	-0,08279	-0,01847	0,00276	-0,06432	-2,92	R
59	-0,01680	-0,05701	0,00019	0,00186	-0,05721	-2,58	R
60	-0,00240	-0,01217	0,01483	0,00551	-0,02700	-1,25	X
69	-0,01130	-0,09794	-0,07722	0,00617	-0,02072	-0,97	X
70	-0,01730	0,03159	-0,01344	0,00193	0,04504	2,03	R
72	-0,06510	-0,09136	-0,00600	0,00401	-0,08536	-3,91	R
73	-0,00500	-0,00069	-0,00074	0,00504	0,00005	0,00	X
74	0,01870	-0,06696	-0,01883	0,00359	-0,04813	-2,19	R
75	0,06370	0,04884	0,04135	0,00509	0,00749	0,35	X
118	-0,00960	-0,07422	-0,02904	0,00353	-0,04519	-2,06	R
155	0,01900	-0,05338	-0,00143	0,00185	-0,05195	-2,35	R
174	-0,00430	-0,06394	-0,01691	0,00208	-0,04703	-2,13	R

* R: Büyük uç değerli gözlemler

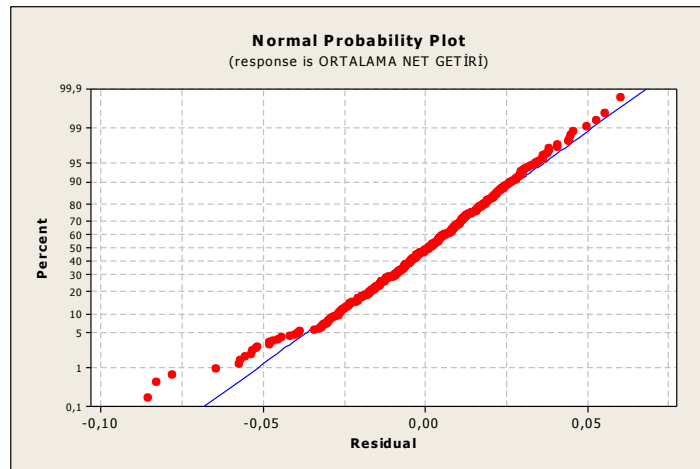
X: Yüksek kaldıraçlı gözlemler

Gözlem	ALTIN NET GETİRİ	ORTALAMA NET GETİRİ	Uyum	Uyum SE	Uç Değer	Standartlaştırılmış Uç Değer	
176	0,00860	-0,04248	0,01088	0,00196	-0,05336	-2,41	R
177	0,04240	-0,09344	-0,01059	0,00292	-0,08284	-3,76	R
183	-0,05480	0,00402	0,00048	0,00433	0,00353	0,16	X
188	-0,04710	-0,05756	-0,00057	0,00368	-0,05699	-2,60	R
189	-0,04880	-0,07849	-0,02692	0,00416	-0,05157	-2,36	R
190	-0,01560	0,01307	-0,03671	0,00383	0,04978	2,27	R
191	0,00900	-0,10175	-0,04632	0,00414	-0,05544	-2,54	R
192	-0,04300	-0,01940	0,00330	0,00525	-0,02271	-1,05	X
193	0,05270	-0,00191	0,01498	0,00458	-0,01689	-0,78	X
195	-0,00250	0,01896	0,01132	0,00448	0,00764	0,35	X
196	0,03260	0,04915	0,00338	0,00221	0,04577	2,07	R
199	0,02930	-0,01789	-0,04581	0,00512	0,02792	1,29	X
203	0,04780	-0,03259	-0,01885	0,00499	-0,01373	-0,63	X
206	-0,00920	0,01861	-0,02589	0,00267	0,04450	2,02	R
210	-0,03790	0,02550	0,03952	0,00517	-0,01402	-0,65	X
212	0,00410	0,01926	-0,03340	0,00305	0,05266	2,39	R
217	0,01760	0,04544	-0,01015	0,00257	0,05559	2,52	R
240	0,03060	-0,07837	-0,00032	0,00304	-0,07805	-3,55	R
306	0,02150	-0,05724	-0,00345	0,00183	-0,05379	-2,43	R
318	-0,00780	-0,04843	-0,00401	0,00218	-0,04443	-2,01	R
330	0,02350	0,05618	-0,00419	0,00210	0,06037	2,73	R

* R: Büyük uç değerli gözlemler

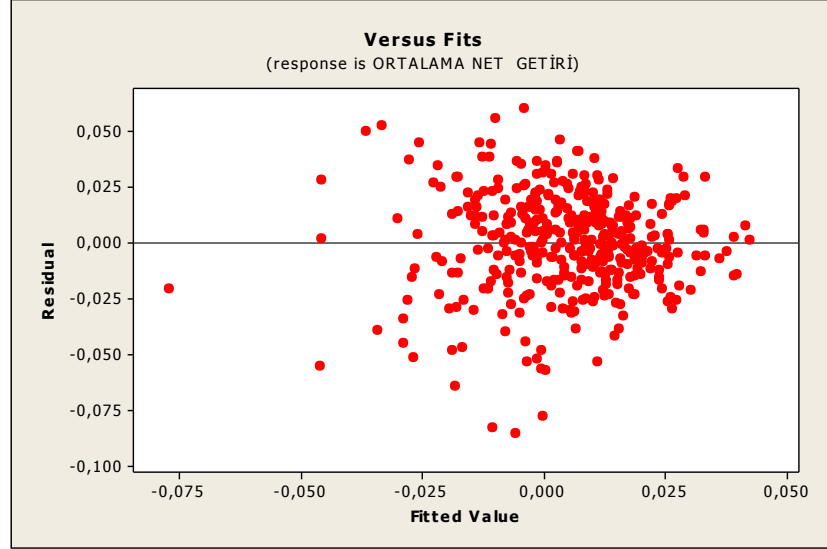
X: Yüksek kaldıraçlı gözlemler

Yapılan regresyon analizi sonucunda, 13.,14.,59.,70.,72.,74.,118.,155.,174., 176.,177.,188.,189.,190., 191.,196.,206.,212.,217.,240.,306.,318., ve 330. haftaya ait gözlemler büyük uç değerlere sahip (R), geriye kalan gözlemlerde yüksek kaldıraçlı gözlemlerdir. Bu değerlerin analizden çıkartılarak hata payının düşürülmesi düşünülebilir.



Şekil 51. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Ortalama Net Getirinin Artık Değerlerinin Normallik Dağılımı

Net getiri uç değerlerinin normal dağılıp dağılmadığına bakıldığında, kuyruk değerleri bakımından sapmalar görünmektedir. Veriler bir doğru üzerinde dağılıyor gibi gözükse de uç değerler dağılımın normal olmadığını göstermektedir.



Şekil 52. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Ortalama Net Getiri ile Artık Değerlerinin Saçılma Grafiği

Seçilmiş uç değerlerin analizden çıkartılmasıyla noktalar dikey eksendeki “0” dan çizilen yatay çizgi etrafında istenilen ölçüde rasgele dağılmamaktadır. Ortalama net getiri değerinin normal dağılım göstermediği bu grafikte de net bir şekilde ortaya konulmaktadır.

3.4.5.3. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Regresyon Analizi

Seçilmiş uç değerlerin analizden çıkartılması ile logaritması alınmış brüt getirileri hesaplanmış değerlerin regresyon analizi sonucunda kurulan modelde hisse senedi ortalama brüt getirisini döviz kuru brüt getirisini negatif yönde, BIST-100 brüt getirisini pozitif yönde etkilemektedir.

MODEL_14:

$$\text{LN(ORTALAMA BRÜT GETİRİ)} = 0,00404 - 0,0381\text{LN(ALTIN BRÜT GETİRİ)} \\ + 0,0276\text{LN(MEVDUAT FAİZİ ORANI BRÜT GETİRİ)} - 0,970\text{LN(DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ)} + 0,308 \text{LN(BIST-100 BRÜT GETİRİ)}$$

Tablo 55. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Model Özeti

	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	t	p
Sabit	0,00404	0,00115	3,52	0,000
LN(ALTIN BRÜT GETİRİ)	-0,03808	0,05837	-0,65	0,515
LN(MEVDUAT FAİZİ ORANI BRÜT GETİRİ)	0,02763	0,01991	1,39	0,166
LN(DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ)	-0,96983	0,08317	-11,66	0,000
LN(BIST-100 BRÜT GETİRİ)	0,30775	0,05284	5,82	0,000

$$S = 0,0224780, R^2 = \%33,3, R^2(\text{düzenlenmiş}) = \%32,6$$

Seçilmiş uç değerlerin çıkartılmasından sonra brüt getiri değişkenleri ile oluşturulan regresyon modeli, toplam varyansın %32,6'sını oluşturmaktadır. Döviz kuru brüt getiri ve BIST-100 brüt getiri değişkenlerinin kat sayıları %5 önem düzeyinde anlamlıdır. Net getiri ve brüt getiri değişkenleri için yapılan modellerin R^2 'leri eşittir. Seçilmiş yüksek uç değerler çıkartılarak hesaplanan brüt getiri değerleri kullanılarak yapılan regresyon analizinde bulunan R^2 değeri, 416. hafta, yüksek kaldıraçlı ve yüksek standart değerler çıkartılarak ve düzgünlük dahil edilerek hesaplanan net (veya brüt) değerlerine ilişkin regresyon analizinde bulunan R^2 değerlerine göre küçük çıkmıştır.

Tablo 56. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Varyans Analizi

	SD	SS	MS	F	p
Regresyon	4	0,098746	0,024687	48,86	0,000
Artık Hata	391	0,197556	0,000505		
Toplam	395	0,296302			

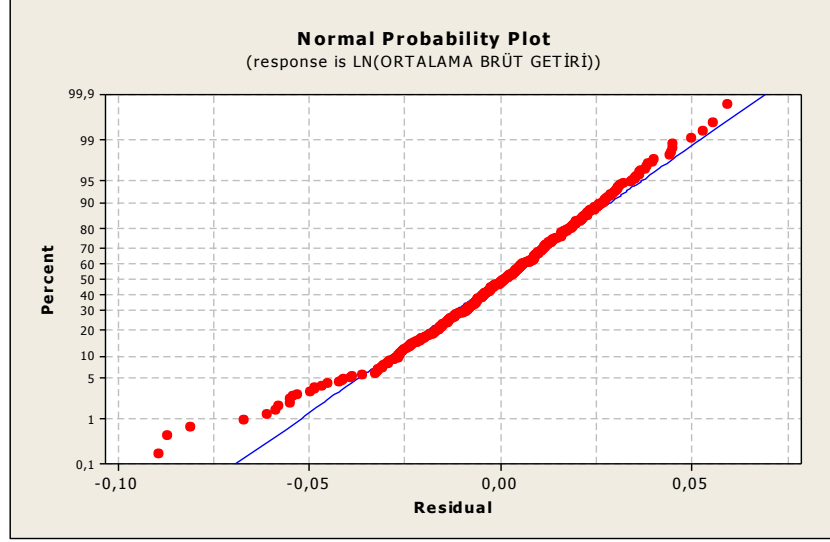
Varyans analizi tablosunda “p” değerinin %5 olasılıkla anlamlı olması oluşturulan regresyon modelinin anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 57. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkarılarak Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Uç Gözlemler

Gözlem	LN(ALTIN BRÜT GETİRİ)	LN(ORTALAMA BRÜT GETİRİ)	Uyum	Uyum SE	Uç Değer	Standartlaştırılmış Uç Değer	
13	0,00310	-0,04988	-0,00140	0,00278	-0,04848	-2,17	R
14	0,00560	-0,08642	-0,01933	0,00285	-0,06709	-3,01	R
59	-0,01690	-0,05870	-0,00021	0,00189	-0,05849	-2,61	R
60	-0,00240	-0,01225	0,01321	0,00553	-0,02545	-1,17	X
69	-0,01140	-0,10308	-0,07681	0,00612	-0,02627	-1,21	X
70	-0,01740	0,03110	-0,01402	0,00196	0,04513	2,02	R
72	-0,06730	-0,09580	-0,00655	0,00417	-0,08925	-4,04	R
73	-0,00500	-0,00069	-0,00156	0,00499	0,00087	0,04	X
74	0,01860	-0,06930	-0,01956	0,00356	-0,04974	-2,24	R
75	0,06180	0,04768	0,04262	0,00517	0,00506	0,23	X
118	-0,00970	-0,07712	-0,03045	0,00367	-0,04667	-2,10	R
155	0,01890	-0,05486	-0,00194	0,00187	-0,05292	-2,36	R
174	-0,00430	-0,06607	-0,01756	0,00212	-0,04852	-2,17	R
176	0,00860	-0,04341	0,01063	0,00198	-0,05403	-2,41	R
177	0,04150	-0,09810	-0,01105	0,00293	-0,08705	-3,91	R
183	-0,05640	0,00401	-0,00001	0,00443	0,00402	0,18	X
188	-0,04830	-0,05928	-0,00134	0,00377	-0,05794	-2,61	R
189	-0,05000	-0,08174	-0,02702	0,00421	-0,05472	-2,48	R
190	-0,01570	0,01299	-0,03682	0,00383	0,04981	2,25	R
191	0,00900	-0,10731	-0,04643	0,00414	-0,06087	-2,76	R
192	-0,04390	-0,01959	0,00210	0,00535	-0,02169	-0,99	X
193	0,05140	-0,00192	0,01419	0,00477	-0,01611	-0,73	X
195	-0,00250	0,01879	0,01043	0,00474	0,00835	0,38	X
196	0,03210	0,04798	0,00308	0,00223	0,04489	2,01	R
199	0,02890	-0,01805	-0,04701	0,00529	0,02896	1,33	X
203	0,04670	-0,03313	-0,01962	0,00510	-0,01351	-0,62	X
206	-0,00930	0,01844	-0,02628	0,00269	0,04472	2,00	R
210	-0,03870	0,02518	0,04036	0,00533	-0,01518	-0,70	X
212	0,00410	0,01908	-0,03386	0,00307	0,05294	2,38	R
217	0,01740	0,04443	-0,01101	0,00262	0,05545	2,48	R
240	0,03010	-0,08161	-0,00063	0,00306	-0,08098	-3,64	R
306	0,02120	-0,05894	-0,00395	0,00185	-0,05499	-2,45	R
318	-0,00780	-0,04964	-0,00444	0,00221	-0,04521	-2,02	R
330	0,02330	0,05465	-0,00458	0,00213	0,05923	2,65	R

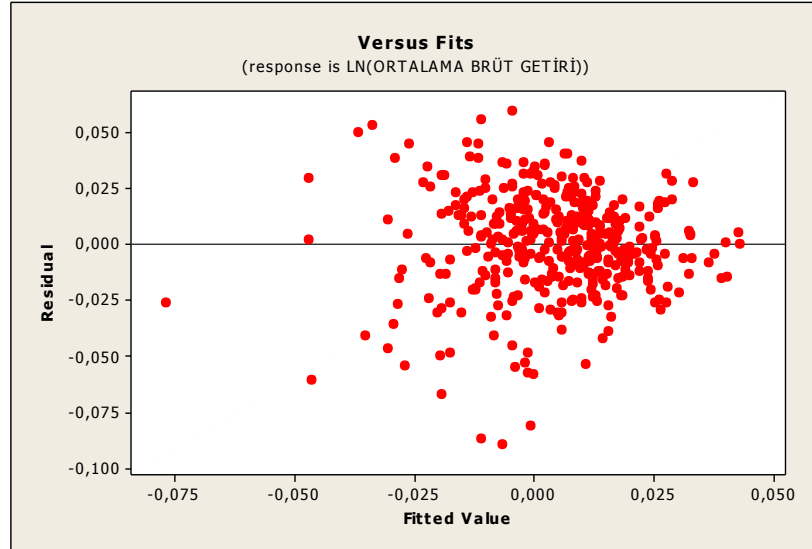
* R: Büyük uç değerli gözlemler
X: Yüksek kaldıraçlı gözlemler

Regresyon modeli sonucunda, 77.,156.,159.,182.,193.,202.,252.,257.,319., 343.,347. ve 350. haftaya ait gözlemler büyük uç değerlere sahip (R), 53.,343.,416. haftaya ait gözlemler hem yüksek kaldıraçlı hem de büyük uç değerlere sahiptir. Geriye kalan gözlemlerde yüksek kaldıraçlı gözlemlerdir. Yüksek kaldıraçlı ve uç değerli gözlemler modelin açıklayıcılığını ve dağılımın normalliğini olumsuzluğunu etkilemektedir.



Şekil 53. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan LN(Ortalama Brüt Getiri) Artıklarının Normallik Dağılımı

Seçilmiş yüksek uç değerler çıkartılarak hesaplanan LN(ortalama brüt getiri) değerinin artık değerlerine bakıldığında, normal dağılımdan sapmalar görülmektedir.



Şekil 54. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan LN(Ortalama Brüt Getiri) ile Artıklarının Saçılma Grafiği

Seçilmiş uç değerlerin analizden çıkarılması ile noktaların dikey eksendeki “0” dan çizilen yatay çizgi etrafında bir fonksiyon biçimini oluşturarak, rastgele dağılmadığı görülmektedir.

3.4.5.4. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkarılarak Hesaplanan Net Getiri Değerlerine İlişkin İkili (Binary) Lojistik Regresyon Analizi

Bu bölümde seçilmiş yüksek uç değerler çıkarılarak hesaplanan net getiri değerlerinin Lojistik Regresyon modeli kurulacak ve Wald testi, Pearson Ki-kare ve Hosmer Lemeshow uyum iyiliği testleri yapılacaktır.

MODEL_15.

$U = -0,75666 + 13,4388\text{ALTIN NET GETİRİ} - 2,98185\text{MEVDUAT FAİZ ORANI NET GETİRİ} + 70,0898\text{DÖVİZ KURU NET GETİRİ} - 22,1762\text{BIST-100 NET GETİRİ}$

Tablo 58. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkarılarak Hesaplanan Net Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Model Özeti

	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	Z	p	$Exp(\hat{\beta})$
Sabit	-0,75666	0,122256	-6,19	0,000	
ALTIN NET GETİRİ	13,4388	6,10947	2,20	0,028	686139,3
MEVDUAT FAİZ ORANI NET GETİRİ	-2,98185	2,14724	-1,39	0,165	0,05
DÖVİZ KURU NET GETİRİ	70,0898	10,3658	6,76	0,000	2,75E+30
BIST-100 NET GETİRİ	-22,1762	5,87511	-3,77	0,000	0,00

Altın net getirinin, döviz kuru net getirinin ve BIST-100 net getirinin katsayıları %5 önem düzeyinde anlamlıdır. Altın net getiri, döviz kuru net getiri ve BIST-100 net getiri değerlerinin riskli olma olasılığının, olmama olasılığına oranı odds oranı ile yorumlanmaktadır. Bu oranlarda $Exp(\hat{\beta})$ sütunundaki değerlerdir. Altın net getirinin riskli olma olasılığı risksiz olma olasılığına göre 686139,3 kat daha fazladır. Döviz kuru net getirinin riskli olması risksiz olma olasılığına göre 2,75E+30 kat daha fazladır.

Tablo 59. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Net Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Güven Aralığı

	%95 Güven Aralığı	
	Alt Sınır	Üst Sınır
Sabit		
ALTIN NET GETİRİ	4,32	1,09E+11
MEVDUAT FAİZ ORANI NET GETİRİ	0,00	3,41
DÖVİZ KURU NET GETİRİ	4,13E+21	1,83E+39
BIST-100 NET GETİRİ	0,00	0,00

Log-Likelihood = -217,296, G = 79,897, SD = 4, p = 0,000

Modelin log-likelihood değeri %5 önem düzeyine göre anlamlıdır. Yani tahmin edilen logit modelin anlamlı olduğu sonucuna varılmaktadır.

Tablo 60. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Net Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Modelin Goodness-of-Fit Testi

	Ki-Kare	SD	p
Pearson	384,893	391	0,578
Deviance	434,593	391	0,063
Hosmer-Lemeshow	5,159	8	0,74

Altın net getiri, döviz kuru net getiri ve BIST-100 net getirisinin ortalama net getirisi üzerindeki etkisini ortaya koyan modelin uyum iyiliğine bakıldığında, Hosmer-Lemeshow testine ilişkin “p” değeri %5 önem düzeyinde anlamlıdır. Model verilere iyi bir şekilde uymaktadır.

Tablo 61. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Net Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Modelin Pearson Ki-Kare İstatistiği İçin Hosmer-Lemeshow Testi

Değer	Risk Grupları										Toplam
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	U=2										
Gözlenen	2	3	10	8	11	16	18	20	22	30	140
Beklenen	3,0	5,9	7,4	9,3	11,1	13,1	16,4	19,0	23,6	31,1	
	U=1										
Gözlenen	37	37	29	32	29	23	22	19	18	10	256
Beklenen	36,0	34,1	31,6	30,7	28,9	25,9	23,6	20,0	16,4	8,9	
Toplam	39	40	39	40	40	39	40	39	40	40	396

Seçilmiş yüksek uç değerler çıkartılarak hesaplanan net getiri değerlerine ilişkin modelin uyum iyiliğinin olup olmadığını belirlemek için;

$$\hat{C}_g = \sum_{k=0}^1 \sum_{l=1}^{10} \frac{(o_{kl}-e_{kl})^2}{e_{kl}} = \frac{(2-3,0)^2}{3,0} + \frac{(5-5,9)^2}{5,9} + \dots + \frac{(30-31,1)^2}{31,1} = 3,85$$

$\hat{C}_g < \chi_{0,05,8}^2 = 15,5$ olduğundan model uyumunun oldukça iyi olduğu sonucuna varılır (EK-3).

Tablo 62. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Bağımsız Net Getiri Değerleri ile Öngörü Olasılığı Arasındaki Uyum Ölçümleri

	n	%	Özet Ölçümler	
Concordant	27248	76,0	Somers' D	0,52
Discordant	8465	23,6	Goodman-Kruskal Gamma	0,53
Ties	127	0,4	Kendall's Tau-a	0,24
Toplam	35840	100,0		

Altın net getiri, mevduat faiz oranı net getiri, döviz kuru net getiri, BIST-100 net getiri değişkenlerinin U kategorik değişkeni ile %76,0 oranında uyumlu iken, %23,6 oranında da model ile bir uyumsuzluğu bulunmaktadır.

3.4.5.5. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin İkili (Binary) Lojistik Regresyon Analizi

Bu bölümde de seçilmiş yüksek uç değerler çıkartılarak hesaplanan brüt getiri değerlerine ilişkin Lojistik Regresyon ve modelin katsayı kestirimlerinin anlamlılığını test eden Wald testi, Pearson Ki-kare ve Hosmer Lemeshow uyum iyiliği testleri gösterilmektedir.

MODEL_16:

$$U = -0,7584 + 13,2721 \ln(\text{ALTIN BRÜT GETİRİ}) - 3,0638 \ln(\text{MEVDUAT FAİZİ ORANI BRÜT GETİRİ}) + 70,3947 \ln(\text{DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ}) - 22,423 \ln(\text{BIST-100 BRÜT GETİRİ})$$

Tablo 63. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Model Özeti

	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	Z	p	$Exp(\hat{\beta})$
Sabit	-0,7584	0,12223	-6,2	0,000	
LN(ALTIN BRÜT GETİRİ)	13,2721	6,10924	2,17	0,030	580751,57
LN(MEVDUAT FAİZİ ORANI BRÜT GETİRİ)	-3,0638	2,1256	-1,44	0,149	0,05
LN(DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ)	70,3947	10,4114	6,76	0,000	3,73E+30
LN(BIST-100 BRÜT GETİRİ)	-22,423	5,88872	-3,81	0,000	0,00

Altın brüt getirinin, döviz kuru brüt getirinin ve BIST-100 brüt getirinin katsayıları %5 önem düzeyine göre anlamlıdır. Altın brüt getirinin riskli olma olasılığı risksiz olma olasılığına göre 580751,57 kat daha fazladır. Döviz kuru brüt getirinin riskli olması risksiz olma olasılığına göre 3,73E+30 kat daha fazladır.

Tablo 64. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Güven Aralıkları

	%95 Güven Aralığı	
		Üst Sınır
Sabit		
LN(ALTIN BRÜT GETİRİ)	3,66	9,21E+10
LN(MEVDUAT FAİZİ ORANI BRÜT GETİRİ)	0,00	3,01
LN(DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ)	5,12E+21	2,72E+39
LN(BIST-100 BRÜT GETİRİ)	0,00	0,00

Log-Likelihood = -217,145, G = 80,199, SD = 4, p = 0,000

Modelin log-likelihood değeri %5 önem düzeyine göre anlamlıdır. Yani tahmin edilen logit modelin anlamlı olduğu sonucuna varılmaktadır.

Tablo 65. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Modelin Goodness-of-Fit Testi

	Ki-Kare	SD	p
Pearson	384,406	391	0,584
Deviance	434,290	391	0,065
Hosmer-Lemeshow	5,540	8	0,699

Altın brüt getiri, döviz kuru brüt getiri ve BIST-100 brüt getirisinin ortalama net getirisi üzerindeki etkisini ortaya koyan modelin uyum iyiliğine bakıldığında, Hosmer-Lemeshow testine ilişkin “p” değeri %5 önem düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 66. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Modelin Pearson Ki-Kare İstatistiği Hosmer-Lemeshow Testi

Değer	Risk Grupları										Toplam
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	U=2										
Gözlenen	2	3	9	11	9	15	20	19	22	30	140
Beklenen	3,0	5,9	7,4	9,3	11,1	13,1	16,5	19,0	23,6	31,1	
	U=1										
Gözlenen	37	37	30	29	31	24	20	20	18	10	256
Beklenen	36,0	34,1	31,6	30,7	28,9	25,9	23,5	20,0	16,4	8,9	
Toplam	39	40	39	40	40	39	40	39	40	40	396

Seçilmiş yüksek uç değerler çıkartılarak hesaplanan brüt getiri değerlerine ilişkin modelin uyum iyiliğine karar vermek için;

$$\hat{C}_g = \sum_{k=0}^1 \sum_{l=1}^{10} \frac{(o_{kl}-e_{kl})^2}{e_{kl}} = \frac{(2-3,0)^2}{3,0} + \frac{(5-5,9)^2}{5,9} + \dots + \frac{(30-31,1)^2}{31,1} = 3,98$$

$\hat{C}_g < \chi_{0,05,8}^2 = 15,5$ olduğundan model uyumunun oldukça iyidir (EK-3).

Tablo 67. Seçilmiş Yüksek Uç Değerler Çıkartılarak Hesaplanan Bağımsız Brüt Getiri Değerleri ile Öngörü Olasılıkları Arasındaki Uyum Ölçümleri

	n	%	Özet Ölçümler	
Concordant	27236	76,0	Somers' D	0,52
Discordant	8461	23,6	Goodman-Kruskal Gamma	0,53
Ties	143	0,4	Kendall's Tau-a	0,24
Toplam	35840	100		

Altın brüt getiri, mevduat faiz oranı brüt getiri, döviz kuru brüt getiri, BIST-100 brüt getiri değerlerinin U kategorik değişkenin riski ve risksiz olması ile %76,0'lık bir uyum göstermektedir.

3.4.6. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Yapılan Analizler

Bu bölümde, 230 firmanın haftalık net getirilerinin yerine, haftalık brüt getiri değerleri ele alınmıştır. Bir haftaya ait brüt getiri değerleri logaritmik dönüşüm

değerlerinin ortalaması regresyon ve lojistik regresyon modellerinde yanıt-açıklanan değişken olarak kullanılmıştır:

$$Ort [\ln(Firma Brüt Getiri)] = \sum_{i=1}^{230} \frac{[\ln(Brüt Getiri)_i]}{230}$$

3.4.6.1. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Regresyon Analizi

230 firmanın LN(Brüt Getiri) değerlerine ilişkin yapılan regresyon analizinde oluşturulan modelde, altın brüt getiri, mevduat faiz oranı brüt getiri ve BİST-100 brüt getiri değeri arttıkça, firmaların ortalama brüt getiri değerinin arttığı; döviz kuru brüt getiri değeri arttıkça, firmaların ortalama brüt getiri değerinin azaldığı saptanmıştır.

MODEL_17:

$$ORT[LN(FİRMA BRÜT GETİRİ)] = - 0,00195 + 0,593 LN(ALTIN BRÜT GETİRİ) + 0,0916LN(MEVDUAT FAİZİ BRÜT GETİRİ) - 0,837LN(DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ) + 0,341LN(BİST 100 BRÜT GETİRİ)$$

Tablo 68. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Model Özeti

	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	t	p
Sabit	-0,0019	0,00203	-0,96	0,338
LN(ALTIN BRÜT GETİRİ)	0,59274	0,05479	10,82	0,000
LN (MEVDUAT FAİZİ BRÜT GETİRİ)	0,09157	0,02924	3,13	0,002
LN(DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ)	-0,83740	0,12440	-6,73	0,000
LN(BİST 100 BRÜT GETİRİ)	0,34149	0,08137	4,20	0,000

$$S = 0,0409720, R^2 = \%42,6, R^2(\text{düzeltilmiş}) = \%42,0$$

Açıklayıcı değişkenlerinin model parametrelerinin kestirimleri standart hataları, modelin anlamlılığını gösteren tekil t istatistiği ve p değerleri ile regresyon belirleme katsayıları tablo 68’de verilmektedir. Bu değerler modeli oluşturan bağımsız değişkenlerin yanıt değişkeni üzerindeki etkisini ve anlamlılığını ortaya koymaktadır. 230 firmanın brüt getirilerinin ortalamasının alınması ile oluşturulan regresyon modeli, toplam varyansın %42,0’ını oluşturmaktadır. Döviz kuru brüt

getiri ve BIST-100 brüt getiri değişkenlerinin kat sayıları hesaplanan “p” değeri bağlamında anlamlıdır.

Tablo 69. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Varyans Analizi

	SD	SS	MS	F	p
Regresyon	4	0,51200	0,12800	76,25	0,000
Artık Hata	411	0,68995	0,00168		
Toplam	415	1,20195			

Varyans analizi tablosunda, F-testine ilişkin $p < 0,05$ olduğundan oluşturulan regresyon modeli önemli görünmektedir.

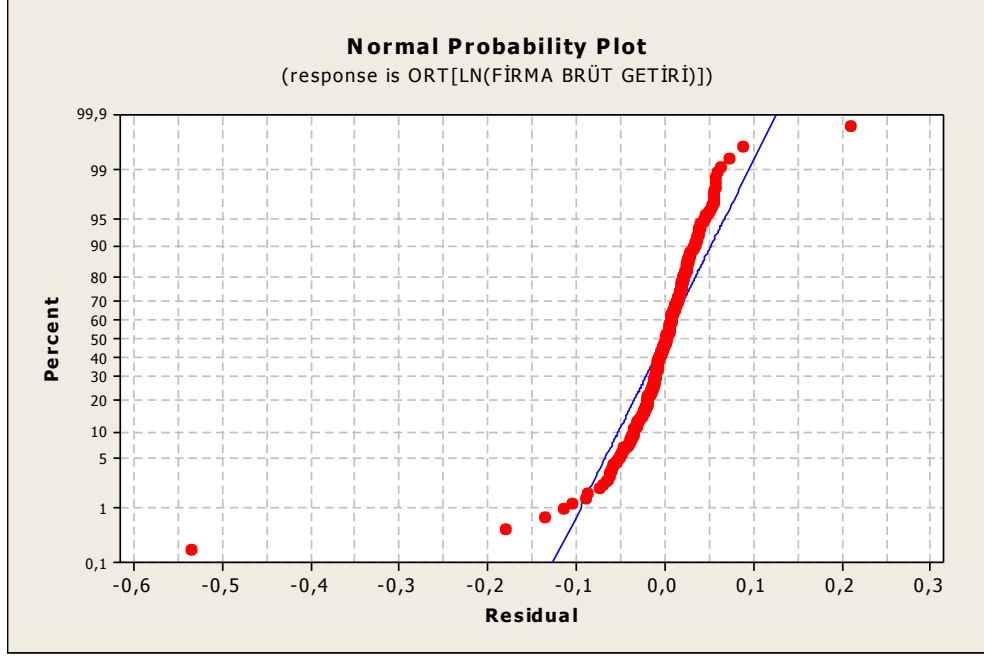
Tablo 70. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Brüt Getiriye İlişkin Uç Gözlemler

Gözlem	LN(ALTIN BRÜT GETİRİ)	ORT[LN(FİRMA BRÜT GETİRİ)]	Uyum	Uyum SE	Uç Değer	Standartlaştırılmış Uç Değer	
53	0,02900	0,00343	0,09134	0,02009	-0,08791	-2,46	X-R
62	-0,00200	-0,01402	0,00069	0,00859	-0,01470	-0,37	X
71	-0,01100	-0,10641	-0,08823	0,00915	-0,01818	-0,46	X
72	-0,06800	-0,10189	-0,12686	0,01075	0,02497	0,63	X
76	-0,00500	-0,00191	-0,00478	0,00803	0,00287	0,07	X
78	0,06200	0,04498	0,06336	0,00783	-0,01838	-0,46	X
159	-0,00600	-0,13614	-0,05006	0,00545	-0,08608	-2,12	R
167	-0,01500	-0,05977	-0,05196	0,01023	-0,00782	-0,20	X
182	0,04200	-0,10363	0,00987	0,00334	-0,11350	-2,78	R
193	0,04100	-0,14680	-0,01302	0,00531	-0,13377	-3,29	R
196	0,04300	-0,13880	-0,08483	0,01337	-0,05397	-1,39	X
198	-0,10800	-0,10598	-0,16239	0,01351	0,05640	1,46	X
200	0,00600	0,06015	0,03369	0,01326	0,02646	0,68	X
203	0,08400	0,04749	0,10835	0,01044	-0,06085	-1,54	X
204	-0,04400	-0,02107	-0,02812	0,00802	0,00705	0,18	X
211	0,02900	-0,01998	-0,04210	0,00796	0,02212	0,55	X
252	0,03000	-0,08496	0,01907	0,00388	-0,10403	-2,55	R
343	0,06000	-0,20058	-0,02247	0,00811	-0,17811	-4,43	X-R
347	0,01200	-0,53845	-0,00430	0,00277	-0,53415	-13,70	R
350	-0,08200	0,00230	-0,08731	0,00603	0,08961	2,21	R
416	0,69300	0,68712	0,47656	0,03519	0,21056	10,03	X-R

* R: Büyük uç değerli gözlemler

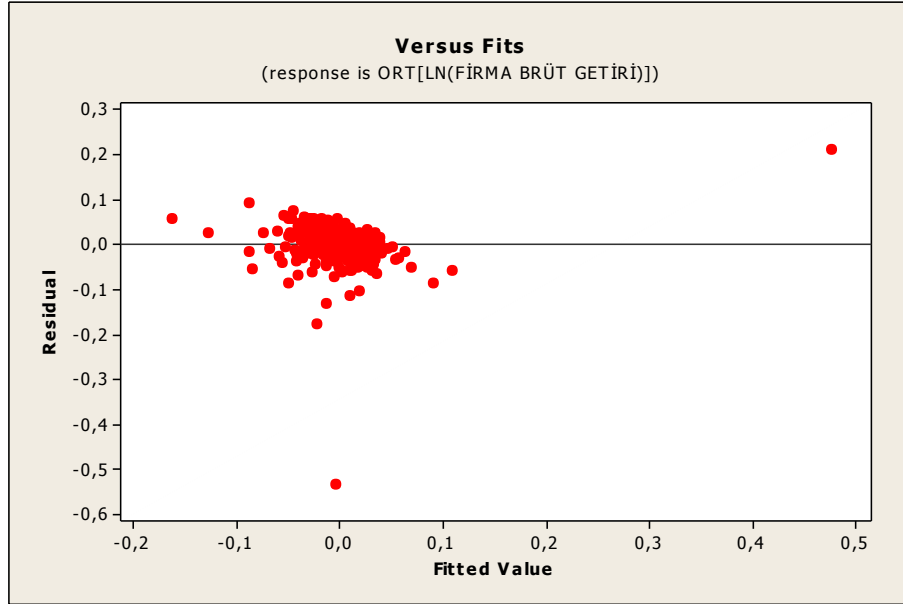
X: Yüksek kaldıraçlı gözlemler

Regresyon analizi sonucunda, 159.,182.,193.,252.,347. ve 350. haftaya ait gözlemler büyük uç değerlere sahip (R), 53.,343.,416. gözlemler hem yüksek kaldıraçlı hem de büyük uç değerlere sahiptir. Geriye kalan gözlemlerde yüksek kaldıraçlı gözlemlerdir. Hafta bazında firmaların LN(Brüt Getiri) ortalaması kullanılarak hesaplanan brüt getiri değerlerinin uç değerleri şimdiye kadar yapılan analizlerde varolan uç değerlere göre azdır. 230 firma için yapılan logaritmik dönüşümün brüt getiri değerlerindeki hata paylarını azalttığı düşünülebilir.



Şekil 55. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Ortalama Brüt Getirinin Artık Değerlerinin Normallik Dağılımı

LN(Brüt Getiri) ortalama değerin artık değerlerinin normallik dağılımına bakıldığında, dağılımdan sapmalar yaratan kuyruk değerleri olduğu görülmektedir.



Şekil 56. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Ortalama Brüt Getiri ile Artıklarının Saçılma Grafiği

230 firmanın logaritmik dönüşümü yapılarak hesaplanan ortalama brüt getiri değerine ilişkin modelin uygulanmasından sonra, açıklanmayan değerlerin, bir başka deyişle yanıt değişkeni olan brüt getiri ortalama değerinin gözlenen değeri ile tahmin

edilen değeri ($\beta - \hat{\beta}$) arasındaki sapma puanları olan yordamada yapılan hataların bulunduğu anlaşılmaktadır.

3.4.6.2. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Brüt Getiri Değerlerine İlişkin Lojistik Regresyon Analizi

Bu bölümde brüt getiri değişkenlerine ilişkin LN(Brüt Getiri) lojistik regresyon analizi yapılmaktadır.

Tablo 71. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Ortalama Brüt Getiri İkili Değerinin Betimsel İstatistiği

Değişken	Kategori	n
RİSK	2	153
	1	263
	Toplam	416

230 firmanın logaritması alınarak ve brüt getiri ortalamaları hesaplanarak yapılan lojistik regresyon analizinde 153 tane gözlem riskli, 263 gözlemde risksizdir.

MODEL _18:

$$U = -0,7054 + 5,1305\text{ALTIN BRÜT GETİRİ} - 4,1266\text{MEVDUAT FAİZ ORANI BRÜT GETİRİ} + 67,6808\text{DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ} - 20,0055\text{BİST-100 BRÜT GETİRİ}$$

Tablo 72. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Model Özeti

	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	Z	p	$Exp(\hat{\beta})$
Sabit	-0,7054	0,1185	-5,95	0,000	
LN(ALTIN BRÜT GETİRİ)	5,1305	3,0810	1,67	0,096	169,11
LN (MEVDUAT FAİZİ BRÜT GETİRİ)	-4,1266	1,9587	-2,11	0,035	0,02
LN(DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ)	67,6808	9,6713	7,00	0,000	2,47E+29
LN(BİST 100 BRÜT GETİRİ)	-20,0055	5,3904	-3,71	0,000	0,00

Mevduat brüt getirisinin, döviz kuru brüt getirisinin ve BIST-100 brüt getirisinin katsayıları %5 önem düzeyinde anlamlıdır. Mevduat faiz oranı brüt getirisinin riskli olma olasılığı risksiz olma olasılığına göre 0,02 kat daha azdır. Döviz kuru brüt getirisinin riskli olması risksiz olma olasılığına göre 2,47E+29 kat daha fazladır.

Tablo 73. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Güven Aralığı

	%95 Güven Aralığı	
	Alt Sınır	Üst Sınır
Sabit		
LN(ALTIN BRÜT GETİRİ)	0,40	70918,45
LN (MEVDUAT FAİZİ BRÜT GETİRİ)	0,00	0,75
LN(DÖVİZ KURU BRÜT GETİRİ)	1,45E+21	4,22E+37
LN(BİST 100 BRÜT GETİRİ)	0,00	0,00

Log-Likelihood = -226,011, G = 95,242, SD = 4, p= 0,000

Logaritması alınmış mevduat faiz oranı brüt getirisi %5 önem düzeyine göre alt sınır 0,00 ile üst sınır 0,75 değerleri arasında, döviz kuru brüt getirisi alt sınır 1,45E+21 ile üst sınır 4,22E+37 değerleri arasında ve BIST-100 brüt getirisi alt sınır 0,00 ile üst sınır 0,00 değerleri arasında değişim göstermektedir. Modelin log-likelihood değeri %5 olasılıkla anlamlılık ortaya koymaktadır. Tahmin edilen logit modelin istatistiki öneme sahiptir.

Tablo 74. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Modelin Goodness-of-Fit Testi

	Ki-Kare	SD	p
Pearson	399,892	411	0,643
Deviance	452,022	411	0,079
Hosmer-Lemeshow	5,189	8	0,737

Altın brüt getiri, mevduat faiz oranı brüt getiri, döviz kuru brüt getiri ve BIST-100 brüt getirisinin ortalama net getirisi üzerindeki etkisini ortaya koyan modelin uyum iyiliğine bakıldığında, Hosmer-Lemeshow testine ilişkin “p” değeri %5 önem düzeyine göre anlamlıdır. Model verilere sağlıklı bir şekilde uymaktadır.

Tablo 75. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Brüt Getiri Lojistik Regresyonuna İlişkin Modelin Pearson Ki-Kare İstatistiği Hosmer-Lemeshow Testi

Değer	Risk Grupları										Toplam
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	U=2										
Gözlenen	2	5	8	11	12	15	17	26	25	32	153
Beklenen	3,1	6,1	8,2	10,2	12,2	14,4	17,6	20,6	25,7	34,9	
	U=1										
Gözlenen	39	37	33	31	30	26	25	15	17	10	263
Beklenen	37,9	35,9	32,8	31,8	29,8	26,6	24,4	20,4	16,3	7,1	
Toplam	41	42	41	42	42	41	42	41	42	42	416

Hafta bazında 230 firmanın LN(Brüt Getiri) ortalaması kullanarak hesaplanan brüt getiri değerlere ilişkin modelin uyum iyiliğine karar vermek için;

$$\hat{C}_g = \sum_{k=0}^1 \sum_{l=1}^{10} \frac{(o_{kl}-e_{kl})^2}{e_{kl}} = \frac{(2-3,1)^2}{3,1} + \frac{(5-6,1)^2}{6,1} + \dots + \frac{(32-34,9)^2}{34,9} = 2,38$$

$\hat{C}_g < \chi_{0,05,8}^2 = 15,5$ olduğundan model uyumunun oldukça iyi olduğu sonucuna varılır (EK-3).

Tablo 76. Hafta Bazında Firmaların “LN(Brüt Getiri) Ortalaması” Kullanılarak Hesaplanan Bağımsız Brüt Getiri Değişkenleri ile Öngörü Olasılıkları Arasındaki Uyum Ölçümleri

	n	%	Özet Ölçümler	
Concordant	30962	76,9	Somers'D	0,54
Discordant	9139	22,7	Goodman-Kruskal Gamma	0,54
Ties	138	0,3	Kendall's Tau-a	0,25
Toplam	40239	100,0		

Altın brüt getiri, mevduat faiz oranı brüt getiri, döviz kuru brüt getiri, BIST-100 brüt getiri değişkenlerinin U kategorik değişkeni ile %76,9'luk bir uyuma sahiptir. Şimdiye kadar yapılan lojistik regresyon analizlerinde bağımsız değişkenlerin yanıt değişkeni ile kurduğu modelin uyumu ortalama %76,9'dur.

SONUÇ

Bu tez çalışmasında Doğrusal Regresyon Analizi ve Lojistik Regresyon modelleri kullanılarak altın net ve brüt getirilerin, mevduat faiz oranı net ve brüt getirilerin, dolar kuru net ve brüt getirinin ve BIST-100 net ve brüt getirinin haftalık A grubu hisse senetleri ortalama net ve brüt getirilerine etkisi araştırılmıştır. Bu analizler, Minitab 15 istatistik paket programı ile gerçekleştirilmiştir.

Bağımlı ve bağımsız değişken ayrımının yapıldığı çok değişkenli bir modelde bağımlı değişken nominal ölçekli bir değişken olduğunda Enküçük Kareler tekniği ile elde edilen tahminler yetersiz olmaktadır. Çalışmada hem doğrusal regresyon analizi hem lojistik regresyon analizi kullanmamızın amacı değişken tiplerine uygun doğru analiz yönteminin uygulanması kadar bu modellerin birbirini tamamlayıcı yönünün de gösterilmeye çalışılmasıdır. Bu süreçte varılan sonuç da normal dağılım şartına uymayan bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkisi anlamlı olmamaktadır. Normal dağılım şartı aranmayan lojistik regresyon analizinde ise getiri ile etkileşime giren altın net ve brüt getirilerin, mevduat faiz oranı net ve brüt getirilerin, dolar kuru net ve brüt getirilerin ve BIST-100 net ve brüt getirilerin A grubu hisselerin ortalama net ve brüt getirilerine etkisi tespit edilmiştir.

Çalışmada, 10 farklı doğrusal regresyon, 8 farklı lojistik regresyon modeli denenmiştir. Bunlardan düzgünlük verileri dahil edilmeden yapılan analizlerde, 1 numaralı regresyon modeli t-, F-testleri ve düzeltilmiş R^2 bakımından en iyi model olarak tespit edilmiştir. Lojistik regresyon modellerinden ise 4 ve 18 numaralı modeller Wald testleri, G-testleri bakımından risk değerlerindeki kategorik değerleri öngörmek bakımından en iyi modeller olarak bulunmuştur.

Analizden elde edilen sonuçlar şu şekildedir: Veri setinden 416. hafta değerleri çıkartıldıktan sonra normallik testi sonucunda ortalama net getiri, altın net ve brüt getiri, mevduat faiz oranı net ve brüt getiri, döviz kuru net ve brüt getiri ve BIST-100 net getiri değişkenleri %5 önem düzeyinde (significance level) anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Net getiri değişkenlerine ilişkin model, açıklanan değişkendeki toplam varyansın %42,7'sini açıklamaktadır. Regresyon analizine göre, altın net getirisi ve döviz kuru net getirisi hisse senedinin net getirisini negatif yönde

etkilemektedir. BIST-100 endeks net getirisi hisse senetleri net getirisini pozitif yönde etkilemektedir. Brüt getiri değişkenlerine ilişkin model, açıklanan değişkendeki toplam varyansın %42,9'unu açıklamaktadır. Logaritması alınmış altın brüt getirisinin, logaritması alınmış döviz kuru brüt getirisinin logaritması alınmış ortalama brüt getirine etkisi negatif, logaritması alınmış BIST-100 brüt getirisinin ise logaritması alınmış ortalama brüt getirisine etkisi pozitiftir. Lojistik regresyon analizine göre, altın brüt getirisinin riskli olma olasılığı risksiz olma olasılığına göre 1587630,71 kat daha fazladır. Döviz kuru brüt getirisinin riskli olması risksiz olma olasılığına göre $1,22E+31$ kat daha fazladır.

Verilerden, regresyon modelinin işaret etmiş olduğu yüksek standart artık değerli ve yüksek kaldıraçlı değerler çıkarıldıktan sonra yapılan normallik testi sonucunda; ortalama net ve brüt getiri, altın brüt getiri, mevduat faiz oranı net ve brüt getiri, döviz kuru net ve brüt getiri ve BIST-100 net ve brüt getiri değişkenleri %5 önem anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Sadece altın net getiri değeri %5 önem düzeyinde anlamlı şekilde normal dağılmadığı, net getiri değişkenlerine ilişkin model, açıklanan değişkendeki toplam varyansın %38,4'ünü açıklamaktadır. Regresyon analizi sonuçlarına göre altın net getiri ve döviz kuru net getiri değişkenleri ortalama net getiri değişkenini negatif yönde, BIST-100 net getirisi de pozitif yönde etkilemektedir. Brüt getiri değişkenlerine ilişkin model, açıklanan değişkendeki toplam varyansın %38,3'ünü açıklamaktadır. Altından ve döviz kurundan elde edilen brüt getiri hisse senedinden elde edilen ortalama brüt getiriyi negatif yönde, BIST1-100 brüt getiri de hisse senedinden elde edilen ortalama brüt getiriyi pozitif yönde etkilemektedir. Lojistik regresyon sonucunda altın net getirisinin riskli olma olasılığı risksiz olma olasılığına göre $5,37E+08$ kat daha fazladır. Döviz kuru net getirisinin riskli olması risksiz olma olasılığına göre $1,53E+35$ kat daha fazla çıkmıştır. Altın brüt getirisinin riskli olma olasılığı ise risksiz olma olasılığına göre $5,23E+08$ kat daha fazladır. Döviz kuru brüt getirisinin riskli olması risksiz olma olasılığına göre $2,08E+35$ kat daha bulunmuştur.

Modellenen verilere duyarlılığını incelemek amacıyla veri setine 416. hafta verileri eklenerek yapılan regresyon analizi sonucunda, altın net getirisi, mevduat faiz oranı net getirisi ve BIST-100 net getirisi, ortalama net getirisini pozitif yönde, döviz kuru net getirisi ise negatif yönde etkilemekte olduğu görülmektedir. Net getiri

değişkenlerine ilişkin model, açıklanan değişkendeki toplam varyansın %69,3'ünü izah edebilmektedir. Altın brüt getirisi, mevduat faiz oranı brüt getirisi, BIST-100 brüt getirisi, ortalama brüt getirisini pozitif yönde, döviz kuru brüt getirisi ise negatif yönde etkilemektedir. Brüt getiri değişkenlerine ilişkin model, y'deki toplam varyansın %54,8'ini oluşturmaktadır. Lojistik regresyon analizi sonucunda ortaya çıktığına göre, mevduat faiz oranı net getirisinin riskli olma olasılığı risksiz olma olasılığına göre 0,02 kat daha az, döviz kuru brüt getirisinin riskli olması risksiz olma olasılığına göre 24,22E+28 kat daha fazla, mevduat faiz oranı brüt getirisinin riskli olma olasılığı risksiz olma olasılığına göre 0,02 kat daha az çıkmıştır. Döviz kuru brüt getirinin riskli olması risksiz olma olasılığına göre 9,92E+28 kat daha hesaplanmıştır.

Seçilmiş yüksek uç değerler (extreme outliers) çıkarılarak yapılan analizler sonucunda da ortalama net getiri, altın net getiri, mevduat faiz oranı getiri, döviz kuru getiri ve BIST-100 net getiri değişkenlerinin %5 önem seviyesinde normal dağılmadığı tespit edilmiştir. Regresyon analizlerine göre, hisse senedinden elde edilen net getiriye döviz kuru net getiri negatif yönde ve BIST-100 net getirisi ise pozitif yönde etkilemektedir. Net getiri değişkenlerine ilişkin model, açıklanan değişkendeki toplam varyansın %32,6'sını açıklayabilmektedir, döviz kuru brüt getiri negatif yönde, BIST-100 brüt getirisi pozitif yönde hisse senedi ortalama brüt getirisini etkilemektedir. Brüt getiri değişkenlerine ilişkin model, açıklanandaki toplam varyansın %32,6'sını oluşturmaktadır. Lojistik regresyona göre, altın net getirisinin riskli olma olasılığı risksiz olma olasılığına göre 686139,3 kat daha fazladır. Döviz kuru net getirisinin riskli olması risksiz olma olasılığına göre 2,75E+30 kat daha fazladır. Altın brüt getirisinin riskli olma olasılığı risksiz olma olasılığına göre 580751,57 kat daha fazladır. Döviz kuru brüt getirisinin riskli olması risksiz olma olasılığına göre 3,73E+30 kat daha fazladır.

Son olarak 230 firmanın logaritmik brüt getirilerinin ortalamaları üzerinden yapılan analiz sonucunda, altın brüt getiri, mevduat faiz oranı brüt getiri, döviz kuru brüt getiri ve BIST-100 brüt getiri değeri arttıkça, firmaların brüt getiri değerinin arttığı tespit edilmiştir. 230 firmanın brüt getirilerinin ortalamasının alınması ile oluşturulan regresyon modeli, A tipi hisselerin sağladığı getirideki varyasyonun %42,0'mı açıklayabilmektedir. Lojistik regresyon analizine göre, mevduat faiz oranı

brüt getirinin riskli olma olasılığı risksiz olma olasılığına göre 0,02 kat daha az; döviz kuru brüt getirinin riskli olması risksiz olma olasılığına göre 2,47E+29 kat daha fazladır.

İki değerli yanıt değişkeni ifadesi ile gerçekleştirilen lojistik regresyon modeli uygulamasının, yanıt değişkeninin esas değerlerini kullanamamaktan dolayı tam bilgi tüketimi yapmadığı açıktır. Bununla birlikte yapılan çalışmada hisse senedi getirileri için lojistik regresyon modeli kullanımı önerisi yapılmış ve bunun doğrusal regresyona alternatif değil ancak paralel ve sonuçlarıyla tamamlayıcı yönü ortaya konulmuştur. Lojistik regresyon modelinin hem model hem de modeldeki bağımsız değişkenlerin parametrelerinin istatistiksel anlamlılığı bakımından iyi sonuçlar verdiği, hisse senedi getirilerinin riskli ve risksiz kategorilerine ayırımı bağlamında güvenilir öngörüler yaptığı saptanmıştır.

KAYNAKÇA

Borsa İstanbul. 2005-2012. *A Grubu Hisse Senedi 2005-2012 Günlük Fiyatları*. 2005-2012 Veri Seti. <http://www.borsaistanbul.com/>, 29 Nisan 2014

Beninga, S. 2008. *Financial Modeling*, 3E. The MIT Press.

Franke, J., Hardle, WK. and Hafner, CM. 2011. *Statistics of Financial Markets*. 3rd ed. USA.

Hardin, J., and Hilbe, J. 2007. *Generalized Linear Models and Extensions*. 2nd ed., USA: Stata Press.

Hosmer, D.W., and Lemeshow, S. 2002. *Applied Logistic Regression*. 2nd ed., USA: Wiley-Interscience Publication.

Jong, P., and Heller, G.Z. 2008. *Generalized Linear Models for Insurance Data*. U.S.: Cambridge University Press.

Khuri, A. 2010. *Linear Models Methodology*. Chapman & Hall, USA.

Lewis, S.L. 1998. *Analysis of Designed Experiments using Generalized Linear Models*, *PhD Thesis*, Arizona State University.

Lewis, S.L., Montgomery, D. C., and Myers, R. H. 2001. "Examples of Designed Experiments with Nonnormal Responses," *Journal of Quality Technology*, 33, 265-278.

Mccullagh, P., and Nelder, J. A. 1989. *Generalized Linear Models*. 2nd ed., USA: Chapman & Hall.

Mcculloch, C.E., and Searle, S.R. 2008. *Generalized, Linear and Mixed Models*. 2nd ed., USA: Wiley-Interscience.

- Montgomery, D.C., Peck, E.A., and Vining, G.G. 2001. *Introduction to Linear Regression Analysis*. 3rd ed., New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Myers, R. H., and Montgomery, D. C. 1997. "A Tutorial on Generalized Linear Models," *Journal of Quality Technology*, 29, 274-291.
- Myers, R. H., Montgomery, D. C., and Vining, G. G. 2010. *Generalized Linear Models: with Applications in Engineering and the Sciences*. 2nd ed., New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Nelder, J. A., and Wedderburn, R.W. M. 1972. "Generalized Linear Models," *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 135, 370-384.
- Olsson, U. 2002. *Generalized Linear Models An Applied Approach*. Printed in Sweden: Studentlitteratur, Lund.
- Ruppert, D. 2011. *Statistics and Data Analysis for Financial Engineering*. Springer.
- Sonia, B. 2001. Diagnostics for Generalized Linear Models, *PhD Thesis*, Concordia University.

EKLER

EK-1 VERİ SETİNDEKİ A-GRUBU HİSSE SENETLERİ GETİRİLERİNİN TANIMLAYICI İSTATİSTİKLERİ

Tanımlayıcı İstatistikler: ADANA; ADBGR; ADEL; ADNAC; AEFES; AFMAS; AFYON; ...

Değişken	Toplam		SE		Ortalama	St.Hata	Minimum	Q1
	Sayı	N	N*	Ortalama				
ADANA	415	415	0	0,00090	0,00234	0,04759	-0,22217	-0,02093
ADBGR	415	415	0	0,00076	0,00221	0,04492	-0,23092	-0,01785
ADEL	415	415	0	0,00812	0,00265	0,05396	-0,22380	-0,01706
ADNAC	415	415	0	-0,00114	0,00338	0,06884	-0,98091	-0,02202
AEFES	415	415	0	0,00212	0,00264	0,05388	-0,73838	-0,01929
AFMAS	415	415	0	0,00234	0,00369	0,07521	-0,62857	-0,02164
AFYON	415	415	0	-0,00065	0,00400	0,08153	-0,67144	-0,02411
AGYO	415	415	0	0,00032	0,00344	0,07000	-0,98835	-0,02267
AKALT	415	415	0	0,00337	0,00401	0,08171	-0,54301	-0,02744
AKBNK	415	415	0	0,00167	0,00261	0,05320	-0,23269	-0,02715
AKCNS	415	415	0	0,00345	0,00258	0,05246	-0,18864	-0,02591
AKENR	415	415	0	-0,00141	0,00339	0,06897	-0,74137	-0,02430
AKGRT	415	415	0	-0,00042	0,00339	0,06905	-0,54261	-0,02672
AKSA	415	415	0	0,00416	0,00497	0,10123	-0,77100	-0,02302
AKSUE	415	415	0	-0,00024	0,00353	0,07182	-0,69640	-0,02519
ALARK	415	415	0	-0,00071	0,00289	0,05897	-0,91285	-0,02004
ALCTL	415	415	0	0,00126	0,00291	0,05920	-0,32981	-0,02473
ALGYO	415	415	0	0,00139	0,00279	0,05693	-0,43391	-0,02114
ALKA	415	415	0	-0,00129	0,00313	0,06370	-0,92580	-0,02161
ALKIM	415	415	0	0,00352	0,00219	0,04459	-0,21147	-0,01759
ALNTF	415	415	0	0,00203	0,00377	0,07686	-0,83533	-0,02118
ALTIN	415	415	0	0,00989	0,00301	0,06141	-0,23272	-0,02057
ALYAG	415	415	0	0,00071	0,00445	0,09064	-0,96451	-0,03537
ANACM	415	415	0	0,00208	0,00310	0,06308	-0,31943	-0,01960
ANHYT	415	415	0	0,00246	0,00296	0,06027	-0,30475	-0,02710
ANSGR	415	415	0	-0,00270	0,00324	0,06591	-0,69915	-0,02512
ARCLK	415	415	0	0,00219	0,00251	0,05106	-0,24979	-0,02275
ARENA	415	415	0	-0,00112	0,00404	0,08237	-0,82052	-0,02747
ARFYO	415	415	0	-0,00076	0,00329	0,06701	-0,66018	-0,01906
ARSAN	415	415	0	0,00498	0,00381	0,07767	-0,28168	-0,02796
ASELS	415	415	0	0,00300	0,00368	0,07491	-0,71762	-0,02005
ASLAN	415	415	0	0,00390	0,00442	0,08996	-0,60317	-0,02901
ASUZU	415	415	0	0,00240	0,00422	0,08597	-0,75370	-0,02412
ATEKS	415	415	0	0,00113	0,00353	0,07199	-0,54590	-0,02379
ATLAS	415	415	0	-0,00126	0,00435	0,08864	-0,59175	-0,03283
AVIVA	415	415	0	-0,00009	0,00327	0,06666	-0,40026	-0,02389
AYCES	415	415	0	0,00370	0,00338	0,06895	-0,25623	-0,02781
AYEN	415	415	0	-0,00415	0,00373	0,07605	-0,69015	-0,02298
AYGAZ	415	415	0	0,00372	0,00229	0,04665	-0,19850	-0,02020
BAGFS	415	415	0	0,00457	0,00320	0,06524	-0,67778	-0,02258
BAKAB	415	415	0	-0,00021	0,00385	0,07851	-0,98508	-0,02273
BANVT	415	415	0	0,00426	0,00285	0,05798	-0,17880	-0,02322
BERDN	415	415	0	-0,00566	0,00374	0,07626	-0,83668	-0,03357
BFREN	415	415	0	0,00169	0,00310	0,06323	-0,35838	-0,02534
BISAS	415	415	0	-0,00171	0,00491	0,09997	-0,99390	-0,03569
BJKAS	415	415	0	0,00206	0,00501	0,10210	-0,80617	-0,03543
BOLUC	415	415	0	-0,00120	0,00275	0,05596	-0,79669	-0,01876
BOSSA	415	415	0	0,00331	0,00357	0,07263	-0,33150	-0,02211
BOYNR	415	415	0	0,00500	0,00330	0,06731	-0,23051	-0,02428
BRISA	415	415	0	0,00110	0,00439	0,08942	-0,86844	-0,02431
BRMEN	415	415	0	-0,00346	0,00400	0,08156	-0,99569	-0,02820
BROVA	415	415	0	0,00680	0,00621	0,12657	-0,31811	-0,03237
BRSAN	415	415	0	0,00333	0,00257	0,05242	-0,28319	-0,02003
BRYAT	415	415	0	0,00230	0,00271	0,05527	-0,58575	-0,02029
BSOKE	415	415	0	-0,00000	0,00332	0,06764	-0,84618	-0,02218
BTCIM	415	415	0	0,00304	0,00256	0,05211	-0,18744	-0,02153
BUCIM	415	415	0	-0,00026	0,00216	0,04395	-0,47830	-0,01235
BURCE	415	415	0	0,00668	0,00521	0,10614	-0,88805	-0,03315
BURVA	415	415	0	0,00344	0,00422	0,08591	-0,63898	-0,03084

CELHA	415	415	0	0,00238	0,00330	0,06730	-0,47038	-0,02388
CEYLN	415	415	0	0,00134	0,00488	0,09947	-0,38123	-0,03497
CIMSA	415	415	0	0,00486	0,00312	0,06348	-0,26836	-0,01827
CLEBI	415	415	0	0,00868	0,00512	0,10430	-0,32443	-0,02770
CMBTN	415	415	0	0,00833	0,00462	0,09412	-0,23181	-0,02593
CMNT	415	415	0	-0,00015	0,00351	0,07151	-0,83135	-0,02199
DARDL	415	415	0	0,00078	0,00465	0,09471	-0,73786	-0,03239
DENCM	415	415	0	0,00460	0,00297	0,06055	-0,40447	-0,02011
DENIZ	415	415	0	0,00543	0,00363	0,07396	-0,27382	-0,02516
DENTA	415	415	0	0,00205	0,00381	0,07758	-0,88497	-0,02441
DERIM	415	415	0	0,00895	0,00507	0,10324	-0,23244	-0,02501
DESA	415	415	0	-0,00125	0,00329	0,06707	-0,75610	-0,02549
DEVA	415	415	0	0,00471	0,00376	0,07659	-0,32455	-0,02611
DGZTE	415	415	0	0,00324	0,00413	0,08410	-0,23878	-0,03433
DITAS	415	415	0	-0,00406	0,00389	0,07929	-0,83137	-0,02518
DMSAS	415	415	0	0,00062	0,00244	0,04974	-0,25692	-0,02166
DNZYO	415	415	0	0,00492	0,00513	0,10453	-0,46834	-0,02315
DOAS	415	415	0	0,00256	0,00305	0,06203	-0,38012	-0,03238
DOBUR	415	415	0	0,00054	0,00395	0,08054	-0,59516	-0,03302
DOGUB	415	415	0	0,00313	0,00442	0,09000	-0,42422	-0,03892
DOHOL	415	415	0	0,00087	0,00385	0,07850	-0,45593	-0,02874
DYHOL	415	415	0	0,00036	0,00444	0,09041	-0,43462	-0,03190
DYOBY	415	415	0	0,00445	0,00406	0,08265	-0,30750	-0,02751
ECBYO	415	415	0	0,00375	0,00357	0,07272	-0,28686	-0,01716
ECILC	415	415	0	0,00231	0,00285	0,05808	-0,47228	-0,02002
ECYAP	415	415	0	0,00548	0,00315	0,06421	-0,21192	-0,02246
ECZYT	415	415	0	0,00003	0,00308	0,06267	-0,68637	-0,02127
EDIP	415	415	0	0,00252	0,00385	0,07839	-0,27196	-0,02559
EGEEN	415	415	0	0,00587	0,00332	0,06772	-0,24494	-0,02901
EGGUB	415	415	0	0,00025	0,00411	0,08374	-0,93697	-0,02674
EGPRO	415	415	0	-0,00007	0,00421	0,08567	-0,63483	-0,02988
EGSER	415	415	0	0,00093	0,00379	0,07725	-0,83061	-0,02747
EGYO	415	415	0	0,00111	0,00333	0,06793	-0,19494	-0,02858
EMNIS	415	415	0	0,00279	0,00344	0,07008	-0,55677	-0,02182
ENKAI	415	415	0	-0,00454	0,00383	0,07793	-0,88687	-0,02573
EPLAS	415	415	0	0,00414	0,00434	0,08847	-0,31734	-0,03547
ERBOS	415	415	0	0,00260	0,00349	0,07100	-0,83345	-0,02385
EREGL	415	415	0	-0,00211	0,00345	0,07020	-0,77352	-0,02108
ERSU	415	415	0	0,00090	0,00385	0,07843	-0,30436	-0,02747
ESCOM	415	415	0	0,00096	0,00415	0,08451	-0,87797	-0,02584
ESEMS	415	415	0	0,00551	0,00475	0,09667	-0,32373	-0,04723
FENER	415	415	0	0,00322	0,00425	0,08668	-0,96199	-0,01858
FENIS	415	415	0	0,00541	0,00545	0,11107	-0,50465	-0,02117
FKRL	415	415	0	0,00546	0,00365	0,07433	-0,36601	-0,01928
FINBN	415	415	0	0,00305	0,00304	0,06185	-0,36366	-0,02452
FMIZP	415	415	0	-0,00049	0,00518	0,10550	-0,97960	-0,02512
FNSYO	415	415	0	0,00149	0,00318	0,06468	-0,32476	-0,02058
FRIGO	415	415	0	0,00042	0,00344	0,07017	-0,25237	-0,03142
FROTO	415	415	0	0,00062	0,00336	0,06854	-0,96390	-0,02180
FVORI	415	415	0	0,00220	0,00451	0,09181	-0,85268	-0,03014
GARAN	415	415	0	0,00282	0,00288	0,05875	-0,41601	-0,02483
GARFA	415	415	0	0,00323	0,00369	0,07523	-0,60894	-0,03047
GENTS	415	415	0	0,00084	0,00261	0,05317	-0,50961	-0,01799
GEREL	415	415	0	0,00039	0,00268	0,05463	-0,34105	-0,02183
GLYHO	415	415	0	0,00127	0,00319	0,06498	-0,43470	-0,02327
GOLDS	415	415	0	-0,00007	0,00313	0,06369	-0,26774	-0,02508
GOLTS	415	415	0	0,00543	0,00354	0,07211	-0,22099	-0,02625
GOODY	415	415	0	0,00253	0,00356	0,07249	-0,98317	-0,02153
GSDHO	415	415	0	0,00268	0,00325	0,06616	-0,33347	-0,02902
GSRAY	415	415	0	-0,00104	0,00398	0,08104	-0,92617	-0,02412
GUBRF	415	415	0	0,00528	0,00415	0,08448	-0,83471	-0,02435
GUSGR	415	415	0	0,00227	0,00319	0,06507	-0,51917	-0,02507
HEKTS	415	415	0	0,00188	0,00240	0,04882	-0,23503	-0,01827
HURGZ	415	415	0	-0,00125	0,00291	0,05934	-0,21351	-0,03221
HZNDR	415	415	0	0,00014	0,00352	0,07179	-0,78464	-0,02577
IDAS	415	415	0	0,00078	0,00374	0,07623	-0,38595	-0,02912
IHEVA	415	415	0	0,00108	0,00411	0,08374	-0,41247	-0,03225
IHLAS	415	415	0	0,00204	0,00292	0,05955	-0,24260	-0,02283
INDES	415	415	0	0,00219	0,00290	0,05909	-0,60514	-0,02215
INTEM	415	415	0	0,00397	0,00332	0,06754	-0,59255	-0,02342
ISCTR	415	415	0	-0,00071	0,00305	0,06220	-0,69655	-0,02493
ISFIN	415	415	0	-0,00119	0,00341	0,06956	-0,50927	-0,02677
ISGYO	415	415	0	0,00056	0,00237	0,04822	-0,25608	-0,02146
ISYAT	415	415	0	-0,00038	0,00268	0,05456	-0,67266	-0,01882
IZMDC	415	415	0	0,00258	0,00310	0,06310	-0,50657	-0,01870
IZOCM	415	415	0	0,00649	0,00352	0,07163	-0,66589	-0,02328

KAPLM	415	415	0	0,00238	0,00384	0,07827	-0,90135	-0,02864
KARSN	415	415	0	-0,00186	0,00320	0,06510	-0,47438	-0,02951
KCHOL	415	415	0	0,00208	0,00254	0,05179	-0,20272	-0,02457
KIPA	415	415	0	-0,00224	0,00358	0,07288	-0,88563	-0,01955
KLBM0	415	415	0	0,00242	0,00326	0,06640	-0,50142	-0,02898
KLMSN	415	415	0	0,00186	0,00328	0,06690	-0,55019	-0,02212
KNFRT	415	415	0	0,00957	0,00505	0,10280	-0,23905	-0,03581
KONYA	415	415	0	0,00426	0,00371	0,07554	-0,98725	-0,02217
KORDS	415	415	0	0,00029	0,00277	0,05643	-0,68828	-0,02213
KRDMA	415	415	0	0,00033	0,00303	0,06181	-0,41274	-0,02627
KRDMB	415	415	0	0,00130	0,00334	0,06800	-0,43656	-0,02458
KRDMD	415	415	0	0,00175	0,00289	0,05879	-0,46072	-0,01905
KRSTL	415	415	0	0,00355	0,00495	0,10080	-0,27913	-0,02831
KRTEK	415	415	0	0,00283	0,00314	0,06405	-0,31945	-0,02801
KUTPO	415	415	0	-0,00230	0,00416	0,08479	-0,75275	-0,02765
LOGO	415	415	0	0,00346	0,00415	0,08445	-0,67136	-0,02486
LUKSK	415	415	0	0,00321	0,00369	0,07521	-0,68337	-0,02623
MAALT	415	415	0	0,00420	0,00441	0,08977	-0,89163	-0,03117
MAKTK	415	415	0	0,00494	0,00431	0,08785	-0,47718	-0,03789
MEMSA	415	415	0	0,00382	0,00572	0,11649	-0,49963	-0,03986
MERKO	415	415	0	0,00240	0,00314	0,06397	-0,28094	-0,02694
METUR	415	415	0	0,00212	0,00374	0,07609	-0,38660	-0,03056
MIPAZ	415	415	0	0,00081	0,00365	0,07439	-0,51620	-0,03432
MNDRS	415	415	0	0,00137	0,00312	0,06362	-0,40595	-0,02728
MRDIN	415	415	0	0,00168	0,00190	0,03878	-0,13720	-0,01348
MRSHL	415	415	0	0,00213	0,00401	0,08159	-0,90491	-0,02721
MUTLU	415	415	0	0,00303	0,00423	0,08612	-0,95804	-0,02362
MYZYO	415	415	0	0,00353	0,00500	0,10189	-0,22334	-0,02686
MZHL0	415	415	0	0,00473	0,00470	0,09577	-0,47543	-0,03428
NETAS	415	415	0	-0,00078	0,00452	0,09207	-0,98767	-0,02605
NTHOL	415	415	0	0,00253	0,00353	0,07196	-0,58724	-0,02223
NTTUR	415	415	0	0,00000	0,00299	0,06093	-0,33193	-0,02715
NUGYO	415	415	0	0,00725	0,00430	0,08755	-0,57680	-0,02744
NUHCM	415	415	0	0,00056	0,00209	0,04259	-0,35790	-0,01278
OLMKS	415	415	0	0,00418	0,00271	0,05512	-0,37434	-0,01995
OTKAR	415	415	0	0,00400	0,00336	0,06836	-0,91654	-0,01878
PARSN	415	415	0	0,00234	0,00339	0,06905	-0,77779	-0,02605
PENGD	415	415	0	0,00371	0,00389	0,07927	-0,24172	-0,03045
PETKM	415	415	0	0,00512	0,00542	0,11050	-0,74250	-0,02121
PETUN	415	415	0	0,00369	0,00272	0,05547	-0,50208	-0,01699
PIMAS	415	415	0	0,00322	0,00324	0,06602	-0,33199	-0,02677
PINSU	415	415	0	0,00143	0,00286	0,05817	-0,51063	-0,02219
PKART	415	415	0	-0,00036	0,00278	0,05662	-0,23177	-0,02949
PKENT	415	415	0	0,00441	0,00397	0,08088	-0,82218	-0,02788
PNSUT	415	415	0	0,00406	0,00340	0,06933	-0,92418	-0,02013
PRKAB	415	415	0	-0,00113	0,00346	0,07049	-0,71495	-0,02324
PRTAS	415	415	0	-0,00172	0,00442	0,08996	-0,38216	-0,03603
PTOFS	415	415	0	-0,00014	0,00321	0,06534	-0,72761	-0,02443
RAYSG	415	415	0	0,00228	0,00363	0,07389	-0,27374	-0,02744
SAHOL	415	415	0	0,00222	0,00261	0,05319	-0,31434	-0,02264
SANKO	415	415	0	0,00154	0,00231	0,04707	-0,16654	-0,02017
SARKY	415	415	0	0,00054	0,00284	0,05788	-0,59900	-0,02131
SASA	415	415	0	-0,00024	0,00259	0,05267	-0,34916	-0,02485
SEKFK	415	415	0	-0,00032	0,00340	0,06928	-0,47661	-0,02746
SELGD	415	415	0	0,00591	0,00571	0,11639	-0,34436	-0,03197
SERVE	415	415	0	0,00007	0,00274	0,05586	-0,29573	-0,02789
SISE	415	415	0	-0,00065	0,00312	0,06354	-0,69645	-0,02561
SKBNK	415	415	0	0,00532	0,00516	0,10505	-0,49968	-0,02610
SKPLC	415	415	0	0,00013	0,00337	0,06860	-0,32504	-0,02787
SKTAS	415	415	0	0,00021	0,00385	0,07843	-0,84379	-0,02695
SNPAM	415	415	0	0,00561	0,00487	0,09919	-0,35365	-0,03481
SODA	415	415	0	0,00457	0,00375	0,07646	-0,65670	-0,01897
SONME	415	415	0	0,00614	0,00485	0,09882	-0,35377	-0,03350
TATKS	415	415	0	0,00177	0,00260	0,05300	-0,26998	-0,02039
TBORG	415	415	0	0,00272	0,00444	0,09045	-0,41443	-0,02576
TCELL	415	415	0	-0,00069	0,00276	0,05614	-0,80289	-0,02218
TEBNK	415	415	0	-0,00100	0,00387	0,07890	-0,64073	-0,03387
TEKST	415	415	0	0,00423	0,00354	0,07204	-0,36916	-0,02385
TEKTU	415	415	0	0,00333	0,00472	0,09619	-0,91718	-0,03152
THYAO	415	415	0	0,00061	0,00328	0,06687	-0,54739	-0,02428
TIRE	415	415	0	0,00008	0,00310	0,06325	-0,44482	-0,01924
TOASO	415	415	0	0,00346	0,00307	0,06251	-0,58301	-0,02417
TRCAS	415	415	0	0,00140	0,00350	0,07135	-0,67121	-0,02564
TRKCM	415	415	0	-0,00098	0,00259	0,05280	-0,46292	-0,02324
TRNSK	415	415	0	0,00730	0,00447	0,09115	-0,27770	-0,03257
TSKB	415	415	0	0,00343	0,00314	0,06399	-0,42732	-0,02857

TTRAK	415	415	0	0,00479	0,00318	0,06474	-0,67157	-0,01924
TUDDF	415	415	0	0,00157	0,00380	0,07738	-0,87663	-0,02001
TUKAS	415	415	0	0,00109	0,00296	0,06039	-0,26327	-0,02243
TUPRS	415	415	0	0,00217	0,00323	0,06575	-0,93514	-0,02247
UCAK	415	415	0	-0,00127	0,00424	0,08632	-0,85091	-0,02943
ULKER	415	415	0	0,00191	0,00233	0,04747	-0,26839	-0,01988
UNYEC	415	415	0	0,00713	0,00395	0,08053	-0,20215	-0,01360
USAK	415	415	0	0,00157	0,00390	0,07942	-0,59342	-0,03200
VAKFN	415	415	0	0,00257	0,00382	0,07775	-0,47285	-0,02942
VAKKO	415	415	0	0,00521	0,00468	0,09532	-0,83146	-0,02715
VESTL	415	415	0	-0,00009	0,00277	0,05644	-0,20346	-0,02148
VKGYO	415	415	0	0,00111	0,00355	0,07241	-0,55478	-0,02709
VKING	415	415	0	0,00210	0,00402	0,08179	-0,25650	-0,02918
YATAS	415	415	0	0,00246	0,00335	0,06834	-0,45537	-0,02570
YAZIC	415	415	0	-0,00070	0,00317	0,06462	-0,72764	-0,01739
YKBNK	415	415	0	0,00111	0,00285	0,05807	-0,41881	-0,02093
YKGYO	415	415	0	0,00341	0,00366	0,07458	-0,34726	-0,02461
YUNSA	415	415	0	0,00300	0,00278	0,05662	-0,51957	-0,01944
ZOREN	415	415	0	-0,00197	0,00277	0,05652	-0,33494	-0,02366

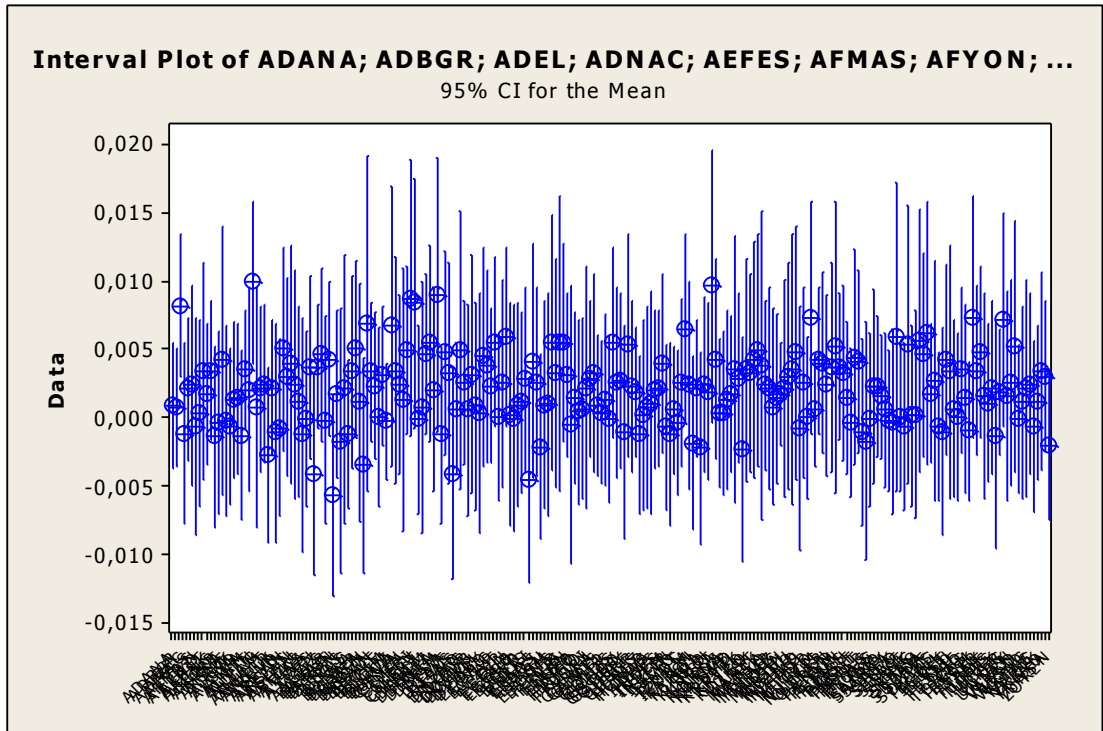
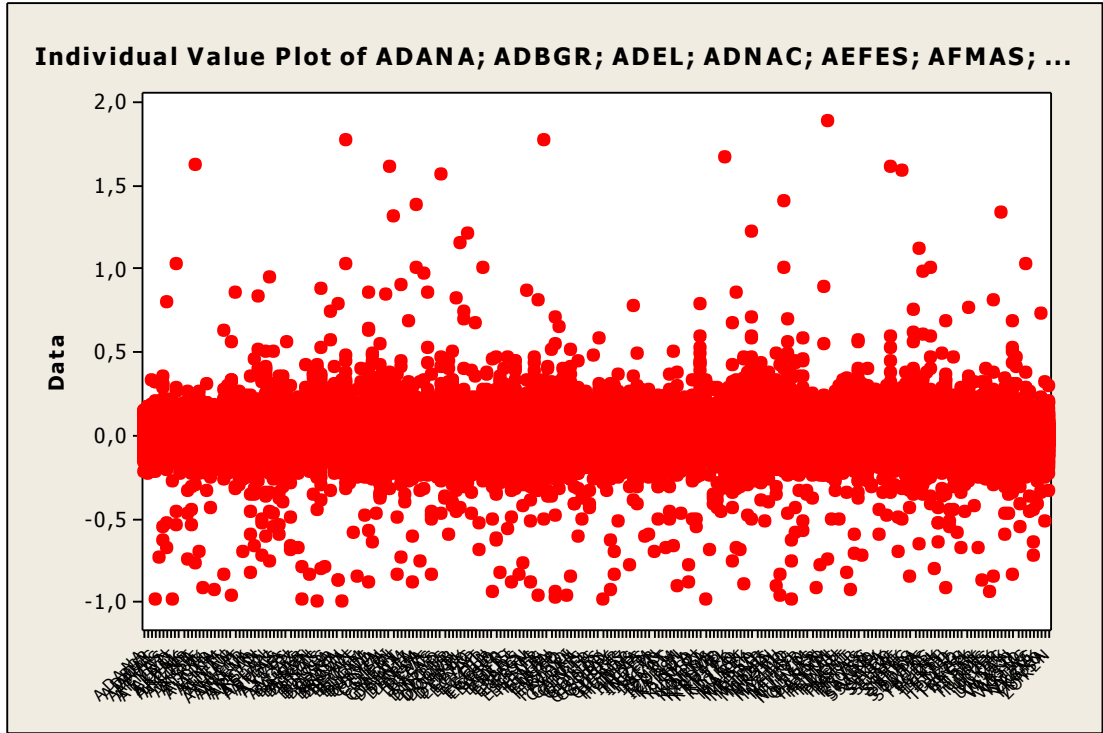
Değişken	Medyan	Q3	Maksimum
ADANA	0,00377	0,02714	0,14861
ADBGR	0,00206	0,02126	0,16994
ADEL	0,00731	0,03431	0,32581
ADNAC	0,00000	0,02154	0,32262
AEFES	0,00299	0,02651	0,16841
AFMAS	0,00037	0,03005	0,35345
AFYON	-0,00453	0,02290	0,79725
AGYO	0,00310	0,03036	0,20736
AKALT	0,00033	0,02854	1,02268
AKBNK	0,00328	0,03404	0,16691
AKCNS	0,00364	0,03236	0,18734
AKENR	0,00226	0,02859	0,25955
AKGRT	0,00778	0,03420	0,16802
AKSA	0,00184	0,02756	1,62126
AKSUE	-0,00015	0,02848	0,25609
ALARK	0,00216	0,02293	0,15675
ALCTL	-0,00149	0,02955	0,31017
ALGYO	0,00011	0,02908	0,18441
ALKA	0,00328	0,02267	0,18464
ALKIM	0,00419	0,02733	0,14245
ALNTF	0,00062	0,02916	0,62986
ALTIN	0,00132	0,03802	0,29840
ALYAG	-0,00352	0,02616	0,55879
ANACM	0,00490	0,02560	0,85646
ANHYT	0,00598	0,03558	0,26287
ANSGR	0,00384	0,03069	0,18916
ARCLK	0,00181	0,03141	0,23786
ARENA	0,00205	0,03251	0,35775
ARFYO	0,00434	0,02725	0,45868
ARSAN	-0,00100	0,03156	0,83732
ASELS	0,00392	0,03586	0,32614
ASLAN	-0,00344	0,02374	0,49703
ASUZU	0,00679	0,03400	0,95123
ATEKS	-0,00117	0,02137	0,50442
ATLAS	-0,00077	0,02751	0,35493
AVIVA	-0,00226	0,02054	0,35510
AYCES	-0,00239	0,02888	0,56100
AYEN	0,00273	0,02836	0,29352
AYGAZ	0,00573	0,02971	0,18550
BAGFS	0,00762	0,03077	0,22188
BAKAB	0,00263	0,02324	0,22485
BANVT	0,00347	0,02897	0,42347
BERDN	-0,01012	0,02222	0,28882
BFREN	-0,00186	0,02124	0,36274
BISAS	-0,00739	0,02593	0,41996
BJKAS	-0,00910	0,02311	0,87471
BOLUC	0,00181	0,02312	0,15911
BOSSA	-0,00132	0,02211	0,74634
BOYNR	0,00440	0,03827	0,40517
BRISA	-0,00001	0,02836	0,78945
BRMEN	-0,00644	0,02137	0,33171
BROVA	-0,00325	0,02714	1,77456
BRSAN	0,00338	0,02576	0,22737
BRYAT	0,00849	0,02800	0,17301

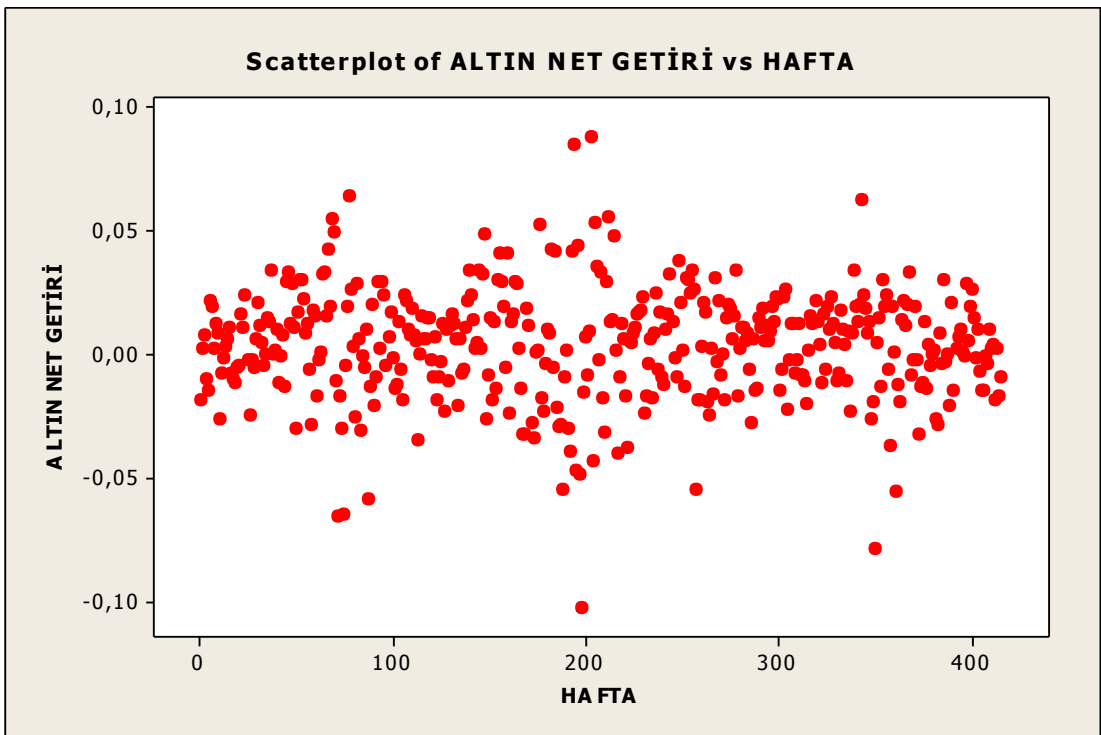
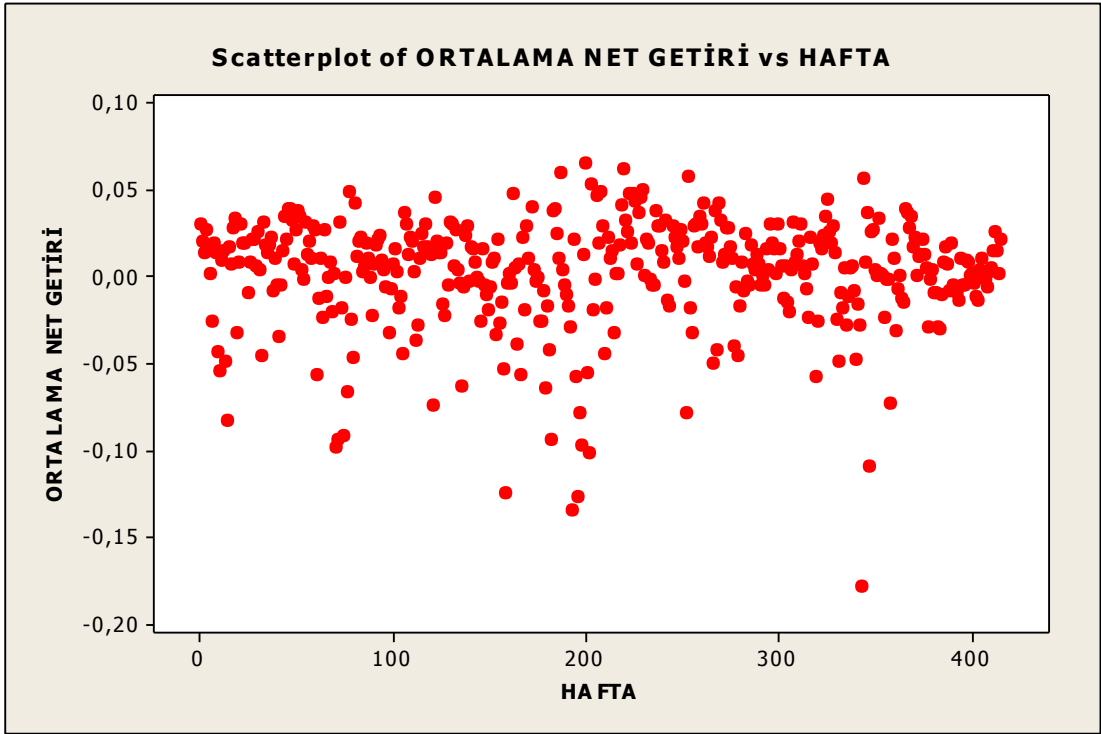
BSOKE	0,00219	0,02816	0,27708
BTCIM	0,00060	0,02103	0,39765
BUCIM	-0,00088	0,01036	0,27257
BURCE	-0,00237	0,02923	0,85607
BURVA	-0,00528	0,02820	0,49060
CELHA	-0,00169	0,02584	0,29519
CEYLN	-0,00218	0,03987	0,54301
CIMSA	0,00734	0,02947	0,84917
CLEBI	0,00112	0,03445	1,60819
CMBTN	-0,00015	0,03029	1,31342
CMENT	-0,00101	0,02325	0,36302
DARDL	-0,00574	0,03316	0,90521
DENCM	0,00328	0,03185	0,25812
DENIZ	-0,00246	0,02306	0,68505
DENTA	0,00291	0,03184	0,28974
DERIM	-0,00130	0,03054	1,38215
DESA	0,00040	0,02913	0,31337
DEVA	0,00116	0,02696	0,96593
DGZTE	-0,00247	0,03029	0,85995
DITAS	0,00023	0,02596	0,36778
DMSAS	-0,00297	0,02130	0,21709
DNZYO	-0,00099	0,02856	1,56236
DOAS	0,01214	0,04077	0,17284
DOBUR	-0,00110	0,02878	0,44514
DOGUB	-0,00175	0,04191	0,49997
DOHOL	0,00449	0,03125	0,82505
DYHOL	0,00012	0,03361	1,15126
DYOBY	-0,00319	0,02965	0,74345
ECBYO	0,00342	0,02417	1,20945
ECILC	0,00443	0,03006	0,38776
ECYAP	0,00519	0,02913	0,67172
ECZYT	0,00556	0,02781	0,17671
EDIP	0,00060	0,02603	1,00000
EGEEN	0,00129	0,03456	0,37653
EGGUB	0,00178	0,03311	0,45874
EGPRO	-0,00293	0,02680	0,46738
EGSER	0,00431	0,03174	0,35797
EGYO	-0,00398	0,02489	0,39811
EMNIS	-0,00109	0,03014	0,46864
ENKAI	0,00404	0,03114	0,29110
EPLAS	-0,00540	0,02977	0,44536
ERBOS	0,00212	0,03117	0,23381
EREGL	0,00297	0,02942	0,19302
ERSU	-0,00391	0,02386	0,86595
ESCOM	0,00801	0,04069	0,32147
ESEMS	-0,00880	0,03293	0,46862
FENER	0,00392	0,02509	0,80558
FENIS	0,00269	0,02817	1,76738
FFKRL	0,00173	0,02878	0,40569
FINBN	-0,00083	0,02052	0,51647
FMIZP	0,00115	0,02998	0,70651
FNSYO	0,00124	0,02118	0,64995
FRIGO	-0,00338	0,02407	0,39581
FROTO	0,00331	0,02976	0,17724
FVORI	-0,00191	0,02709	0,51779
GARAN	0,00570	0,03591	0,14691
GARFA	0,00124	0,03077	0,44972
GENTS	0,00144	0,02776	0,22175
GEREL	-0,00006	0,02363	0,25618
GLYHO	0,00057	0,03433	0,21873
GOLDS	-0,00073	0,02672	0,48203
GOLTS	-0,00179	0,03018	0,58477
GOODY	0,00258	0,03117	0,25064
GSDHO	0,00165	0,03846	0,25517
GSRAY	-0,00198	0,02106	0,30553
GUBRF	0,00868	0,03840	0,29625
GUSGR	0,00345	0,03060	0,36130
HEKTS	0,00577	0,02819	0,19333
HURGZ	0,00159	0,03107	0,20043
HZNDR	0,00062	0,03240	0,25824
IDAS	-0,00102	0,03100	0,78078
IHEVA	-0,00397	0,03120	0,49036
IHLAS	0,00020	0,03119	0,27859
INDES	0,00528	0,03121	0,26367
INTEM	0,00287	0,03071	0,27861
ISCTR	0,00593	0,03161	0,15269

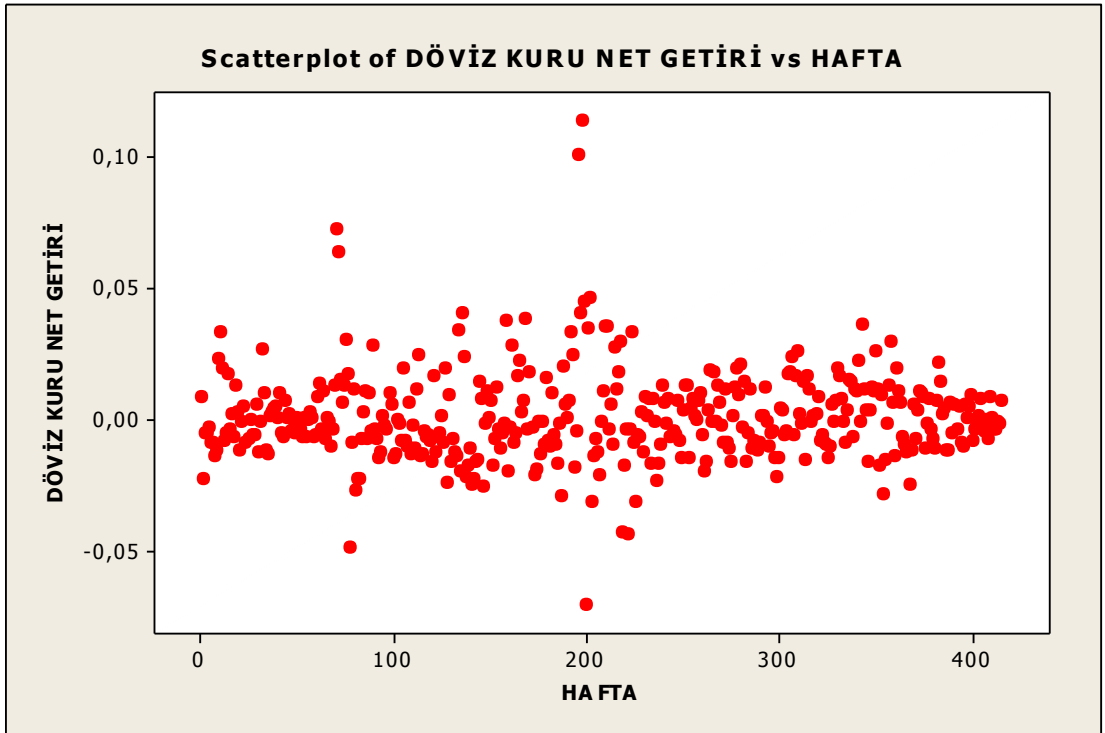
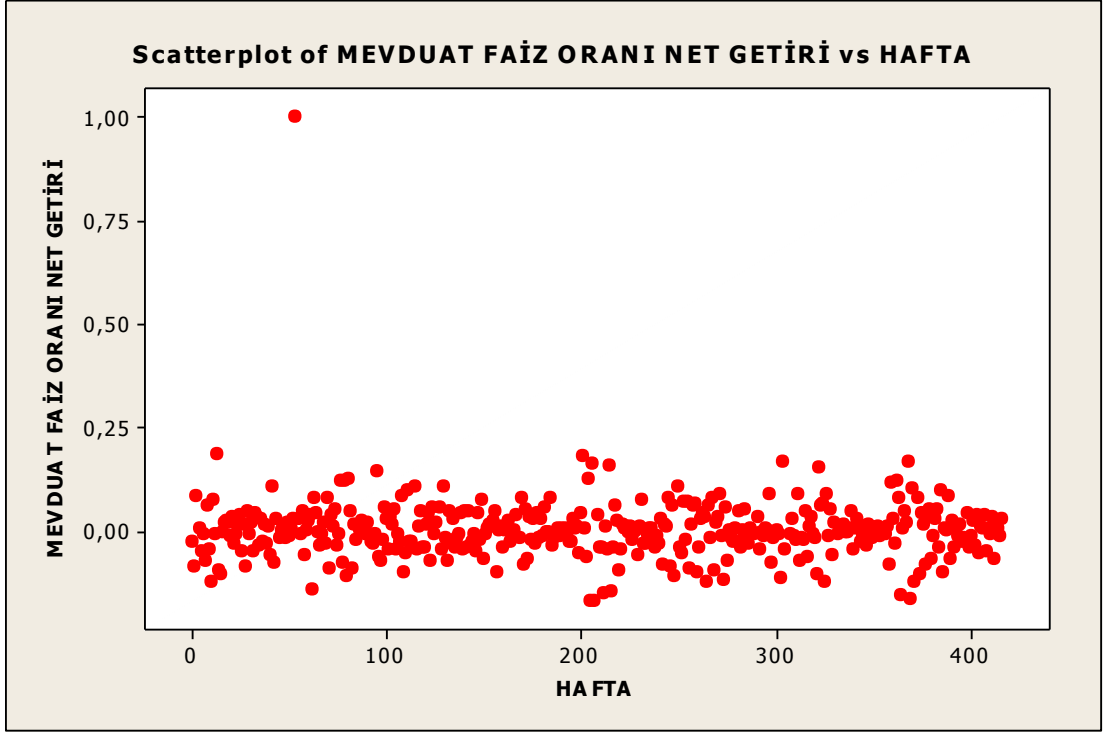
ISFIN	0,00250	0,03343	0,23456
ISGYO	0,00412	0,03018	0,15763
ISYAT	0,00270	0,02136	0,23352
IZMDC	0,00424	0,02824	0,36513
IZOCM	-0,00073	0,02836	0,49852
KAPLM	-0,00007	0,03191	0,37836
KARSN	-0,00121	0,03165	0,21956
KCHOL	0,00483	0,03148	0,22195
KIPA	-0,00033	0,02483	0,18050
KLBMO	-0,00209	0,03058	0,33459
KLMSN	0,00160	0,02407	0,21059
KNFRT	-0,00094	0,03472	0,78465
KONYA	0,00044	0,02910	0,33031
KORDS	0,00313	0,02532	0,16446
KRDMA	0,00063	0,02690	0,28209
KRDMB	0,00223	0,03166	0,28876
KRDMD	0,00352	0,02862	0,23795
KRSTL	0,00101	0,03384	1,66812
KRTEK	-0,00102	0,03489	0,28111
KUTPO	-0,00024	0,02982	0,67416
LOGO	0,00008	0,03260	0,85245
LUKSK	0,00035	0,02905	0,32294
MAALT	0,00011	0,03928	0,47288
MAKTK	-0,00431	0,03657	0,37402
MEMSA	-0,01115	0,02593	1,22565
MERKO	-0,00086	0,02735	0,26840
METUR	-0,00399	0,02559	0,43754
MIPAZ	0,00031	0,03656	0,37452
MNDRS	-0,00328	0,03113	0,37969
MRDIN	0,00209	0,02424	0,19861
MRSHL	-0,00214	0,02839	0,48477
MUTLU	0,00499	0,03536	0,42594
MYZYO	-0,00559	0,01752	1,40014
MZHLD	-0,00141	0,02512	0,69651
NETAS	-0,00202	0,03221	0,36010
NTHOL	0,00217	0,03194	0,45006
NTTUR	0,00000	0,02752	0,35300
NUGYO	0,00091	0,03080	0,58682
NUHCM	0,00014	0,01519	0,22811
OLMKS	0,00278	0,02592	0,25017
OTKAR	0,00902	0,03717	0,16278
PARSN	0,00511	0,03569	0,17472
PENGD	-0,00048	0,02696	0,88761
PETKM	0,00148	0,02679	1,88384
PETUN	0,00550	0,02829	0,21790
PIMAS	0,00082	0,03322	0,26102
PINSU	0,00009	0,02123	0,29261
PKART	-0,00022	0,02625	0,33388
PKENT	-0,00325	0,02938	0,34361
PNSUT	0,00342	0,03404	0,21800
PRKAB	0,00320	0,02996	0,26268
PRTAS	-0,00789	0,02299	0,56518
PTOFS	0,00111	0,02832	0,31247
RAYSG	-0,00317	0,02723	0,40062
SAHOL	0,00319	0,03399	0,23006
SANKO	0,00102	0,02558	0,27853
SARKY	0,00298	0,02545	0,24757
SASA	-0,00050	0,02619	0,24770
SEKFK	-0,00446	0,02407	0,29829
SELGD	-0,00405	0,02453	1,61157
SERVE	0,00098	0,02906	0,17823
SISE	0,00524	0,03251	0,14770
SKBNK	0,00201	0,03678	1,58784
SKPLC	-0,00051	0,03006	0,37360
SKTAS	0,00059	0,03369	0,22817
SNPAM	-0,00231	0,03262	0,75489
SODA	0,00565	0,02929	1,12025
SONME	-0,00126	0,03888	0,98189
TATKS	0,00069	0,02965	0,37117
TBORG	-0,00249	0,02125	1,00044
TCELL	0,00080	0,02465	0,15873
TEBNK	-0,00004	0,03829	0,18318
TEKST	0,00096	0,03013	0,48762
TEKTU	-0,00450	0,04040	0,68901
THYAO	0,00442	0,03376	0,20094
TIRE	0,00022	0,01886	0,46398

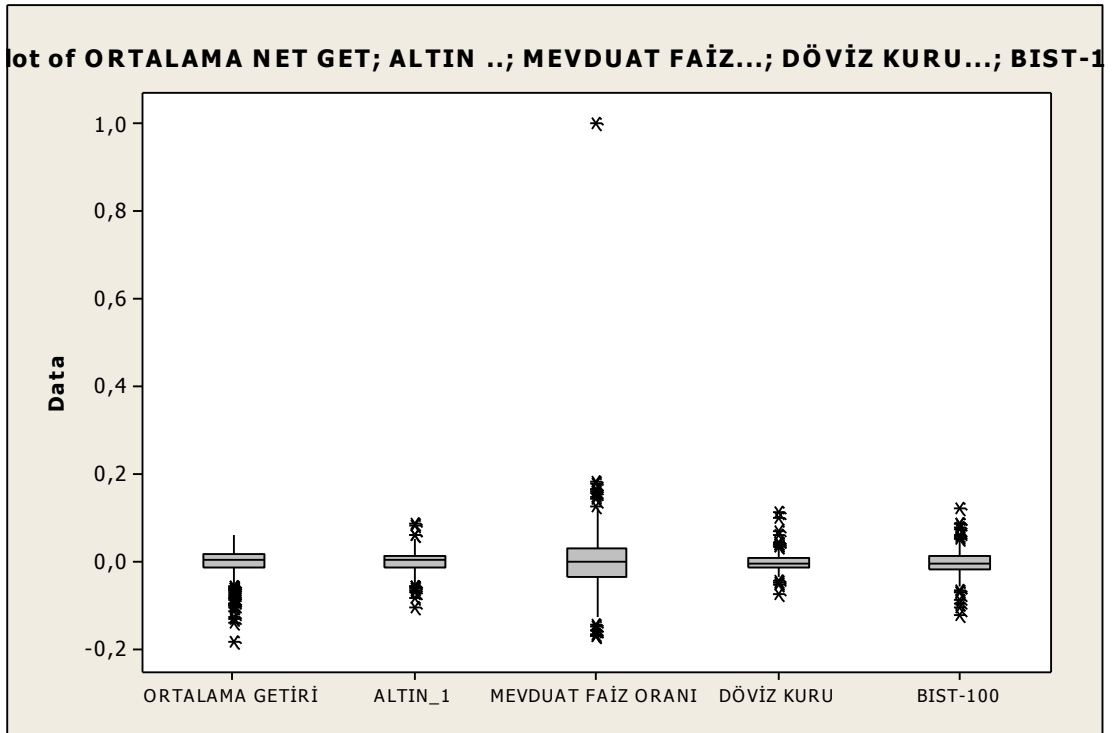
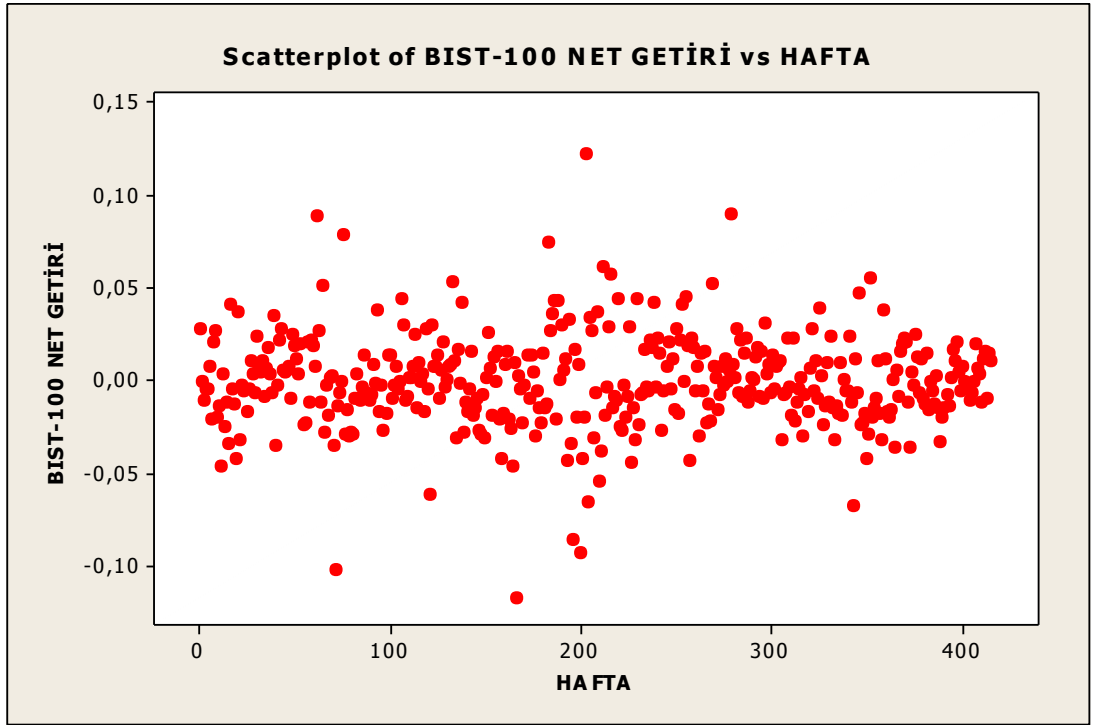
TOASO	0,00666	0,03754	0,22584
TRCAS	0,00610	0,03514	0,28701
TRKCM	0,00594	0,02971	0,16531
TRNSK	-0,00436	0,03669	0,77010
TSKB	0,00522	0,03894	0,31789
TTRAK	0,00831	0,03520	0,18038
TUDDF	0,00010	0,03177	0,31528
TUKAS	0,00000	0,02381	0,39661
TUPRS	0,00627	0,03102	0,17353
UCAK	-0,00233	0,02764	0,80978
ULKER	0,00466	0,02554	0,18850
UNYEC	0,00425	0,02644	1,33812
USAK	0,00013	0,03126	0,34482
VAKFN	0,00123	0,03625	0,28938
VAKKO	0,00027	0,03014	0,68039
VESTL	-0,00037	0,02339	0,46602
VKGYO	-0,00011	0,03171	0,21234
VKING	-0,00518	0,02461	1,02456
YATAS	-0,00032	0,03690	0,25784
YAZIC	0,00372	0,02776	0,11243
YKBNK	0,00522	0,03189	0,15579
YKGYO	0,00090	0,03616	0,72759
YUNSA	0,00350	0,02579	0,31788
ZOREN	0,00008	0,02229	0,29808

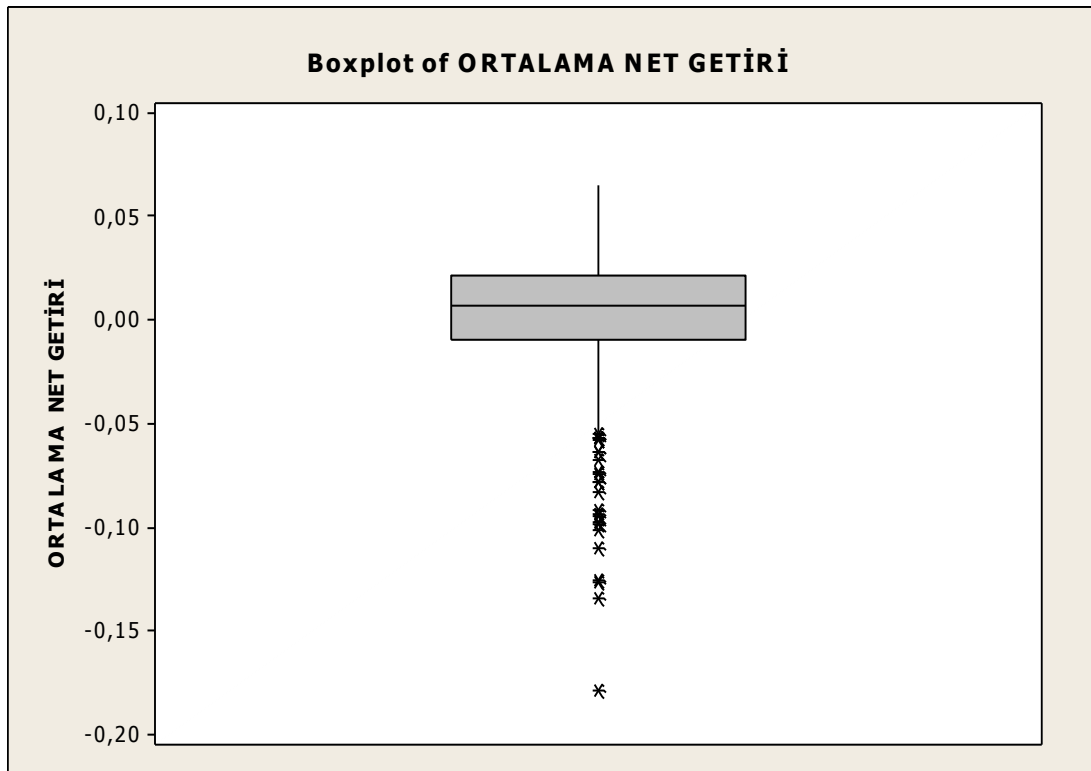
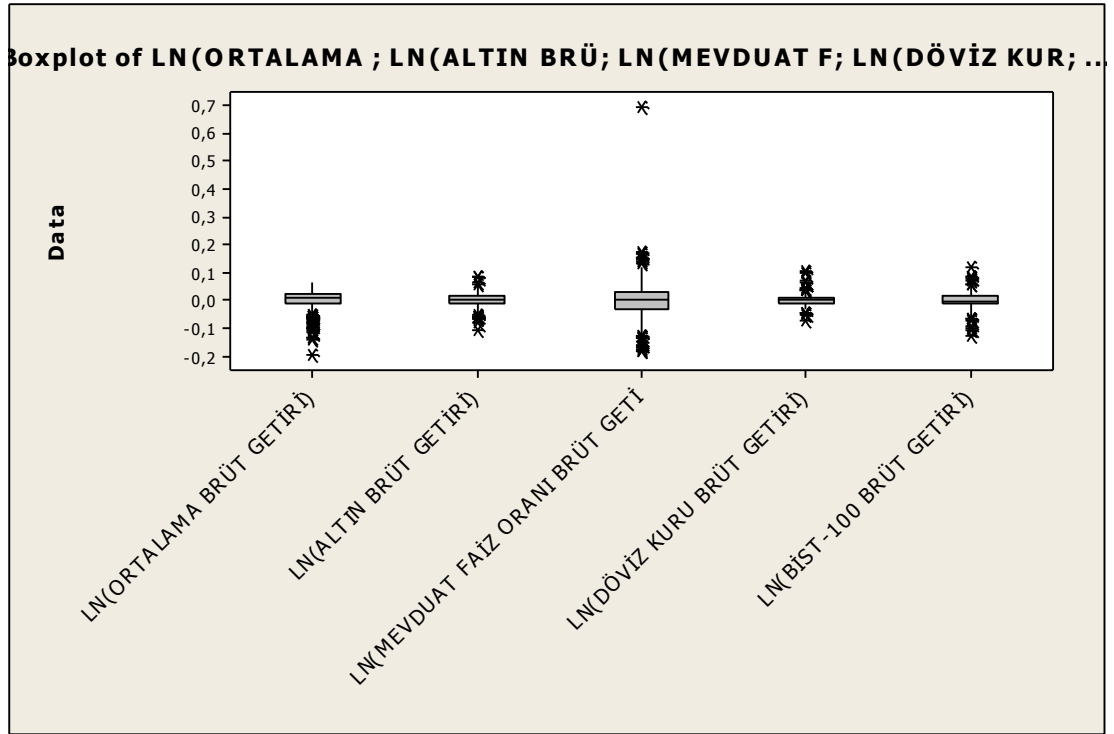
EK-2 A-GRUBU HİSSE SENETLERİ GETİRİ DEĞERLERİ VE ALTIN SATIŞ FİYATI, MEVDUAT FAİZ ORANLARI, DÖVİZ KURU BIST-100 ENDEKS DEĞERLERİ GETİRİ DEĞERLERİNE İLİŞKİN GRAFİKLER

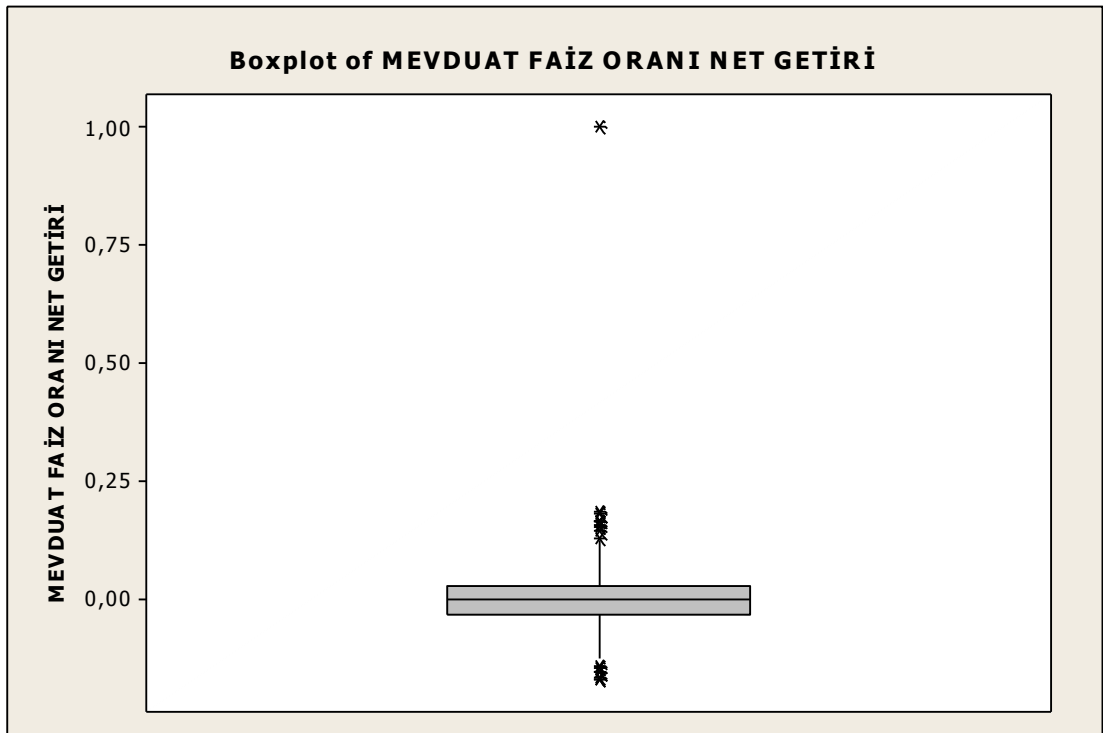
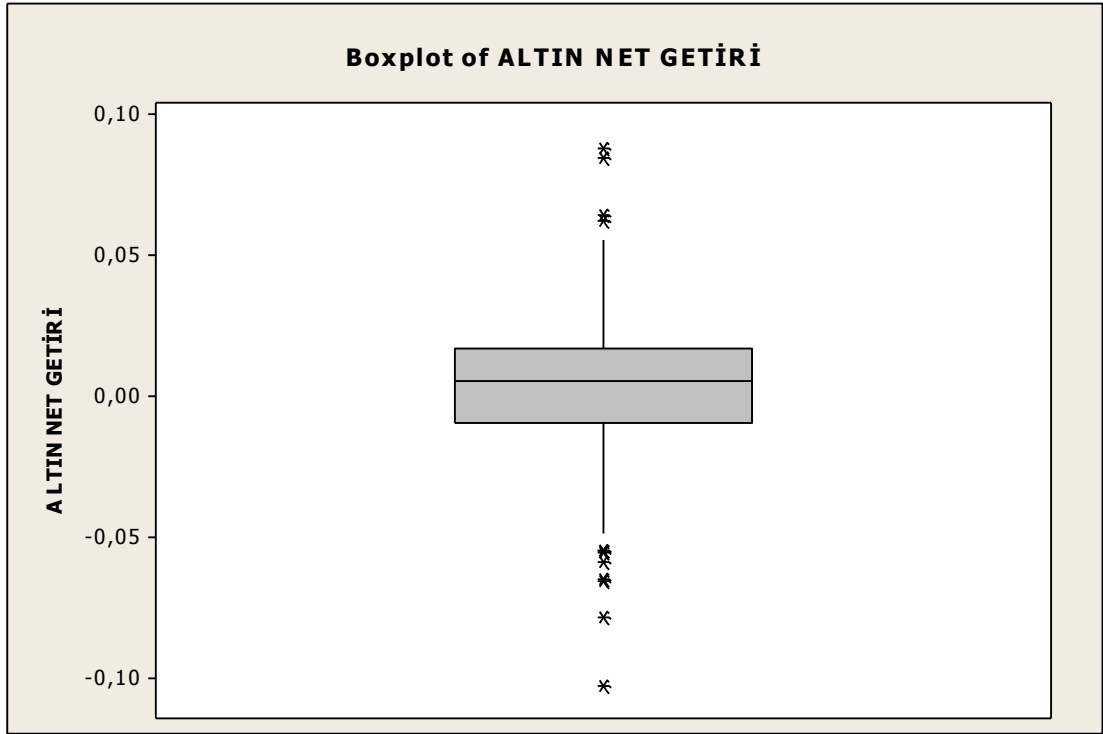


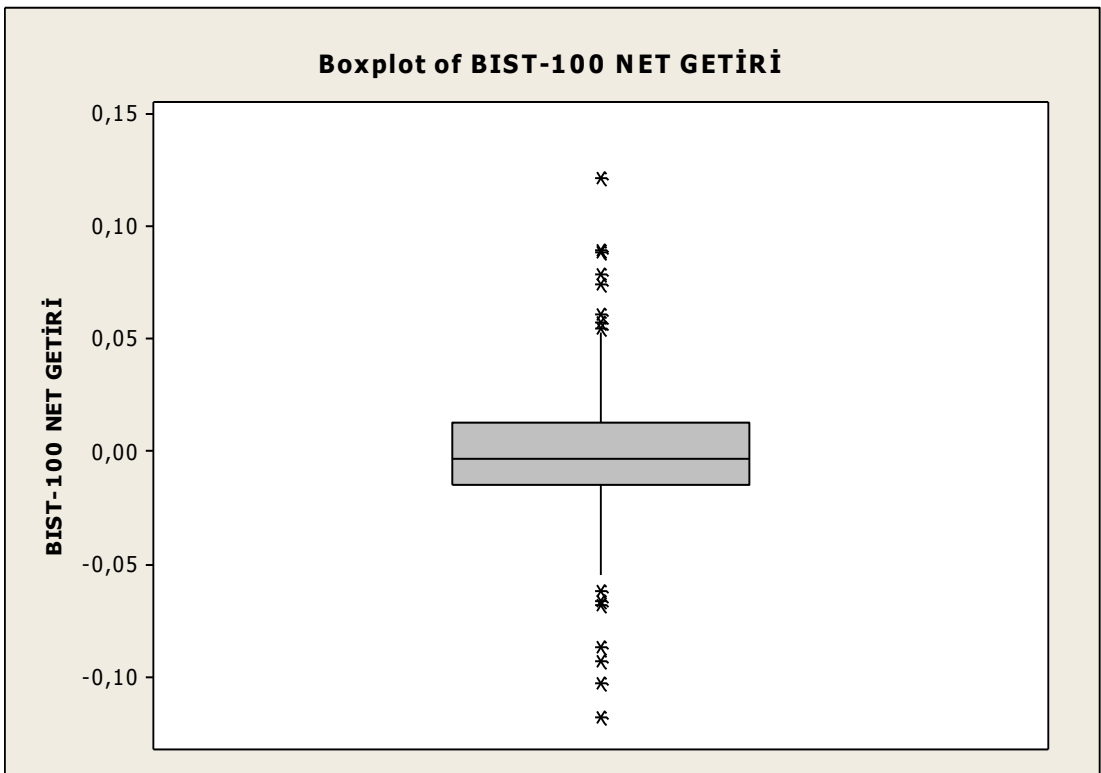
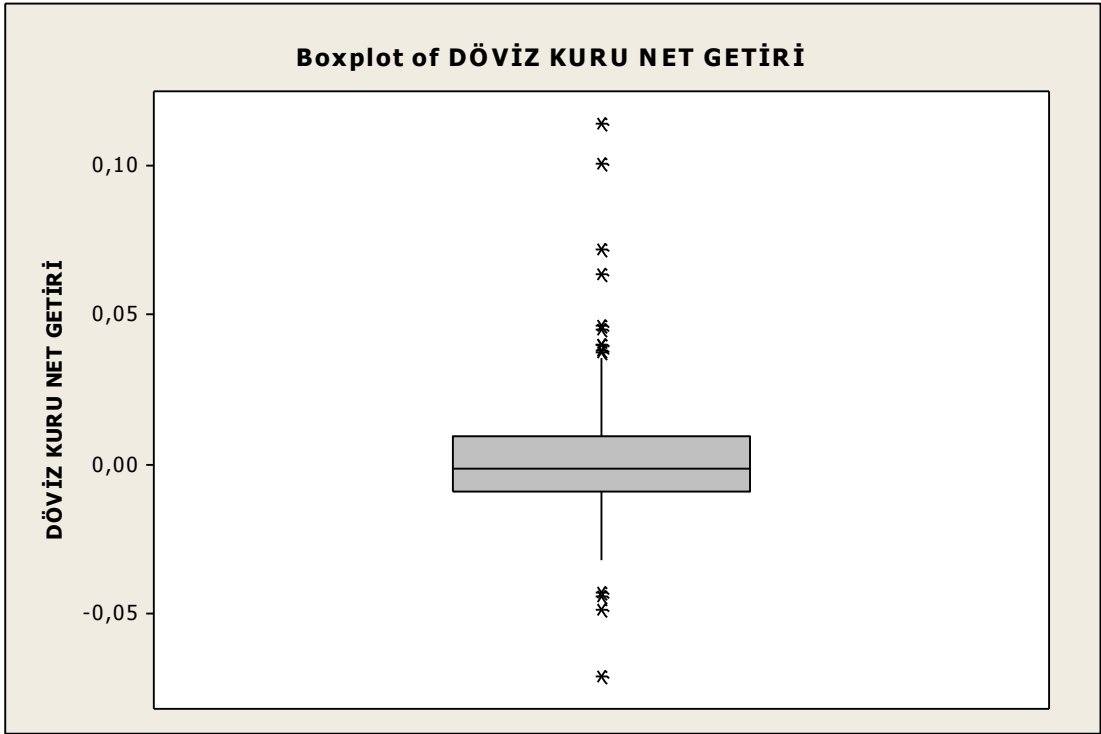












EK-3. Kİ-KARE TABLOSU

g \ α	α									
	0.995	0.91	0.925	0.95	0.90	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88
2	0.01	0.02	0.05	0.10	0.21	4.61	5.99	7.38	9.21	10.60
3	0.07	0.11	0.22	0.35	0.58	6.25	7.81	9.35	11.34	12.84
4	0.21	0.30	0.48	0.71	1.06	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86
5	0.41	0.55	0.83	1.15	1.61	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75
6	0.68	0.87	1.24	1.64	2.20	10.64	12.59	14.45	16.81	18.55
7	0.99	1.24	1.69	2.17	2.83	12.02	14.07	16.01	18.48	20.28
8	1.34	1.65	2.18	2.73	3.49	13.36	15.51	17.53	20.09	21.95
9	1.73	2.09	2.70	3.33	4.17	14.68	16.92	19.02	21.67	23.59
10	2.16	2.56	3.25	3.94	4.87	15.99	18.31	20.48	23.21	25.19
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.58	17.28	19.68	21.92	24.72	26.76
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	18.55	21.03	23.34	26.22	28.30
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	19.81	22.36	24.74	27.69	29.82
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	21.06	23.68	26.12	29.14	31.32
15	4.60	5.23	6.26	7.26	8.55	22.31	25.00	27.49	30.58	32.80
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	23.54	26.30	28.85	32.00	34.27
17	5.70	6.41	7.56	8.67	10.09	24.77	27.59	30.19	33.41	35.72
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.86	25.99	28.87	31.53	34.81	37.16
19	6.84	7.63	8.91	10.12	11.65	27.20	30.14	32.85	36.19	38.58
20	7.43	8.26	9.59	10.85	12.44	28.41	31.41	34.17	37.57	40.00
21	8.03	8.90	10.28	11.59	13.24	29.62	32.67	35.48	38.93	41.40
22	8.64	9.54	10.98	12.34	14.04	30.81	33.92	36.78	40.29	42.80
23	9.26	10.20	11.69	13.09	14.85	32.01	35.17	38.08	41.64	44.18
24	9.89	10.86	12.40	13.85	15.66	33.20	36.42	39.36	42.98	45.56
25	10.52	11.52	13.12	14.61	16.47	34.38	37.65	40.65	44.31	46.93
26	11.16	12.20	13.84	15.38	17.29	35.56	38.89	41.92	45.64	48.29
27	11.81	12.88	14.57	16.15	18.11	36.74	40.11	43.19	46.96	49.64
28	12.46	13.56	15.31	16.93	18.94	37.92	41.34	44.46	48.28	50.99
29	13.12	14.26	16.05	17.71	19.77	39.09	42.56	45.72	49.59	52.34
30	13.79	14.95	16.79	18.49	20.60	40.26	43.77	46.98	50.89	53.67