

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ VE FIRAT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İSTATİSTİK ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENTROPİ YAKLAŞIMLARI

Nesliye GEDİK

ŞUBAT 2021

İSTATİSTİK ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENTROPİ YAKLAŞIMLARI

Hazırlayan
Nesliye GEDİK

Danışman
Doç. Dr. Ayşe METİN KARAKAŞ

Jüri Üyeleri
Prof. Dr. Sinan ÇALIK
Prof. Dr. Mehmet GÜRCAN
Doç. Dr. Ayşe METİN KARAKAŞ

ŞUBAT 2021

ONAY

Nesliye GEDİK tarafından hazırlanan “**Entropi Yaklaşımları**” adlı tez çalışması 12/02/2021 tarihinde yapılan sınavla aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Prof. Dr. Sinan ÇALIK

(Başkan)

Doç. Dr. Ayşe METİN KARAKAŞ

(Danışman)

Prof. Dr. Mehmet GÜRCAN

(Üye)

Bu tezin kabulü, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun .../.../...gün ve .../... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Zeki ARGUNHAN

Enstitü Müdürü

BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI
ETİK BEYANI

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre hazırlamış olduğum “**Entropi Yaklaşımları**” adlı tezimin özgün bir çalışma olduğunu, tez hazırlanırken tüm aşamalarda bilimsel etik ilkelerine uygun davrandığımı, tez kapsamında sunulan tüm verileri bilimsel etik ilkelerine uygun elde ettiğimi, tezde faydalandığım tüm eserlere atıf yaptığımı ve kaynaklar kısmında bu eserleri gösterdiğimi beyan ederim. 12/02/2021

Nesliye GEDİK

ÖZET

ENTROPİ YAKLAŞIMLARI

Nesliye GEDİK

Yüksek Lisans Tezi

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

İstatistik Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ayşe METİN KARAKAŞ

Şubat 2021, 196 sayfa

Bu çalışma giriş, materyal metod, bulgular ve sonuç olmak üzere altı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde entropi kavramının tarihi, ortaya çıkışı ve önemi hakkında bilgi verilmiştir. İkinci bölümde entropi çeşitlerinin tanımları ve karşılık gelen matematiksel ifadesi verilmiştir. Üçüncü bölümde entropi kavramının ortaya çıkış aşamasında araştırmacıların yaptıkları çalışmalar ve adlarını verdikleri entropiler hakkında bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümde uygulamada bazı bilgi kriterleri ve kullanılan dağılımlar hakkında bilgi verilmiştir. Beşinci bölümde uygulamalarımız yer almaktadır. Birinci uygulamamızda Kuzey Anadolu fay hattı üzerinde yer alan Düzce, Erzincan, Erzurum, Muş, Tokat, Doğu Anadolu fay hattı üzerinde yer alan Bingöl, Elazığ, Hatay, Malatya, Van ve Batı Anadolu fay hattı üzerinde yer alan Afyon, Aydın, İzmir, Manisa, Muğla illerinin 1990-2020 yılları arasında derinlik ve büyüklük veri setlerimiz için tanımlayıcı istatistikler, veri setlerimizin bunlarla alakalı yıllara göre değişim grafikleri ve Jarqua-Bera testi ile Quantile grafiklerinden veri setlerimizin normal dağılıma olan uzaklığı gösterilmiştir. Veri değerlerimiz için simülasyon çalışması yapıp RMSE değerleri hesaplanmıştır. İkinci uygulamamızda veri setimiz için en iyi performans gösteren olasılık dağılımı elde edilmiştir. Uygulamamızın son bölümünde ise seçmiş olduğumuz veri setlerimizin Shannon, Renyi, Tsallis ve Yaklaşık entropi (ApEn) kodları bulunarak en yüksek volatiliteye sahip iller belirlenmiştir. Altıncı bölümde ise uygulamaların sonuçları hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Shannon Entropi, Renyi Entropi, Tsallis Entropi, Yaklaşık Entropi, Deprem.

ABSTRACT

ENTROPY APPROACHES

Nesliye GEDİK

Master Thesis

Bitlis Eren University Graduate Education Institute

Department of Statistics

Supervisor: Asst. Doç. Dr. Ayşe METİN KARAKAŞ

February 2021, 196 pages

This study consists of six parts: introduction, material method, findings and conclusion. In the first chapter, information is given about the history, emergence and importance of the entropy concept. In the second chapter, the definitions of entropy types and their corresponding mathematical expression are given. In the third chapter, information is given about the work done by the researchers in the emergence of the concept of entropy and the entropy they named. In the fourth chapter, some information was given about some information criteria and distributions used in practice. Our applications are included in the fifth section. In our first application, Düzce, Erzincan, Erzurum, Muş, Tokat located on the North Anatolian fault line, Bingöl, Elazığ, Hatay, Malatya, Van and Afyon, Aydın, İzmir, Manisa located on the Eastern Anatolia fault line Descriptive statistics for our depth and size data sets of Muğla provinces between 1990 and 2020, the change charts of our data sets according to these years, and the distance of our data sets to the normal distribution from the Jarqua-Bera test and Quantile graphics are shown. Simulation study was performed for our data values and RMSE values were calculated. In our second application, the best performing probability distribution for our data set was obtained. In the last part of our application, the cities with the highest volatility were determined by finding the Shannon, Renyi, Tsallis and Approximate entropy (ApEn) codes of our data sets. In the sixth section, information is given about the results of the applications.

Keywords: Shannon Entropy, Renyi Entropy, Tsallis Entropy, Approximate Entropy, Earthquake.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın oluşmasında ve her aşamasında bana destek veren, her türlü sorunlarımla ilgilenip çözüm yolları arayan, desteğini ve yardımını esirgemeyen değerli hocam ve danışmanım Doç. Dr. Ayşe METİN KARAKAŞ'a teşekkür ederim. Önemli yorum ve değerlendirmeleri ile katkıda bulunan değerli hocalarım Prof. Dr. Sinan ÇALIK ve Prof. Dr. Mehmet GÜRCAN'a teşekkür ederim. Tez çalışmamda beni cesaretlendiren, karşılaştığım sorunlarla ilgili sürekli görüşlerinden yararlandığım güler yüzlü ve değerli arkadaşım Arş. Gör. Mine DOĞAN'a teşekkür ederim. Bu günlere gelmemde büyük emekleri olan maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili aileme sonsuz teşekkür ederim. Bu süreci sabır ve sevgiyle destekleyen ve her zaman yanımda olan sevgili eşime teşekkür ederim.

ÖNSÖZ

Eski bir kavram olan ve termodinamik ile gündeme gelen entropi kavramı bir sistemin düzensizlik miktarıdır. Sistem düzensizliğini artıran her şey entropi olabilir. Entropi, termodinamiğin ikinci yasasıdır. Termodinamik yasalar sistemdeki enerjinin yararlı şekle gelme sürecidir. Entropi yasası, bir sisteme yeni enerji ilave edilmeksizin aynı enerji ile aynı fayda sağlanmayacağını ve bu şekilde bir enerji kaybının ortaya çıkacağını ifade etmektedir. Kısacası entropi işe dönüştürülemeyen enerji miktarıdır. Entropi en genel tanımıyla düzensizlik ya da yapılan bir deneydeki belirsizlik düzeyinin ölçümü olarak ifade edilir. Deney sonucunun öngörülebilirliği ne kadar yüksekse entropi yüksek, öngörülebilirliği ne kadar düşüğe entropi düşük olur. Entropi istatistikte önemli bir yere sahip olduğu gibi diğer bilim dalları içinde de yer almaktadır [4].

Deprem kısaca fay hatları üzerindeki enerji birikimi olarak tanımlanır. Ülkemiz deprem ülkesi olmakla birlikte bu tez çalışmasında deprem ve entropi ilişkilendirilerek deprem verileri arasındaki düzensizlik ile entropi yorumu yapılmıştır. Çalışmada deprem riski yüksek olan 15 ilin 30 yıllık deprem verileri ile aradaki oynaklığa bakılarak Shannon, Renyi, Tsallis entropileri bulunup, daha sonra ise dağılımlarla güçlendirilerek sonuçlar incelenmiştir. Entropiden türeyen bazı istatistiklerin veri setimize uygulanabilirliği hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
SİMGELER DİZİNİ	xvi
KISALTMALAR DİZİNİ	xviii
1.GİRİŞ	1
2. MATERYAL VE YÖNTEM	9
2.1. Temel Tanım ve Teoremler	9
2.1.1. Entropi	9
2.1.2. Shannon Entropisi.....	10
2.1.3. Renyi Entropisi	12
2.1.4. Tsallis Entropisi	12
2.1.5. Gibbs Entropisi	14
2.1.6. Landsberg–Vedral Entropisi	15
2.1.7. Abe Entropisi	15
2.1.8. Kaniadakis Entropisi.....	15
2.1.9. Nispi Entropi.....	16
2.1.10. Bileşik Entropi	16
2.1.11. Total Correlation (Toplam Korelasyon)	17

2.1.12. Binding İnförmatıon (Bağlanma Bilgisi).....	17
2.1.13. Lautum İnförmatıon (Lautum Bilgisi).....	18
2.1.14. Mutual İnförmatıon (Karşılıklı Bilgi).....	18
2.1.15. Joint Entropi (Ortak Entropi).....	18
2.1.16. Marjinal Entropi.....	19
2.1.17. Conditional Entropy (Koşullu Entropi)	19
2.1.18. Relative Entropisi ve Kullback-Leibler Sapması	20
2.1.19. Cross Entropy (Çapraz Entropi) (CE).....	20
2.1.20. Burg Entropi	21
2.1.21. Relative Joint Entropy (Göreceli Ortak Entropi).....	21
2.1.22. Relative Conditional Entropy (Göreceli Koşullu Entropi)	21
2.1.23. Relative Relative Entropy (Göreceli Göreceli Entropi).....	21
2.1.24. Jeffreys Entropi.....	22
2.1.25. Jensen-Shannon Ayrışması.....	22
2.1.26. Genel Jensen-Shannon Sapması	23
2.1.27. Jensen-Shannon Entropisi.....	23
2.1.28. Resistor-Average Entropy (Direnç-Ortalama Entropi).....	24
2.1.29. Renyi Bilgileri	24
2.1.30. Specific Entropy (Spesifik Entropi).....	24
2.1.31. Collision Entropy (Çarpışma Entropisi)	24
2.1.32. Min-Entropi (MinEn).....	25
2.1.33. Hartley Entropi	25
2.1.34. Shannon Bilgileri	25
2.1.35. Tsallis Bilgileri	25
2.1.36. Sharma-Mittal Bilgileri.....	25
2.1.37. Approximate Entropy (Yaklaşık Entropi) (ApEn)	26

2.1.38. Maksimum Entropi Dağılımı (MaxEn)	27
2.1.39. Normalized Entropy (Normalleştirilmiş Entropi).....	28
2.1.40. Entropi ve Bilgi Arasındaki İlişki	28
2.2. Artık Entropi Ve Geçmiş Entropi.....	28
2.2.1. Artık Entropi	29
2.2.2. Genelleştirilmiş Entropi Önlemleri.....	31
2.3. Tsallis Kümülatif Artık Entropi	34
2.4. İstatistikler Yöntemler	35
2.4.1. Jarque-Bera Testi	35
2.4.2. Kök Ortalama Kare Hata (RMSE) ve Ortalama Mutlak Hata (MAE)	36
2.4.3. Akaike Bilgi Kriteri (<i>AIC</i>)	36
2.4.4. Bayes Bilgi Kriteri (<i>BIC</i>)	36
2.4.5. Marjinal Modeller	37
3. BULGULAR	40
3.1. Veri Seti (Tanımlayıcı İstatistikler).....	40
3.2. Simülasyon Çalışması Yardımıyla Veri Setimiz İçin Farklı Olasılık Dağılımlarının Performans Değerlerinin Hesaplanması	74
3.3. Entropi Yaklaşımı.....	152
4. SONUÇ	170
5. KAYNAKLAR.....	171
6.EKLER	174
EK.1. Afyon İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri.....	174
EK.2. Aydın İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri.....	171
EK.3. Bingöl İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri.....	178
EK.4. Düzce İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri.....	180
EK.5. Elazığ İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri.....	180

EK.6. Erzincan İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri.....	182
EK.7. Erzurum İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri.....	183
EK.8. Hatay İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri	184
EK.9. İzmir İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri	184
EK.10. Malatya İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri.....	187
EK.11. Manisa İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri	189
EK.12. Muğla İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri	189
EK.13. Muş İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri.....	191
EK.14. Tokat İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri	191
EK.15. Van İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri	192
ÖZGEÇMİŞ	196

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE

Sayfa

2.1. Bazı özel dağılımlar için temel hazard fonksiyonları, olasılık yoğunluk fonksiyonları ve yaşam fonksiyonları.....	38
3.1. Kuzey Anadolu fay hattı veri seti için tanımlayıcı istatistikler	41
3.2. Doğu Anadolu fay hattı veri seti için tanımlayıcı istatistikler.....	51
3.3. Batı Anadolu fay hattı veri seti için tanımlayıcı istatistikler	62
3.4. Kuzey Anadolu fay hattı için seçilen olasılık dağılımlarının elde edilen parametreleri	76
3.5. Doğu Anadolu fay hattı için seçilen olasılık dağılımlarının elde edilen parametreleri	76
3.6. Batı Anadolu fay hattı için seçilen olasılık dağılımlarının elde edilen parametreleri	77
3.7. Kuzey Anadolu fay hattına uyan farklı olasılık dağılımlarının parametre performans değerleri.....	78
3.8. Doğu Anadolu fay hattına uyan farklı olasılık dağılımlarının parametre performans değerleri.....	79
3.9. Batı Anadolu fay hattına uyan farklı olasılık dağılımlarının parametre performans değerleri.....	80
3.10. Kuzey Anadolu fay hattı için olasılık dağılımlarının simülasyon çalışması ile performans değerlendirmesi	82
3.11. Doğu Anadolu fay hattı için olasılık dağılımlarının simülasyon çalışması ile performans değerlendirmesi	84
3.12. Batı Anadolu fay hattı için olasılık dağılımlarının simülasyon çalışması ile performans değerlendirmesi	85
3.13. Düzce ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri.....	154
3.14. Erzincan ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri.....	155
3.15. Erzurum ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri	156
3.16. Muş ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri.....	157
3.17. Tokat ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri.....	158

3.18. Bingöl ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri	159
3.19. Elazığ ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri	160
3.20. Hatay ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri	161
3.21. Malatya ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri	162
3.22. Van ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri	163
3.23. Afyon ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri	164
3.24. Aydın ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri	165
3.25. İzmir ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri	166
3.26. Manisa ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri	167
3.27. Muğla ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri	168

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>SEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Ülkemizde yer alan fay hatları.....	2
1.2. Elazığ depremi sonrası yıkılan binanın üstten görünümü	4
1.3. Elazığ depremi sonrası yıkılan bina.....	4
1.4. İzmir depremi sonrası yarısı çöken bina.....	5
1.5. 2003 Bingöl depreminden görüntü	5
1.6. 1995 Afyon Dinar depreminden görüntü.....	6
1.7. 1992 Erzincan depreminden görüntü.....	6
1.8. Türkiye deprem haritası.....	7
1.9. Genelleştirilmiş entropi çeşitleri.....	13
1.10. Bazı özel entropi çeşitleri	14
3.1. Düzce ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği 42	
3.2. Düzce ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği.....	42
3.3. Erzincan ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği.....	42
3.4. Erzincan ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği.....	43
3.5. Erzurum ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği.....	43
3.6. Erzurum ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği	43
3.7. Muş ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği.....	44
3.8. Muş ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği	44
3.9. Tokat ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği	45
3.10. Tokat ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği.....	45
3.11. Kuzey Anadolu fay hattı veri seti için Quantile grafiği.....	50
3.12. Bingöl ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği	52
3.13. Bingöl ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği	52
3.14. Elazığ ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği.....	53

3.15. Elazığ ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği.....	53
3.16. Hatay ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği	54
3.17. Hatay ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği	54
3.18. Malatya ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği.....	55
3.19. Malatya ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği	55
3.20. Van ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği	56
3.21. Van ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği	56
3.22. Doğu Anadolu fay hattı veri seti için Quantile grafiği	61
3.23. Afyon ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği.....	63
3.24. Afyon ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği.....	63
3.25. Aydın ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği.....	64
3.26. Aydın ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği	64
3.27. İzmir ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği	65
3.28. İzmir ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği	65
3.29. Muğla ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği	66
3.30. Muğla ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği.....	66
3.31. Manisa ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği	67
3.32. Manisa ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği	67
3.33. Muğla ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği	68
3.34. Muğla ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği.....	68
3.35. Batı Anadolu fay hattı veri seti için Quantile grafiği	73
3.36. Sırasıyla Kuzey Anadolu Fay Hattı derinlik verileri için RMSE değişim grafikleri.....	83
3.37. Sırasıyla Kuzey Anadolu Fay Hattı büyüklük verileri için RMSE değişim grafikleri.....	83
3.38. Sırasıyla Doğu Anadolu Fay Hattı derinlik verileri için RMSE değişim grafikleri	84
3.39. Sırasıyla Doğu Anadolu Fay Hattı büyüklük verileri için RMSE değişim grafikleri	85
3.40. Sırasıyla Batı Anadolu Fay Hattı derinlik verileri için RMSE değişim grafikleri	86

3.41. Sırasıyla Batı Anadolu Fay Hattı büyüklük verileri için RMSE değişim grafikleri.....	86
3.42. Düzce ilinin derinlik veri setinin sırasıyla olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği	87
3.43. Düzce ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri	89
3.44. Sırasıyla Düzce ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği.....	90
3.45. Düzce ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri.....	90
3.46. Sırasıyla Erzincan ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği	92
3.47. Erzincan ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri.....	93
3.48. Sırasıyla Erzincan ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği....	94
3.49. Erzincan ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri.....	95
3.50. Sırasıyla Erzurum ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği.....	96
3.51. Erzurum ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri.....	97
3.52. Sırasıyla Erzurum ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği	98
3.53. Erzurum ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri	99
3.54. Sırasıyla Muş ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği	100
3.55. Muş ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri.....	100
3.56. Sırasıyla Muş ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği	102
3.57. Muş ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri	103
3.58. Sırasıyla Tokat ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği	104
3.59. Tokat ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri	106
3.60. Sırasıyla Tokat ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği.....	107
3.61. Tokat ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri.....	108
3.62. Sırasıyla Bingöl ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği.....	109
3.63. Bingöl ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri.....	110
3.64. Sırasıyla Bingöl ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği	111
3.65. Bingöl ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri	112
3.66. Sırasıyla Elazığ ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği	113

3.67. Elazığ ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri	114
3.68. Sırasıyla Elazığ ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği.....	115
3.69. Elazığ ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri.....	116
3.70. Sırasıyla Hatay ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği	117
3.71. Hatay ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri	119
3.72. Sırasıyla Hatay ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği	120
3.73. Hatay ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri	121
3.74. Sırasıyla Malatya ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği.....	122
3.75. Malatya ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri.....	123
3.76. Sırasıyla Malatya ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği...	124
3.77. Malatya ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri	125
3.78. Sırasıyla Van ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği	126
3.79. Van ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri	128
3.80. Sırasıyla Van ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği	129
3.81. Van ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri	130
3.82. Sırasıyla Afyon ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği	131
3.83. Afyon ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri	132
3.84. Sırasıyla Afyon ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği.....	133
3.85. Afyon ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri.....	134
3.86. Sırasıyla Aydın ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği.....	135
3.87. Aydın ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri.....	136
3.88. Sırasıyla Aydın ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği	137
3.89. Aydın ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri	139
3.90. Sırasıyla İzmir ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği	140
3.91. İzmir ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri	141
3.92. Sırasıyla İzmir ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği	142

3.93. İzmir ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri	144
3.94. Sırasıyla Manisa ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği	145
3.95. Manisa ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri	146
3.96. Sırasıyla Manisa ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği	147
3.97. Manisa ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri	148
3.98. Sırasıyla Muğla ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği	149
3.99. Muğla ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri	150
3.100. Sırasıyla Muğla ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği....	151
3.101. Muğla ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri.....	152
3.102. Veri setimizin entropi değerlerinin değişim grafiği	169

SİMGELER DİZİNİ

k	Boltzman Sabiti
S	Entropi
W	Termodinamik Olasılık
$H(x)$	Sistemin Entropisi
$H_R(X)$	Renyi Entropisi
$H_\alpha(x)$	Tsallis Entropisi
$D(p q)$	Nispi Entropi
$H(X, Y)$	Bileşke Sisteminin Shannon Entropisi
$I(X)$	Bilgi İçeriği
$S(A, B)$	Ortak Shannon Entropisi
$S(A B)$	Koşullu Shannon Entropisi
$D(A B)$	Göreceli Entropi
$P(\Theta_\alpha)$	Bileşenlerin Ortalama Entropisi
$H(F, t)$	Artık Entropi
$\bar{H}(F, t)$	Geçmiş Entropi
$H_\alpha(X; t)$	Tsallis Artık Entropi
$\xi_\alpha(X)$	Tsallis Kümülatif Artık Entropi
$\varepsilon(X)$	Birikimli Artık Entropi
$S(p)$	Normalleştirilmiş Shannon Entropisi
$f(x)$	Yoğunluk Fonksiyonu
$F(t)$	Dağılım Fonksiyonu
$\bar{F}(x)$	Çalışma Fonksiyonu
$h_0(t)$	Temel Hazard Fonksiyonu
$S(t)$	Yaşam Fonksiyonu

E	Beklenti Operatörü
Ω	Örnek Uzay
p_k	Olasılık Vektörü
L	Lagrange Fonksiyonu
$\hat{p}$	En Çok Olabilirlik Tahmincisi
K	Bilinmeyen Olasılık
t	Zaman Periyodu
T	Yaşam Süresi
x	Açıklayıcı Vektör
β	Regresyon Katsayıları Vektörü
n	Örneklem Hacmi
$\hat{\theta}$	Tahmini Parametrelerin $t \times 1$ Boyutlu Matrisi
$\hat{\theta}$	Bilinmeyen Kitle Parametresi
S	Çarpıklık Katsayısı (Skewnees)
K	Basıklık Katsayısı (Kurtosis)
μ	Ortalama Değer
σ	Standart Sapma

KISALTMALAR DİZİNİ

BAF	Batı Anadolu Fay Hattı
KAF	Kuzey Anadolu Fay Hattı
DAF	Doğu Anadolu Fay Hattı
ApEn	Yaklaşık Entropi
CRE	Kümülatif Artık Entropi
MaxEn	Maksimum Entropi
MinEn	Minimum Entropi
CE	Çapraz Entropi
RMSE	Ortalama Hata
MAE	Ortalama Mutlak Hata
AIC	Akaike Bilgi Kriteri
BIC	Bayes Bilgi Kriteri

1. GİRİŞ

Entropi bir sistemdeki belirsizlik miktarıdır. Sistem düzensizliği artan herhangi bir fonksiyon entropi olabilir. Entropi, öngörülmezliğin bir ölçüsü ve istatistiksel bir deneyin sonucu olarak kabul edilir.

Entropi kavramı, 1867 yılında Rudolf Julius Emanuel Clausius tarafından termodinamikte enerji miktarının ölçüsünü ifade etmek için kullanan Alman fizikçi ve matematikçidir. Entropi birçok disiplinde kullanılmaktadır. Matematik, istatistik, olasılık teorisi ve ekonomi entropinin kullanıldığı disiplinlerden bazılarıdır [1,2].

Entropi termodinamikte ısı kaynağı ile yapılan ısı alışverişidir. Bilgi kuramındaki tanımı ise sistemdeki kesinsizliğin sayısal değeridir diğer bir ifadeyle bilgi miktarının ölçüsüdür (Balian, 2004) [3]. Bilgi kuramı, bilginin sayısallaştırılması ile ilgili uygulamalı bilgisayar mühendisliğinin dalıdır. Bilgi kuramı ilk defa 1948'de Claude E.Shannon tarafından verinin güvenli bir şekilde bilgisayarda depolanması, bilgisayarlar arası iletilmesi gibi aşamalarda kullanılmak üzere geliştirilmiştir (Shannon, 1949) [3].

Termodinamik, elementler arasında ısı alışverişini açıklayan fizik alanıdır. Termodinamiğin dört yasasından ikincisi entropidir. Entropi ya aynı kalır ya da giderek büyür. Evrendeki entropi asla küçülmez. Bu yasa fizikte son derece önemli bir yere sahiptir. Termodinamik'te entropinin olasılığa dayalı olduğunu söyleyen bilim adamlarından biri L.Boltzman'dır. Boltzman, entropi ile olasılık arasındaki logaritmik ilişkiyi açıklamıştır. Boltzmann istatistiksel fizikte entropiyi ve olasılık kavramını da ifade ederek termodinamikte düzensizlik denklemini $S = k \ln W$ olarak ifade etmiş ve Boltzmann sabiti $k = 1.3806505 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$ olarak ifade etmiştir. Burada S , entropi; k , Boltzmann sabiti; W , termodinamik olasılıktır. Entropi çeşitleri arasında Shannon, Renyi ve Tsallis entropileri önem kazanmıştır.

1948 yılı entropi çalışmalarının başlangıç yılıdır. Shannon entropisi çalışmalarda sık kullanılan belirsizlik ölçüsüdür. Alfred Renyi 1961 yılında Renyi entropisini gündeme getirmiştir. Renyi entropisi biyolojik çeşitliliğin derecesinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Renyi entropisinin özel bir durumu Shannon entropisidir. Fizikte Tsallis entropisi ise Boltzman entropisinin genelleştirilmiş halidir [4].

Yerkabuğu içindeki ani göçmeler ile meydana gelen titreşim dalgalarının geçtikleri yerleri sarsması olayına deprem denilmektedir. Yerkabuğunu oluşturan levhaların birbirlerini sıkıştırarak zorlayıp, alt alta girdikleri levha sınırları depremlerin sıklıkla olduğu yerlerdir.

Zorlanmakta olan levhalar arasındaki sürtünme kuvvetinin aşılması ile birlikte ani hareket ortaya çıkar. Zemin deformasyonu sonucu uzun mesafelere ulaşan deprem dalgaları oluşur. Kilometrelerce uzunlukta olabilen arazi kırıklarına fay denir [5].

Kaynaktan dışarı doğru sismik dalgalar halinde titremeler meydana gelir. Titreşimlerin olduğu bölgelerde bulunan yapılar zarar görür ve can kayıpları meydana gelir [6].

Ülkemiz dünyanın önemli deprem kuşaklarından biri olan Akdeniz deprem kuşağı (Alp Himalaya deprem kuşağı) üzerinde yer almaktadır. Ülkemizde zaman zaman şiddetli sarsıntılar yaşanır ve ülkemiz aktif fay hattı üzerinde yer almaktadır [6].



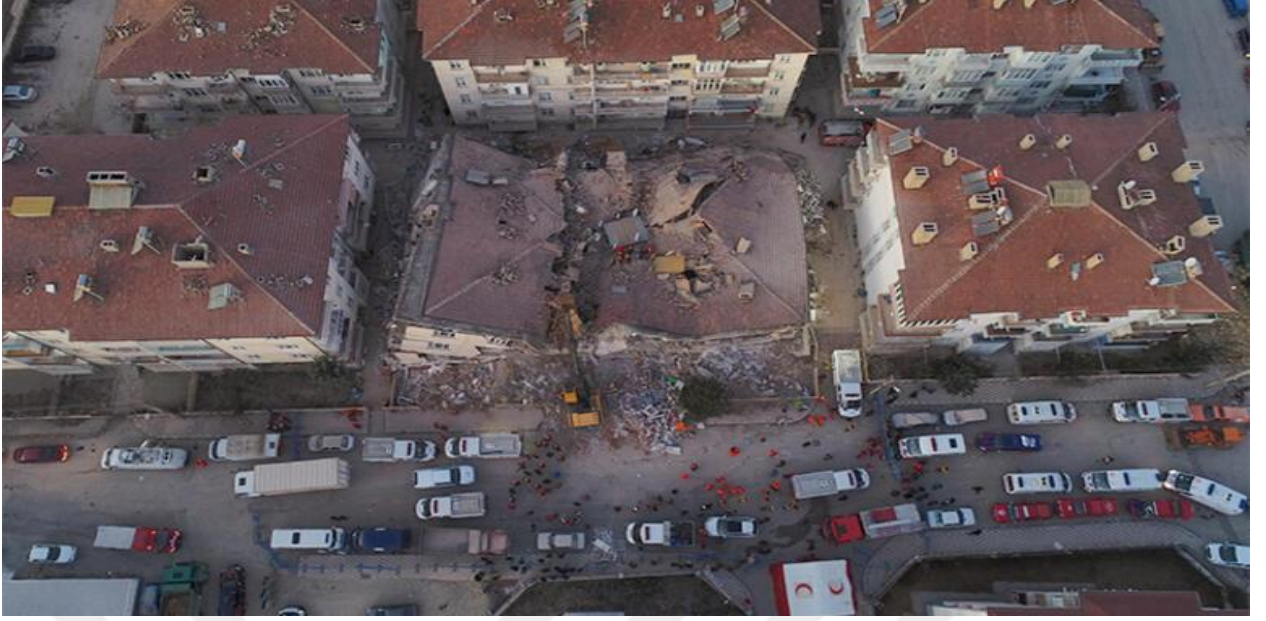
Şekil 1.1. Ülkemizde yer alan fay hatları

Türkiye, Kuzey Anadolu Fay Hattı (KAF), Doğu Anadolu Fay Hattı (DAF) ve içerisinde birçok fayı barındıran Batı Anadolu Fay Hattı (BAF) olmak üzere 3 hattın üzerinde yer alıyor. Kuzey Anadolu fayı (KAF) olarak anılan fay hattı, dünyanın en aktif ve en önemli kırık hatları arasında sayılıyor. KAF, doğuda Karlıova ile batıda Mudurnu Vadisi arasında doğu-batı doğrultusunda bir yay gibi uzanıyor. Dünyanın en aktif ve en önemli kırık hatları arasında yer alan hattın uzunluğu yaklaşık 1200 kilometre; genişliği ise 100 metre ile 10 kilometre arasında değişiyor. 1992 yılındaki Erzincan, 1983 yılındaki Erzurum, 1966 yılındaki Muş-Varto, 1999 yılında çok fazla can ve mal kaybına neden olan İzmit, Düzce ve Adapazarı depremleri bu fay kuşağında meydana geldi. Doğu Anadolu Fay Hattı (DAF) Türkiye'nin doğusunda büyük bir kırıktır. Fay, Anadolu Levhası ve Arap Levhası arasındaki sınır boyunca uzamaktadır.

Doğu Anadolu Fay Hattı, Ölü Deniz Çatlağı'nın kuzey sonunda Maraş Üçlü Bitişmesi'nden başlayarak kuzeydoğu istikametinde işler ve Karlıova Üçlü Bitişmesi'nde sona erer ki burada Kuzey Anadolu Fay Hattı ile buluşur. Batı Anadolu Fay Hattı (BAF) ise Anadolu'nun batısında doğu-batı uzanışlı, kuzeyden-güneye doğru sıralanan hatdır ve içerisinde birçok fayı barındırır [19].

Türkiye'deki depremlerin iki ana nedeni ardır. Birincisi, Atlas Okyanusu'nun ortalarındaki okyanus ortası sırtının genişlemesidir. Bu genişleme Afrika levhasını kuzeydoğu yönünde hareket ettirir. Afrika, Akdeniz altında Anadolu Levhası ile çarpışarak altına dalmaktadır. Anadolu depreminin ikinci ana nedeni Kızıldeniz ortasındaki okyanus tabanı yayılmasıdır. Bu hareket Arap Levhasını kuzey yönünde hareket ettirmekte, Doğu Anadolu fayında yoğun depremselliğe neden olmaktadır. Afrika Levhasının kuzey kenarındaki okyanusal kabuk sıkışarak Anadolu ve Ege'nin altına dalarak batıyor. Bu dalma sırasında Batı Anadolu'ya çekme kuvveti uygular. Arap Levhasının baskısıyla Kuzey Anadolu Fayı boyunca batıya doğru itilen Anadolu Levhası batıda sıkışmaya sebep olur [20].

Son 1 yılda ölkemizde Elazığ ve İzmir illerimizde büyüklükleri 6 üzerinde olan şiddetli iki deprem meydana gelmiştir. Can ve mal kayıpları oluşmuştur. 24 Ocak 2020 Cuma akşam saatlerinde merkez üssü Elazığ'ın Sivrice ilçesinde 6,8 büyüklüğünde ve derinliği 10 kilometre olan deprem meydana gelmiştir. Bu depremde 37'si Elazığ'da, dördü Malatya'da olmak üzere 41 kişi hayatını kaybetti, 1.466 kişi de hafif ve orta derecede yaralanmıştır. 645 binada ağır, 409 binada ise hafif ve orta hasar meydana gelirken 12 bina ise acil yıkılacak kararı verilmiştir [21]. Elazığ depremi sonrası bazı görüntüler aşağıda verilmiştir.



Şekil 1.2. Elazığ depremi sonrası yıkılan binanın üstten görünümü



Şekil 1.3. Elazığ depremi sonrası yıkılan bina

İzmir'in Seferihisar ilçesinde 30 Ekim 2020 14.51'de 6,6 büyüklüğünde 16,5 kilometre derinliğinde deprem meydana gelmiştir. Deprem Ege ve Marmara'da hissedildi. 119 kişinin ölümüne ve 1053 kişinin ise yaralanmasına neden olan deprem, 2020 yılında yeryüzünde meydana gelen depremler arasında en ölümcül deprem olarak kayıtlara geçti. [22]. İzmir, Bingöl, Afyon, Erzincan depremi sonrası görüntüler aşağıda verilmiştir.



Şekil 1.4. İzmir depremi sonrası yarısı çöken bina



Şekil 1.5. 2003 Bingöl depreminden görüntü



Şekil 1.6. 1995 Afyon Dinar depreminden görüntü

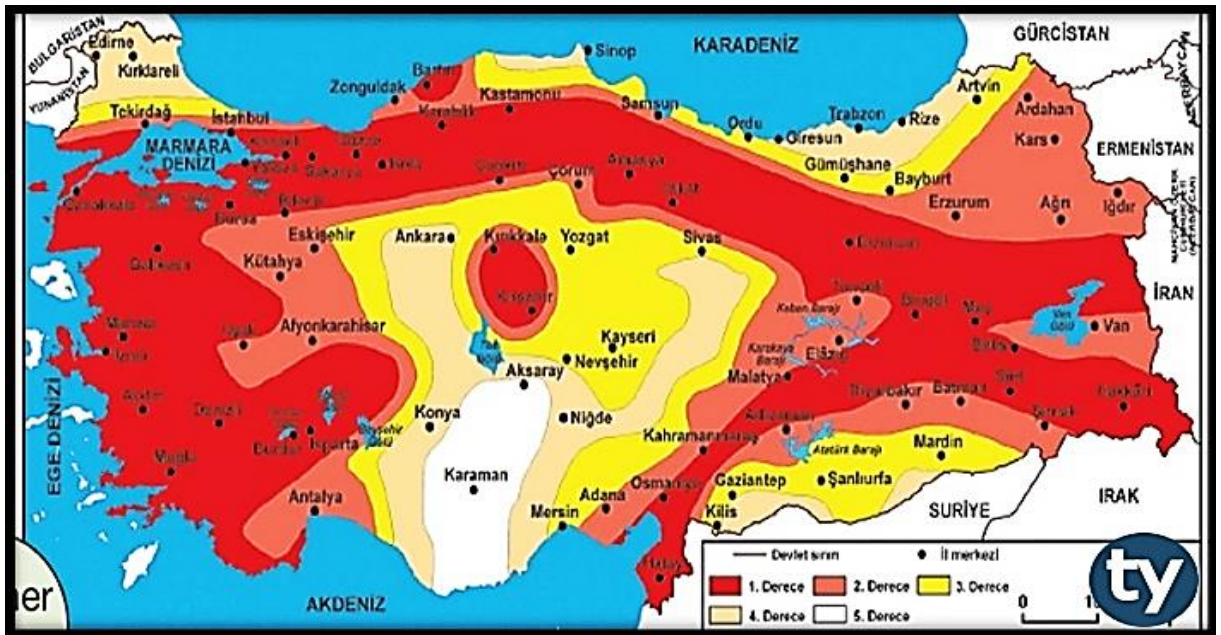


Şekil 1.7. 1992 Erzincan depreminden görüntü

Depremiñ şiddeti ve depremin büyüklüğü kavramlarını sıkça duyarız. Depremiñ gücü ya da boyutu iki yolla ölçülmektedir. Bunlardan birisi depremin şiddeti diğeri ise depremin büyüklüğüdür. Bu iki kavram sıklıkla karıştırılmakta ve yanlış kullanılmaktadır.

Depremiñ şiddeti; herhangi bir derinlikte olan depremin, yeryüzünde hissedildiği bir noktadaki etkisinin ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Diğeri bir deyişle depremin şiddeti, onun yapılar, doğa ve insanlar üzerindeki etkilerinin bir ölçüsüdür. Bu etki, depremin büyüklüğü, odak derinliği, uzaklığı, yapıların depreme karşı gösterdiği dayanıklılık dahi değişik olabilmektedir. Depremiñ şiddeti, depremlerin gözlenen etkileri sonucunda uzun yılların vermiş olduğu deneyimlere dayanılarak hazırlanmış olan ‘Şiddet Cetvelleri’ ne göre değerlendirilmektedir. Depremiñ büyüklüğü ise deprem sırasında açığa çıkan enerjinin bir ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Enerjinin doğrudan doğruya ölçülmesi olanağı olmadığından, Amerika Birleşik Devletlerinden Prof. C. Richter tarafından 1930 yıllarında bulunan bir yöntemle depremlerin aletsel bir ölçüsü olan ‘Magnitüd’ tanımlanmıştır [23].

Genç araziler üzerinde bulunan ülkemizin birçok ili deprem riski ile karşı karşıyadır. KAF, DAF ve BAF birçok ili etkilemektedir. Bu durum ülkemizde 1990-2020 yılları arasında birçok büyük depremin yaşanmasına sebep olmuştur.



Şekil 1.8. Türkiye deprem haritası

Ülkemizde 1990-2020 yılları arasında meydana gelen depremler aşağıdaki gibidir:

- 13 Mart 1992 tarihinde Erzincan depremi: 6,8 şiddetinde
- 6 Kasım 1992 tarihinde İzmir Doğanbey depremi: 6 şiddetinde
- 1 Ekim 1995 tarihinde Afyon Dinar depremi: 6,1 şiddetinde
- 27 Haziran 1998 tarihinde Adana Ceyhan depremi: 6,2 şiddetinde
- 17 Ağustos 1999 tarihinde Kocaeli Gölcük depremi: 7,8 şiddetinde
- 12 Kasım 1999 tarihinde Düzce depremi: 7,5 şiddetinde
- 6 Haziran 2000 tarihinde Çankırı Orta depremi: 6,1 şiddetinde
- 3 Şubat 2002 tarihinde Afyon Çay-Sultandağı depremi: 6,4 şiddetinde
- 27 Ocak 2003 tarihinde Tunceli Pülümür depremi: 6,2 şiddetinde
- 1 Mayıs 2003 tarihinde Bingöl depremi: 6,3 şiddetinde
- 8 Mart 2010 tarihinde Elazığ Başyurt-Karakoçan depremi: 6,1 şiddetinde
- 23 Ekim 2011 tarihinde Van depremi: 7,2 şiddetinde
- 10 Haziran 2012 tarihinde Ölü Deniz Açıkları depremi: 6 şiddetinde
- 8 Ocak 2013 tarihinde Kuzey Ege Denizi depremi: 6,2 şiddetinde
- 15 Haziran 2013 tarihinde Girit Adası depremi: 6 şiddetinde
- 28 Aralık 2013 tarihinde Antalya Körfezi depremi: 6 şiddetinde
- 24 Mayıs 2014 tarihinde Gökçeada Açıkları depremi: 6,8 şiddetinde
- 12 Haziran 2017 tarihinde İzmir Karaburun Açıkları depremi: 6,3 şiddetinde
- 21 Temmuz 2017 tarihinde Gökova Körfezi depremi: 6,6 şiddetinde
- 24 Ocak 2020 tarihinde Elazığ Sivrice depremi: 6,8 şiddetinde
- 30 Ekim 2020 tarihinde İzmir Seferihisar depremi: 6,6 şiddetinde

depremler meydana gelmiştir [24].

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Temel Tanım ve Teoremler

2.1.1. Entropi

Termodinamiğin birinci yasası, “enerjinin korunumu” yasasıdır. Bu yasa, bir sistemde enerjinin yoktan var edilemeyeceğini gibi varken de yok edilemeyeceğini sadece bir şekilden diğerine dönüşeceğini söylemektedir (Çetinkaya, 1999: 52) [7]. Termodinamiğin ikinci yasası ise, enerjinin bir şekilden diğerine dönüşmesi işleminin belirli bir yönde gerçekleşeceğini ters yönde olamayacağını söylemektedir (Çetinkaya, 1999: 75) [7]. Entropiyi S , olasılığı da P olarak ifade edersek entropi ile olasılık arasındaki ilişki;

$$S = -\log P \text{ veya } S = \log \frac{1}{P} \quad (2.1)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Olasılık değeri 1’den küçük olduğu durumda entropinin negatif değer almaması için $\log P$ ifadesi eksi ile çarpılmaktadır (Wiener, 1982, s. 17) [1]. Entropi, negatif olmayacağı gibi sıfır ile başlayan bir değere sahip ve sayı değeri arttıkça sistemdeki düzensizlikte paralel olarak artar. Eğer bir sistem tam düzenli bir yapıya sahipse entropi değeri sıfır olabilir (Gray, 1990) [3].

Shannon, bir olay hakkında bilgi edinilebilmesi için o olayın belirsizlik içermesi gerektiğini savunmuştur. Yani olasılığı düşük olan olaylar daha fazla bilgi vermektedir. Bu anlamda, bir çözümün oluşma olasılığı, o çözümü oluşturan işaret, sembol ya da sayının belirsizlik derecesini gösterir. Kısacası, elde edilen bilgi belirsizlik miktarının dolaylı bir ölçüsüdür. Shannon ise bu yaklaşımla entropiyi, bir olayın alabileceği tüm durumların beklenen değerini matematiksel olarak tanımlamıştır. Entropiyi sayısal olarak hesaplayabilmekte ve birimlerle ifade edebilmektedir (Özkul, 2001) [8]. Shannon, yaptığı çalışmalarda logaritmanın kullanışlı olduğunu ifade ederek sayısal değerlerde iki tabanlı logaritmayı seçmiştir. Entropi sisteminde çıkan değeri “bit” (Binary Digits) olarak tanımlamıştır. Eğer çalışmada e tabanında logaritma kullanılırsa ölçü birimini nat (Natural Units) olarak tanımlamaktadır (Shannon C. E., 1948, s. 380) [1]. İkili kodlamada, iki sabit durum sıfır ve bir’dir (Ocakçı ve Bostancı 2009) [9].

Bir sistemin mümkün tüm durumları ve olasılıkları belirlendikten sonra sistemin ortalama ve beklenen bilgi içeriği hesaplanabilir [9]. Örneğin; bir sistemin tüm durumları X tesadüfi değişkenleri ile ifade edilirse;

$$H(x) = -\sum p \log p \quad (2.2)$$

şeklinde hesaplanır. $H(x)$ değeri sistemin durumunu kesin belirleyebilmek için gerekli olan bilgi miktarıdır. Gerekli bilgi sağlandığında sistemdeki belirsizlik ortadan kalkar yani elde edilen miktar mevcut belirsizliktir. Kısacası $H(x)$ ifadesi de sistemin entropisidir (Orkan 1992) [9].

Çalışmalarda en sık kullanılan Shannon entropisidir. Renyi entropisi biyolojik çeşitliliğin derecesinin belirlenmesinde, Tsallis entropisi de istatistiksel çalışmalarda kullanılmaktadır [4].

2.1.2. Shannon Entropisi

Shannon, olasılıkların tümünü düşünerek; X kesikli rassal değişkeni için rastgele olayların her durumda bulunma olasılıkları $p_1, p_2, \dots, p_n$ olsun. $H(p_1, p_2, \dots, p_n)$ değeri için;

- H de p_i sürekli
- Bütün p_i ler eşit ise $p_i = \frac{1}{n}$ ve H monoton artan bir fonksiyon olmak üzere

$$H(x) = -K \sum_{x \in R} p_i \log(p_i) \quad (2.3)$$

eşitliği verilmiştir. Burada ki K bir birimde değişen ölçü miktarı ve pozitif sabittir.

Shannon ise entropiyi;

$$H(x) = -\sum_{x \in R} p_i \log(p_i) \quad (2.4)$$

$K=1$ için şeklinde tanımlamıştır [9]. En heterojen durumda yani olasılıkların eşit olduğunda yani olasılığın $\frac{1}{K}$ olduğu durumda $H_x(p) = \log K$ 'ya eşit olur. Shannon entropisinin alabileceği en üst değer K 'ya bağlı olur. Eğer $[0,1]$ aralığında entropi değeri isteniliyorsa Shannon entropisinin $\log K$ 'ya bölünmesiyle bulunur [4].

2.1.2.1. Shannon Entropisinin Özellikleri

$p_1, p_2, \dots, p_n$ olasılık dağılımları için;

- $0 < p_n < 1$ için $\log p_n < 0$ ve $-\log p_n > 0$ dolayısıyla $-p_n \log p_n > 0$ olmaktadır.
- $\{1,0,0,\dots,0\}, \{0,1,0,\dots,0\}, \dots \{0,0,0,\dots,1\}$ şeklinde dejenere dağılımların entropisi 0'dır.
- Bir dağılımının sonucunun gerçekleşme olasılığı bilinmiyorsa $H(p) > 0$ 'dır.
- Entropi fonksiyonunun maksimum değeri Lagrange fonksiyonu ile bulunur. Lagrange fonksiyonu;

$$L = -\sum_{k=1}^K p_k \log p_k + \lambda(1 - \sum_{k=1}^K p_k) \quad (2.5)$$

şeklindedir.

- $0 < p_k < 1$ için $\log p_k$ sürekli olduğundan $H(p)$ fonksiyonunda sürekli dir. $p_k = 0$ için $p_k \log p_k$ ifadesi tanımsızdır ancak limiti alındığında;

$$\begin{aligned} \lim_{p_k \rightarrow 0} p_k \log p_k &= \lim_{p_k \rightarrow 0} \frac{\log p_k}{\frac{1}{p_k}} \quad \left(\frac{\infty}{\infty} \text{ belirsizliği} \right) \\ &= \lim_{p_k \rightarrow 0} \frac{\frac{1}{p_k}}{\frac{-1}{p_k^2}} \\ &= - \lim_{p_k \rightarrow 0} (-p_k) = 0 \end{aligned} \quad (2.6)$$

değerine eşittir [7].

- $H(p_1, p_2, \dots, p_n)$ bütün p_k değerleri için simetriktir.
- Tüm olasılıkların eşit olduğu durumda maksimum entropi elde edilir.
- $H(p_1, p_2, \dots, p_n)$ bütün p_k değerleri için sürekli dir.

- Toplanabilirlik özelliğine sahiptir. Yani; $H(p_1, p_2, \dots, p_n)$ olasılıkları için $E_1, E_2, \dots, E_n$ entropileri olsun.

$$E_n = F_1 \cup F_2 \cup \dots \cup F_m, p_n = \sum_{k=1}^m q_k P(F_k) = q_k \quad (2.7)$$

şeklinde ifade edilir. Burada ki E_n ifadesi $F_1, F_2, \dots, F_m$ lerden oluşan örnek uzaydır [4].

2.1.3. Renyi Entropisi

Adını Alfred Renyi'den alan bu entropi Shannon entropisinin $\alpha \rightarrow 1$ 'e yaklaşan özel bir halidir. Renyi entropisi $\alpha > 0$ ve $\alpha \neq 1$ ve α artan olmayan bir fonksiyon olmak üzere;

$$H_R(p) = \frac{1}{1-\alpha} \log \left(\sum_{i=1}^n P_i^\alpha \right) \quad (2.8)$$

şeklinde tanımlanmıştır. Shannon entropisinde olduğu gibi sonuç $\log K$ değerine eşittir. Renyi entropisinin değerinin limiti Shannon entropisini verir. Renyi entropisinde yer alan α artan olmayan bir fonksiyondur ve negatif değer almaz [4].

2.1.3.1. Renyi Entropisinin Özellikleri

- $H_R(X) \geq 0$ olduğundan negatif değer alamaz.
- $H_R(X)$ Renyi entropisi sınırlı ve süreklidir.
- $\alpha < 1$ için entropi konkav, $\alpha > 1$ için entropi konvex ya da konveks değildir.
- Renyi entropisi toplanabilir özelliğe sahiptir [4].

2.1.4. Tsallis Entropisi

Tsallis entropisi, Boltzmann ve Gibbs entropilerinin genelleştirilmiş bir halidir. Constantino Tsallis tarafından 1988 yılında istatistiksel mekaniği genelleme adına bu entropiyi gündeme getirmiştir. Tsallis entropisini;

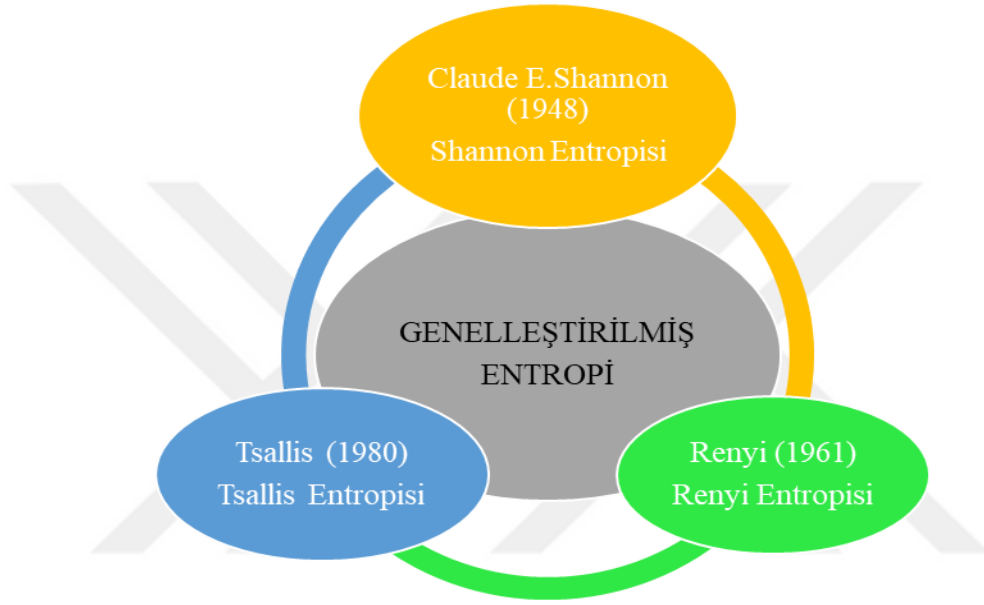
$$H_{\alpha}(p) = \frac{1-\sum p_i^{\alpha}}{\alpha-1} \quad (2.9)$$

şeklinde tanımlamıştır.

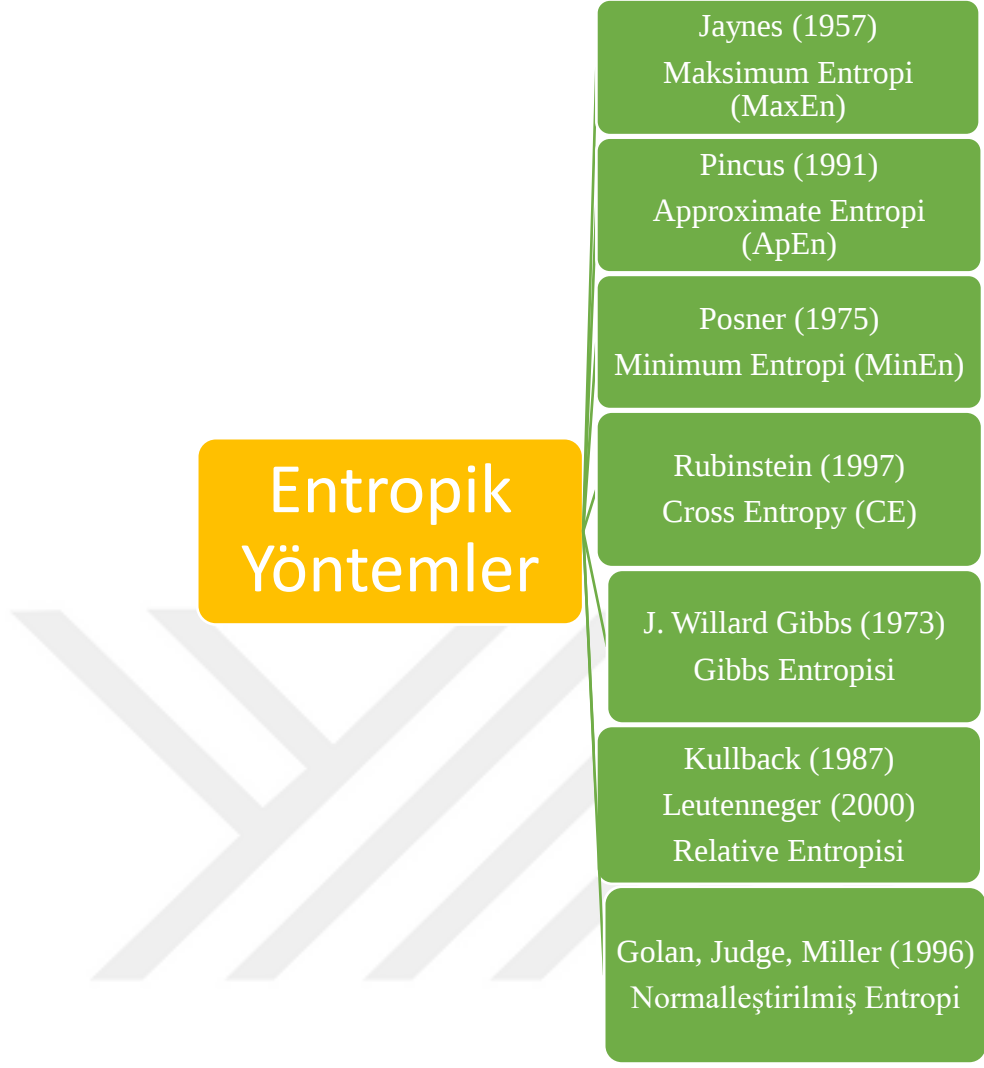
Renyi ve Tsallis entropileri arasındaki ilişkiyi gösteren eşitlik ise;

$$H_R(\alpha) = \frac{\log (1-(1-\alpha)H_T(\alpha))}{1-\alpha} \quad (2.10)$$

şeklindedir [4].



Şekil 1.9. Genelleştirilmiş entropi çeşitleri



Şekil 1.10. Bazı özel entropi çeşitleri

2.1.5. Gibbs Entropisi

J. Willard Gibbs'in adını taşıyan Gibbs entropisi makroskopik durumun mikro durumlar üzerindeki dağılımını ifade eder. Mikro durumdaki klasik bir sistem için E_i mikro durum i 'nin enerjisi ve p_i sistemin dalgalanmaları sırasında ortaya çıkma olasılığı olmak üzere;

$$S = k_B \sum_i p_i \ln p_i \quad (2.11)$$

şeklinde ifade edilir. Entropide ki k_B , Boltzmann sabitidir [25].

2.1.6. Landsberg–Vedral Entropisi

Landsberg-Vedral entropisi kapsamlı olmayan istatistikleri tanıtmaktır.

$$S_q^{(L)} = \frac{1}{q-1} \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^W p_i^q} - 1 \right) \quad (2.12)$$

Burada p_i , sistemdeki i 'nin mikroskobik durumunun olasılığıdır. Landsberg-Vedral entropisinin en önemli özelliklerinden bazıları şunlardır: pozitiflik $S \geq 0$, eş zamanlılığın p_i cinsinden hesaplanmasıdır [10].

2.1.7. Abe Entropisi

Tsallis entropisinin bir tür simetrik modifikasyonuna benzeyen Abe Entropisi;

$$S_q^{(Abe)} = - \sum_i \frac{p_i^q - p_i^{q^{-1}}}{q - q^{-1}} \quad (2.13)$$

$q \longleftrightarrow q^{-1}$ 'deki bu simetrik seçim, genellikle “dualite dönüşümü” q altında değişmezliği gösteren kuantum grupları teorisinden esinlenmiştir. Tsallis entropisi gibi, Abe entropisi de iç bükeydir [10].

2.1.8. Kaniadakis Entropisi

Kaniadakis entropisi (ayrıca κ – entropi de denir) aşağıdaki ifade ile tanımlanır;

$$S_\kappa = \sum_i \frac{p_i^{1+\kappa} - p_i^{1-\kappa}}{2\kappa} \quad (2.14)$$

$\kappa = 0$ için orijinal Shannon entropisine indirgeyen bir çeşit deforme Shannon entropisidir. Kaniadakis entropisi, Abe entropisine yakınsayan bir entropi türüdür. Kaniadakis entropisi de iç bükeydir [10].

2.1.9. Nispi Entropi

Nispi entropi iki olasılık dağılımı arasındaki bir ölçümün ifadesidir. İstatistikte likelihood oranının logaritmasının beklenen değeridir. Nispi entropi $D(p||q)$ olarak gösterilir. Gerçek dağılım p iken varsayılan q dağılımının yetersizliğinin bir ölçümüdür. Örneğin gerçek dağılım p için ortalama tanım uzunluğu $H(P)$ olarak ifade edilir. Ancak gerçek dağılım yerine varsayılan bir q dağılımı için rassal değişken tanımlanırsa $H(P) + D(p||q)$ bit kadar bilgiye gereksinim olur (Cover ve Thomas 1991) [12].

E_p , X rassal değişkenleri üzerine tanımlanmış $p(x)$ ve $q(x)$ olasılık dağılımları olmak üzere p 'ye göre beklenen değeri ifade etmektedir. İki dağılım arasındaki divergence;

$$\begin{aligned} D(p||q) &= \sum_{x \in N} p(x) \log \frac{p(x)}{q(x)} \\ &= E_p \log \frac{p(x)}{q(x)} \end{aligned} \quad (2.15)$$

olarak tanımlanır. Nispi entropi negatif değer almaz ve $p = q$ şartında sıfır değerini alır. Nispi entropide simetri özelliği yoktur ve üçgen eşitsizliğini sağlamaz (Cover ve Thomas 1991) [12].

2.1.10. Bileşik Entropi

Aynı olasılık uzayı üzerinde tanımlanmış X, Y iki bağımsız rassal değişkenler olsun. X rassal değişkenlerinin aldığı değerler $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, Y rassal değişkenlerinin aldığı değerler $\{y_1, y_2, \dots, y_m\}$ olsun. X ve Y rassal değişkenlerinin bileşik olasılık dağılımı;

$$p_i = \sum_{j=1}^m p_{ij} = P(X = x_i), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1 \quad (2.16)$$

$$q_j = \sum_{i=1}^n p_{ij} = P(Y = y_j), \quad j = 1, 2, \dots, m \quad q_1 + q_2 + \dots + q_m = 1 \quad (2.17)$$

ve

$$p_{ij} = p(x_i, y_j) = P(X = x_i, Y = y_j) = P(X = x_i)P(Y = y_j) = p_i q_j = p_{ij} \quad (2.18)$$

olmak üzere X ve Y rassal değişkenlerinin bileşik entropisi;

$$H_{mn}(X, Y) = - \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n p_{ij} \log p_{ij} \quad (2.19)$$

olarak tanımlanır. Bu iki rassal değişkenin bağımsızlık koşulunu sağlamaları şartıyla p_{ij} yerine $p_i q_j$ yazılabilir. Bileşik entropi formülünden;

$$\begin{aligned}
H_{mn}(X, Y) &= -\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n p_i q_j \log(p_i q_j) \\
&= -\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n p_i q_j (\log p_i + \log q_j) \\
&= -\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n p_i q_j \log p_i - \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n p_i q_j \log q_j \\
&= \left(-\sum_{j=1}^m q_j\right) \left(\sum_{i=1}^n p_i \log p_i\right) - \left(\sum_{i=1}^n p_i\right) \left(\sum_{j=1}^m q_j \log q_j\right)
\end{aligned} \tag{2.20}$$

$$H_{mn}(X, Y) = \sum_{j=1}^m q_j H(X) + \sum_{i=1}^n p_i H(Y)$$

eşitliği elde edilir. $\sum_{j=1}^m q_j = 1$ ve $\sum_{i=1}^n p_i = 1$ şartıyla;

$$H_{mn}(X, Y) = H_n(X) + H_m(Y) \tag{2.21}$$

sonucu elde edilir. Entropinin toplamsallık özelliğide gösterilmiş oldu. X ve Y rassal değişkenleri bağımsız ise bileşik entropi, entropilerinin toplamına eşittir. r sayıda bağımsız $(x_1, x_2, \dots, x_r)$ vektör rassal değişkenlerinin bileşik entropisi, bunların ayrı ayrı entropileri toplamına eşittir. Ve;

$$H_{mn}(x_1, x_2, \dots, x_r) = \sum_{k=1}^r H(X_k) \tag{2.22}$$

şeklinde gösterilir [12].

2.1.11. Total Correlation (Toplam Korelasyon)

Değişkenler arasındaki korelasyonların taşıdığı toplam bilgi miktarıdır. Toplam korelasyonu veya fazlalığı ölçer. $n = 2$ olduğunda karşılıklı bilgiye eşittir. Entropi üzerindeki bağımsızlık sınırı toplam korelasyonun negatif olmadığını belirtir. Toplam korelasyon;

$$TotalCorr(A^1, A^2, \dots, A^n) = S(A^1) + S(A^2) + \dots + S(A^n) - S(A^1, A^2, \dots, A^n) \tag{2.23}$$

şeklindedir [27].

2.1.12. Binding Information (Bağlanma Bilgisi)

İkili toplam korelasyondur.

$$Binding(A) = S(A) - \sum_{A \in A} S(A | A \setminus A) \tag{2.24}$$

Burada $A \setminus A$, A 'nın küme tamamlayıcısıdır [27].

2.1.13. Lautum İnförmatıon (Lautum Bılgısı)

Ortak ve marjinal dağılımlarının rollerının değış tokuş yapılmasıdır. Lautum bılgısı;

$$Lautum(A; B) = \sum_{a,b} P(A_a)P(B_b) \ln \frac{P(A_a)P(B_b)}{P(A_a, B_b)} \quad (2.25)$$

şeklindedir [27].

2.1.14. Mutual İnförmatıon (Karşılıklı Bılgı)

Karşılıklı bılgı, B'nin bılgısı nedeniyle A'nın belirsizliğindeki azalmadır veya bunun tersi de geçerlidir.

$$I(A: B) = \sum_{a,b} P(A_a, B_b) \ln \frac{P(A_a, B_b)}{P(A_a)P(B_b)} \quad (2.26)$$

$$\begin{aligned} I(A: B) &= S(A) - S(A|B) \\ &= S(B) - S(B|A) \end{aligned} \quad (2.27)$$

$$\begin{aligned} &= S(A) + S(B) - S(A, B) \\ &= S(A, B) - S(A|B) - S(B|A) \end{aligned}$$

Karşılıklı bılgı negatif değır almaz.

$$0 \leq I(A: B) \quad (2.28)$$

$$S(A) + S(B) \leq S(A, B)$$

Bir topluluğun kendisiyle birlikte ortak bılgısı entropidir. Bu nedenle entropiye bazen öz bılgıde denir. Yani;

$$I(A: A) = S(A) \quad (2.29)$$

şeklindedir [27].

2.1.15. Joint Entropi (Ortak Entropi)

Ortak bir olasılık dağılımı $P(A, B)$ verildiğinde ortak entropi;

$$S(A, B) = - \sum_{a,b} P(A_a, B_b) \ln P(A_a, B_b) \quad (2.30)$$

şeklindedir. Bu ortak entropi, herhangi bir sayıda değişkene kolayca genelleştirilebilir. Matematiksel ifadesi;

$$S(A^1, A^2, \dots, A^n) = - \sum_{a_1, a_2, \dots, a_n} P(A_{a_1}^1, A_{a_2}^2, \dots, A_{a_n}^n) \quad (2.31)$$

şeklindedir [27].

2.1.16. Marjinal Entropi

Marjinal bir dağılımın entropisidir. Yani $S(A)$, $S(B)$, $S(C)$, $S(A, B)$, $S(B, C)$ ve $S(A, C)$ ortak entropinin marjinal entropileri $S(A, B, C)$ 'dir [27].

2.1.17. Conditional Entropy (Koşullu Entropi)

B tanımlandığında, ortalamada A konusunda ne kadar belirsiz olduğunu ölçer. Koşullu entropi;

$$S(A | B) = - \sum_b P(B_b) \sum_a P(A_a | B_b) \ln P(A_a | B_b) \quad (2.32)$$

şeklindedir. Koşullu entropi, negatif olmayan entropilerin beklentisi olduğu için negatif değildir. Entropiler için zincir kuralı, Shannon bilgi ölçüsü koşullu entropiyi genişletir.

$$S(A, B) = S(A | B) + S(B) \quad (2.33)$$

Bu, olasılık zincir kuralından gelir.

$$P(A_a, B_b) = P(B_b | A_a) P(A_a) \quad (2.34)$$

Entropiler her zaman negatif olmadığı için eğer koşullandırma her zaman entropiyi azaltırsa;

$$S(A | B) \leq S(A) \quad (2.35)$$

şeklindedir. Bu entropinin alt eklemeli olduğu anlamına gelir. Ortak entropi, tek tek entropinin alt eklemeli olduğu anlamına gelir. A ve B bağımsız olduğunda ortak entropi tek tek entropilerin toplamından daha azdır ve;

$$S(A, B) \leq S(A) + S(B) \quad (2.36)$$

şeklindedir. Ve;

$$S(A | B) = S(B | A) + S(A) - S(B) \quad (2.37)$$

ifadesi geçerlidir [27].

2.1.18. Relative Entropisi ve Kullback-Leibler Sapması

Kullback-Leibler sapması Relative (göreceli) entropisi olarak da bilinir. Kullback-Leibler sapması iki olasılık dağılım olan A ve B arasındaki uzaklığı ölçer. A 'nın Relative entropisi B veya A 'nın da B 'deki Kullback-Leibler sapmasıdır.

Relative entropisi temeldeki benzerliğin uygun bir ölçüsüdür (Kullback, 1987; Leutenegger, 2000) [11]. $D(A||B)$ şeklinde gösterilmek üzere;

$$D(A||B) = \sum_x P(A_x) \ln \frac{P(A_x)}{P(B_x)} \quad (2.38)$$

şeklindedir.

Relative entropisi, eşitliği negatif ve simetrik olmayan yapar. $A = B$ ise entropi sıfırdır. Entropi ne kadar küçükse iki değişkenin dağılımı daha benzerdir ve tersi de geçerlidir. Ve genel olarak $D(A||B) \neq D(B||A)$ 'dir [11]. Rastgele değişken $(\hat{A}, \hat{B})$ bağımsız olmak üzere (A, B) ile aynı marjinal değerlere sahip ve $P(\hat{A}, \hat{B}) = P(A)P(B)$ olmak üzere;

$$I(A:B) = D(A, B || \hat{A}, \hat{B}) \quad (2.39)$$

eşitliği elde edilir. Benzer şekilde üç veya daha fazla değişken için ortak ve marjinal dağılımları arasındaki göreceli entropi toplam korelasyondur ve ifadesi;

$$Totalcorr(A^1, A^2, \dots, A^n) = D(A^1, A^2, \dots, A^n || \hat{A}^1, \hat{A}^2, \dots, \hat{A}^n) \quad (2.40)$$

şeklindedir ve Lautum bilgisi;

$$Lautum(A:B) = D(\hat{A}, \hat{B} || A, B) \quad (2.41)$$

şeklindedir [27].

2.1.19. Cross Entropy (Çapraz Entropi) (CE)

Çapraz entropi (CE), olasılık dağılımı $P(B_x)$ için optimal olan bir kodlama şeması kullanılırsa, olasılık $P(A_x)$ ile meydana gelen olayları tanımlamak için gereken bit sayısını ölçer. Çapraz entropi;

$$\begin{aligned} CrossEnt(A; B) &= -\sum_x P(A_x) \ln P(B_x) \\ &= S(A) + D(A||B) \end{aligned} \quad (2.42)$$

şeklindedir [27].

2.1.20. Burg Entropi

Tekdüze bir kaynak dağılımı ve çapraz entropi ile orantılıdır. Burg entropinin matematiksel ifadesi;

$$Burg(B) = \sum_x \ln P(B_x) \quad (2.43)$$

şeklindedir [27].

2.1.21. Relative Joint Entropy (Göreceli Ortak Entropi)

Göreceli entropilerinin uygun doğrusal kombinasyonlarını birleştirerek herhangi bir Shannon entropisi göreceli bir Shannon entropisi ile genellenebilir. Göreceli ortak entropi;

$$D(A, B \| A', B') = \sum_{x,y} P(A_x, B_y) \ln \frac{P(A_x, B_y)}{P(A'_x, B'_y)} \quad (2.44)$$

şeklindedir. Göreceli entropinin monotonluğu ise marjinal göreceli entropiden her zaman daha büyüktür ya da eşittir. İfadesi;

$$D(A, B \| A', B') \geq D(B, B') \quad (2.45)$$

şeklindedir [27].

2.1.22. Relative Conditional Entropy (Göreceli Koşullu Entropi)

Göreceli koşullu entropi;

$$D(A|B \| A'|B') = \sum_{x,y} P(A_x, B_y) \ln \frac{P(A_x|B_y)}{P(A'_x|B'_y)} \quad (2.46)$$

şeklindedir. Göreceli koşullu entropi negatif değildir ve ifadesi;

$$D(A|B \| A'|B') = D(A, B \| A', B') - D(B \| B') \quad (2.47)$$

şeklindedir. Göreceli entropi için zincir kuralı;

$$D(A, B \| A', B') = D(A|B \| A'|B') + D(B \| B') \quad (2.48)$$

şeklindedir [27].

2.1.23. Relative Relative Entropy (Göreceli Göreceli Entropi)

Göreceli göreceli entropi;

$$D((A\|B) \parallel (C\|D)) = \sum_x P(A_x) \ln \frac{P(A_x) P(C_x)}{P(B_x) P(D_x)} \quad (2.49)$$

şeklindedir.

Göreceli işlem, göreceli entropisi kendisine uygulanabilir ve yinelemeli olarak tanımlanan göreceli entropiye yol açar. Örnek olarak, karşılıklı bilginin göreceli bir entropi olarak ifade edilebilmesi gibi [27].

$$D(A: B \parallel A': B') = D((A, B \parallel A', B') \parallel (A', B' \parallel \hat{A}', \hat{B}')) \quad (2.50)$$

2.1.24. Jeffreys Entropi

Jeffreys entropisi simetrik göreceli bir entropidir. Jeffreys entropisinin ifadesi aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned} \text{Jeffreys}(A; B) &= \frac{1}{2} D(A\|B) + \frac{1}{2} D(B\|A) \\ &= \frac{1}{2} \sum_x P(A_x) \ln \frac{P(A_x)}{P(B_x)} + \frac{1}{2} \sum_x P(B_x) \ln \frac{P(B_x)}{P(A_x)} \\ &= \frac{1}{2} \sum_x (P(A_x) - P(B_x)) \ln \frac{P(A_x)}{P(B_x)} \end{aligned} \quad (2.51)$$

Bu ölçü simetriktir ve negatif değildir ancak üçgen eşitsizliğine uymadığı için bir ölçü değildir. Jeffreys entropisi simetriktir ve f -diverjansı;

$C_f(A; B)$ ile $f(t) = \frac{1}{2}(t-1)\ln t$ şeklindedir. Jeffreys diverjansının burada kullanılan tanımın iki katı olan $D(A\|B) + D(B\|A)$ şekilde tanımlanmasıdır [27].

2.1.25. Jensen-Shannon Ayrışması

İki dağılım ve dağılım ortalaması arasındaki ortalama bağlı entropidir.

$$\begin{aligned} JS(A; B) &= \frac{1}{2} \sum_x P(A_x) \ln \frac{P(A_x)}{\frac{1}{2}(P(A_x)+P(B_x))} + \frac{1}{2} \sum_x P(B_x) \ln \frac{P(B_x)}{\frac{1}{2}(P(A_x)+P(B_x))} \\ &= \frac{1}{2} D(A\|M) + \frac{1}{2} D(B\|M) \\ &= S(M) - \frac{1}{2} P(A_x) - \frac{1}{2} P(B_x) \end{aligned} \quad (2.52)$$

olmak üzere,

$$P(M_x) = \frac{1}{2} P(A_x) + \frac{1}{2} P(B_x) \quad (2.53)$$

şeklindedir. Sıfırda iki dağılım aynı ve bu nedenle ayırt edilemiyorsa sıfıra eşittir ayrıca iki dağılım üst üste gelmezse ve bu nedenle tek bir dağılımdan ayırt edilirse 1 bit değerine ulaşır. Jeffreys ve Jensen-Shannon entropileri ilişkilidir ve;

$$0 \leq JS(A; B) \leq \frac{1}{2} Jeffreys(A; B) \quad (2.54)$$

eşitsizliği elde edilir [27].

2.1.26. Genel Jensen-Shannon Sapması

Çarpık Jensen-Shannon sapması olarak da bilinir. Genel Jensen-Shannon sapması;

$$JS_{\alpha}(A; B) = (1-\alpha)D(A\|M) + \alpha D(B\|M) \quad (2.55)$$

$$P(M) = (1-\alpha)P(A) + \alpha P(B) \quad (2.56)$$

şeklindedir. Ayrıca;

$$\begin{aligned} JS_0(A; B) &= D(A\|M) \\ JS_{\frac{1}{2}}(A; B) &= JS(A; B) \end{aligned} \quad (2.57)$$

$$JS_1(A; B) = D(B\|A)$$

eşitsizlikleri mevcuttur [27].

2.1.27. Jensen-Shannon Entropisi

$$JS_{\Theta}(A^1, A^2, \dots, A^n) = \sum_{\alpha=1, n} P(\Theta_{\alpha}) D(A^{\alpha} \| M) \quad (2.58)$$

$$P(M_x) = \sum_{\alpha} P(\Theta_{\alpha}) P(A_x^{\alpha}) \quad (2.59)$$

olmak üzere; karışık bir dağılımın entropisi, bileşenlerin ortalama entropisi ile Jensen-Shannon entropisinin toplamıdır. İfadesi;

$$S(M) = JS_{\Theta}(A^1; A^2; \dots; A^n) + \sum_{\alpha} P(\Theta_{\alpha}) S(A^{\alpha}) \quad (2.60)$$

şeklindedir. Çok değişkenli Jensen-Shannon entropisi, karıştırma topluluğu Θ ve karışık topluluk M arasındaki karşılıklı bilgidir. Jensen-Shannon entropisi;

$$I(\Theta; M) = \sum_{\alpha, x} P(\Theta_{\alpha}, M_x) \ln \frac{P(\Theta_{\alpha}, M_x)}{P(\Theta_{\alpha}) P(M_x)} \quad (2.61)$$

$$\begin{aligned} I(\Theta; M) &= - \sum_x P(M_x) \ln P(M_x) + \sum_{\alpha, x} P(\Theta_{\alpha}) P(M_x | \Theta_{\alpha}) \ln P(M_x | \Theta_{\alpha}) \\ &= S(M) - \sum_{\alpha} P(\Theta_{\alpha}) S(A^{\alpha}) \\ &= JS_{\Theta}(A^1; A^2; \dots; A^n) \end{aligned} \quad (2.62)$$

şeklindedir [27].

2.1.28. Resistor-Average Entropy (Direnç-Ortalama Entropi)

İleri ve tersine çevrilmiş bağıl entropilerin harmonik ortalamasıdır. Ve ifadesi;

$$ResAvg(A; B) = \frac{1}{\frac{1}{D(A \| B)} + \frac{1}{D(B \| A)}} \quad (2.63)$$

şeklindedir [27].

2.1.29. Renyi Bilgileri

Renyi bilgisi, Shannon entropisinin tek parametrelili bir genellemesidir. Renyi bilgisinin ifadesi;

$$Renyi_{\alpha}(A) = \frac{1}{1-\alpha} \ln \sum_x P(A_x)^{\alpha} \quad (2.64)$$

şeklindedir. Renyi bilgilerinin özel durumları $\alpha=0$ için Hartley entropisi $\alpha=2$ için Collision entropy (Çarpışma entropisi), $\alpha=1$ için Shannon entropisi ve $\alpha=\infty$ için Min. Entropi şekillerini içerir [27].

2.1.30. Specific Entropy (Spesifik Entropi)

Bir olasılığın negatif logaritmasıdır. Spesifik entropi;

$$s(A_x) = -\ln P(A_x) \quad (2.65)$$

şeklindedir. Spesifik entropinin beklentisi, topluluğun ortalama noktasal entropisi olan Shannon entropisidir ve;

$$S(A) = E[s(A)] = \sum_x P(A_x) s(A_x) \quad (2.66)$$

beklenti operatörü E olmak üzere;

$$E[f(A)] = \sum_{\alpha} P(A_{\alpha}) f(A_{\alpha}) \quad (2.67)$$

şeklindedir [27].

2.1.31. Collision Entropy (Çarpışma Entropisi)

Renyi bilgisinin özel bir halidir ve negatif olan (2.64) eşitsizliği dağılımdan iki bağımsız örneğin aynı olmasıdır ve Çarpışma entropisi;

$$CollisionEntropy(A) = -\ln \sum_x P(A_x)^2 = Renyi_2(A) \quad (2.68)$$

şeklindedir. İkinci dereceden Renyi entropisidir [27].

2.1.32. Min-Entropi (MinEn)

Min-entropisi;

$$MinEntropy(A) = -\ln \max_x P(A_x) \quad (2.69)$$

şeklindedir [27].

2.1.33. Hartley Entropi

Sayının farklı olasılıkların logaritmasıdır ve Hartley entropisi;

$$Hartley(A) = \ln |\Omega_A| \quad (2.70)$$

şeklindedir [27].

2.1.34. Shannon Bilgileri

Tek bir rastgele değişkenin doğal belirsizliği veya rastgeleliğinin bir ölçüsü olmak üzere;

$$S(A) = -\sum_{\alpha} P(A_{\alpha}) \ln P(A_{\alpha}) \quad (2.71)$$

şeklindedir. Entropi, zaman zaman kendi kendine bilgi olarak adlandırılır çünkü entropi bir dağılım ile kendisi arasındaki karşılıklı bilgiye eşittir, $S(A) = I(A: A)$ [27].

2.1.35. Tsallis Bilgileri

Tsallis bilgisinin ifadesi;

$$\begin{aligned} Tsallis_{\alpha}(A) &= \frac{1}{\alpha-1} (1 - \sum_x P(A_x)^{\alpha}) \\ &= \frac{1}{\alpha-1} [e^{(\alpha-1)Renyi_{\alpha}(A)} - 1] \end{aligned} \quad (2.72)$$

şeklindedir [27].

2.1.36. Sharma-Mittal Bilgileri

Sharma-Mittal bilgisi;

$$SharmaMittal_{\alpha,\beta}(A) = \frac{1}{\beta-1} (1 - \sum_x P(A_x)^{\alpha})^{\frac{1-\beta}{1-\alpha}} \quad (2.73)$$

şeklindedir. Uygun sınırların alındığı varsayıldığında, Sharma-Mittal bilgileri Shannon, Renyi ve Tsallis bilgilerinin özel durumları olarak;

$$SharmaMittal_{1,1}(A) = S(A)$$

$$SharmaMittal_{\alpha,1}(A) = Renyi_{\alpha}(A) \quad (2.74)$$

$$SharmaMittal_{\alpha,\alpha}(A) = Tsallis_{\alpha}(A)$$

şeklindedir [17].

2.1.37. Approximate Entropy (Yaklaşık Entropi) (ApEn)

Nispeten yakın zamanda, seri düzensizliği ölçmek için matematiksel bir yaklaşım ve formül olan Yaklaşık entropi (ApEn) tanıtıldı, hem uygulama ihtiyaçları (Pincus, 1991) [13] hem de matematikteki temel sorularla (Pincus ve Singer, 1996; Pincus ve Kalman, 1997) [13] motive edilmiştir.

ApEn, tamamen sıralı ile maksimum düzensiz (tamamen rastgele) arasında değişen bir sürekliliği derecelendirir. ApEn matematikte kapsamlı bir şekilde geliştirilmiş olmasına rağmen, çoğu ApEn uygulaması doğa bilimleri, özellikle biyolojik bilimler dahilindedir. Ayrıca ApEn, yalnızca sıralı verilerin belirli bir (örneğin, "rastgele") işleme tutarlı olup olmadığını değerlendirmek için değil, aynı zamanda oldukça düzensiz dizilerin ince tonlarını derecelendirmek ve aralarında ayırım yapmak için de yararlıdır. Matematiksel olarak ApEn, Markow zincirlerini bir sürece yaklaştırmamanın genel bir gelişiminin parçasıdır (Pincus, 1992) [13].

Pozitif bir N tamsayısı ve $m \leq N$ negatif olmayan bir tamsayı m , pozitif bir gerçekte sayı r ve bir gerçekte sayı dizisi $u := (u(1), u(2), \dots, u(N))$ şeklinde tanımlansın. $x(i) = (u(i), u(i+1), \dots, u(i+m-1))$ ve $x(j) = (u(j), u(j+1), \dots, u(j+m-1))$ olmak üzere aradaki uzaklık;

$$d(x(i), x(j)) = \max_{k=1,2,\dots,m} (|u(i+k-1) - u(j+k-1)|) \quad (2.75)$$

şeklindedir. $C_i^m(r) = (j \leq N - M + 1)$ sayısı öyle ki $d(x(i), x(j)) \leq r$ / $(N - m + 1)$ olmak üzere:

$$\Phi^m(r) = \frac{1}{N-m+1} \sum_{i=1}^{N-m+1} \log C_i^m(r) \quad (2.76)$$

$$ApEn(m, r, N)(u) = \Phi^m(r) - \Phi^{m+1}(r), m \geq 1 \quad (2.77)$$

$$ApEn(0, r, N)(u) = -\Phi^1(r) \quad (2.78)$$

$ApEn(m, r)$ bir parametreler ailesidir [13].

2.1.38. Maksimum Entropi Dağılımı (MaxEn)

X rastlantı değişkeninin K farklı değerinin p_k olasılıklarıyla dağıldığı bir olay olsun. X rastlantı değişkeni hangi p_k değeri için K farklı değeri alır? p_k olasılıkları negatif olmamalı ve toplamı 1 olmalıdır. Bu bilgi, entropi fonksiyonun olasılık kısıtı olarak bilinir. Birincisi entropi fonksiyonunu maksimum yapan p_k olasılık değerlerinden negatif olmayanı aranırken ikincisi ise toplamlarının 1 olma şartı aranıyor. Bu bilgilerle analitik çözümü en iyi şekilde Lagrange fonksiyonu ifade eder. $H(p)$ entropi ve p_k olasılık vektörü olmak üzere;

$H_{(p)} = -\sum_{k=1}^K p_k \log p_k$ entropi fonksiyonu ve $\sum_{k=1}^K p_k = 1$ ve $p_k \geq 0$ denklemindeki olasılık kısıtları için;

$$L = -\sum_{k=1}^K p_k \log p_k + \lambda(1 - \sum_{k=1}^K p_k) \quad (2.79)$$

en uygun hale getirmek için Lagrange fonksiyonu ile yazılmaktadır (Jaynes 1957a, 1957b) [7]. Lagrange fonksiyonunun birinci dereceden kısmi türevleri alınıp sıfıra eşitlenirse analitik bir çözüm bulunmuş olur;

$$\frac{\partial L}{\partial p_k} = -1 - \log \hat{p}_k - \lambda = 0 \quad (2.80)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = 1 - \sum_{k=1}^K \hat{p}_k = 0 \quad (2.81)$$

(2.77) denkleminden;

$$\log p_k = -1 - \lambda \quad (2.82)$$

$$\hat{p}_k = e^{-1-\lambda} \quad (2.83)$$

elde edilmektedir. Bu sonuç (2.78) denkleminde yerine konulduğunda

$$1 - \sum_{k=1}^K e^{-1-\lambda} = 0$$

$$1 - K e^{-1-\lambda} = 0 \quad (2.84)$$

$$\hat{p}_k = \frac{1}{K}$$

maksimum entropi olasılığı elde edilmiş olur. K tane bilinmeyen olasılık, toplamı 1 olmak şartıyla maksimum entropi ile tahmin edilir (Jaynes, 1957a, 1957b) [7].

2.1.39. Normalized Entropy (Normalleştirilmiş Entropi)

Lagrange çarpanlarının, belirsizliğini azaltmak ve katsayılar arasında kıyaslama yapabilmek için normalleştirilmiş entropi (Normalized entropy) kavramı kullanılmaktadır (Golan, Judge, Miller, 1996: 26) [7]. Normalleştirilmiş entropi $S(p)$ ile gösterilmektedir.

$$S(p) = \frac{\sum_{k=1}^K p_k \log p_k}{\log K} \quad (2.85)$$

şeklinde hesaplanır [7].

2.1.40. Entropi ve Bilgi Arasındaki İlişki

Bilgi, bir sistemdeki rastlantısallığı ölçen entropiyi model alır. Bu nedenle bilgi ve entropi iç içe geçmiş kavramlar olarak düşünülebilir. Belirsizlik olduğu varsayılan evet veya hayır sorusuna cevap verirken, cevaplar için belirsizlik vardır. İşte soru bir bilgi değeri taşır. Cevap doğru biliniyorsa soruyu sormak gereksiz olacaktır.

Bilginin artması belirsizliği azaltarak entropinin azalmasına neden olur. Böylece maksimum bilgi ile minimum belirsizlik elde edilir. Rastgele değişken X ve Y arasındaki ilişkiyi açıklayan koşullu entropi;

$$I(X; Y) = \log(P(X|Y)) + I(X) = H(X) - H(X|Y) \quad (2.86)$$

$$H(X, Y) = H(X) + H(Y|X) = H(Y) + H(X|Y) \quad (2.87)$$

şeklindedir (Cover & Thomas, 2006) [11].

2.2. Artık Entropi Ve Geçmiş Entropi

Bir bilginin işlevi bilginin miktarı entropinin ortalama bilgi miktarıdır. $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ örnek uzayları Ω , olasılıklarda sırasıyla $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n$ olsun. Entropinin ifadesi;

$$H(\pi_i) = -E(\log(\pi_i)) \quad (2.88)$$

ve

$$H(\pi_i) = -\sum_{i=1}^n \pi_i \log(\pi_i) \quad (\text{Ayrık olasılık dağılımı}) \quad (2.89)$$

$$H(X) = -\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \ln(f(x)) dx \quad (\text{Sürekli olasılık dağılımı}) \quad (2.90)$$

şeklindedir [14].

2.2.1. Artık Entropi

Entropinin termodinamik ve istatistiksel yorumları vardır. İstatistiksel entropinin yorumunda daha yüksek bir verinin entropisi verilerde yüksek rastgeleliğin olduğunu gösterir.

Artık entropi kavramı çok eski bir kavram olmakla birlikte son 20 yıldan beri araştırmacılar artık entropi üzerinde çalışmalarına hız vermişlerdir. İlk kez artık entropiyi Ebrahimi (1996) bulmuştur [14]. Şimdiki çağda herhangi bir bileşenin belirsizliği sistem hakkındaki bilgilerle ölçülür. Bu senaryoda Shannon (1948) entropisi tercih edilmez [14]. Ebrahimi (1996) mevcut çağ bilgisi durumlarını inceledi ve yeni bir entropi üretti [14]. Sistemin hayatta kalma işlevi bu entropiye bağlıdır. Literatürde bu entropi artık entropi olarak bilinir. Artık entropi tanımı aşağıda verilmiştir.

$$H(F, t) = - \int_t^{\infty} \frac{f(x)}{1-F(t)} \ln \left(\frac{f(x)}{1-F(t)} \right) dx \quad (2.91)$$

$f(x)$ ve $F(t)$ sırasıyla yoğunluk ve dağılım fonksiyonlarıdır. Artık entropideki "t" değerinin 0 olması halinde Shannon entropisi elde edilir. Çoğu zaman araştırmalarda ki belirsizlik gelecekte çok geçmişle ilgilidir.

Diyelim ki belirli bir sistem için belirli bir zaman periyodu 't' olmak üzere o dönemdeki belirsizlik ölçülecektir. Bu durumda artık entropi ve Shannon entropisi yerine geçmiş entropi tercih edilir. Crescenzo&Longobardi (2002), artık entropi ve geçmiş kavramı üzerine entropi çalışmaları yapmışlardır [14].

$$\bar{H}(F, t) = - \int_0^t \frac{f(x)}{F(t)} \ln \left(\frac{f(x)}{F(t)} \right) dx \quad (2.92)$$

Buradaki 't' belirtilen gözlem periyodudur.

Rao et al. (2004), artık entropide yeni bir kavram bulmuştur. Olasılık yoğunluk fonksiyonu yerine birikimli artık entropiyi kullanmışlardır [14]. Crescenzo&Longobardi (2002, 2004 and 2009), Ebrahimi'nin bulduğu artık entropinin yeni uygulamalarını keşfettiler [14]. Sunoj&Lino (2010, 2017), Sunoj et al. (2018), Sati&Gupta (2015), Thapliyal&Taneja (2015), Thapliyal et al. (2013), artık entropi, Renyi entropi, Tsallis entropi ve birikimli artık entropi üzerine çalışmalarını sürdürmüşlerdir [14]. Ramdan (2018), artık ve geçmiş entropiler üzerine detaylı çalışmalar yapmıştır ve farklı

özelliklerini ortaya koymuştur. Literatürde mevcut olan artık ve geçmiş entropiler aşağıdaki gibidir [14]:

2.2.1.1. Rao et al. (2004) Entropi

Rao et al. (2004) birikimli artık entropiyi;

$$\varepsilon(X) = - \int_0^{\infty} \bar{F}(x) \ln \bar{F}(x) dx \quad (2.93)$$

şeklinde tanımlamıştır [14].

2.2.1.2. Renyi (2004) Residual Entropi

Renyi (1961) entropisinin genelleştirilmiş artık entropisi;

$$H_{\alpha}(X) = \frac{1}{1-\alpha} \ln \int_t^{\infty} \left\{ \frac{f(x)}{1-F(t)} \right\}^{\alpha} dx ; \alpha > 0 \text{ ve } \alpha \neq 1 \quad (2.94)$$

şeklindedir [14].

2.2.1.3. Crescenze (2009) Past Entropi

Crescenze geçmiş kavramını tanıttı ve (2.92) nolu denklemdeki geçmiş entropiyi çalışmalarıyla daha da genişleterek ve değiştirerek;

$$\wp(F, t) = - \int_0^t \frac{F(x)}{F(t)} \ln \left(\frac{F(x)}{F(t)} \right) dx \quad (2.95)$$

şeklindedir [14].

2.2.1.4. Sunoj&Lino (2010) Residual Entropi

Sunoj&Lino artık entropisi;

$$H_{\beta}(X) = \frac{1}{1-\beta} \ln \int_0^{\infty} (1 - F(x))^{\beta} dx ; \beta > 0 \text{ ve } \beta \neq 1 \quad (2.96)$$

şeklindedir [14].

2.2.2. Genelleştirilmiş Entropi Önlemleri

Araştırmacılar literatürde yer alan Shannon entropisine ek bir parametre ekleyerek Shannon entropisini genelleştirdiler. Renyi (1961) genelleştirilmiş entropisinde belirsizlik ve rastgelelik çalışmaları yapılmış ve tanıtılmıştır [14]. Genelleştirilmiş entropide rastgelelik derecesine değinilmiştir. Entropilerinde ' α ' sabiti kullanılmıştır. Entropinin olumlu sonuç verdiği koşullarda ' α ' sabiti vardır aksi durumda entropi negatiftir ve yorumu yoktur yani anlamsızdır.

Varma (1966) genelleştirilmiş entropi ve başka bir genellemeden türetilmiş α ve β olmak üzere iki farklı sabit tanıtılmıştır [14]. Entropideki sabit α 'ya farklı kısıtlamalar getirilmiş ve β sabiti entropinin daha iyi sonuç üretmesini sağlamıştır. Genelleştirilmiş entropide α ve β yaklaşık olarak aynı değere sahiptir. Kapur (1967), Varma'nın genellemesinin genelleştirilmiş formudur [14].

Havrda&Charvat (1967), yapısal α entropi kavramını tanıtmıştır. Renyi entropisi, Shannon entropisinin farklılaşan genellemesidir [14]. Havrda&Charvat's entropisi nicelliği bir sınıflandırma ölçüsü olarak kullanmış ve tanıtmıştır. Renyi'nin genellemesi ve Havrda&Charvat genellemesi α bir olduğunda yakınsamamıştır. Arimoto(1971) yapısal α -entropi kavramını geliştirip ve daha genelleştirilmiş biçimini türetmiştir [14]. Sharma&Mittal (1977) ve Boekke&Lubbe (1980), yapısal α -entropi ve daha fazla üretilen Arimoto'nun genellemesinin genelleştirilmiş formudur [14]. Sharma&Taneja (1975), genelleştirilmiş entropi üzerine çalışmalar yapmışlardır [14]. Entropide belirsizlik ölçüsü α ve β sabitleri olmak üzere çalışmalar mevcuttur. Awad vd. (1987), Shannon (1948), Renyi (1961) ve Havrda ve Charvat (1967) entropileri ve $\sup f(x)$ fonksiyonu da entropilerinde mevcuttur [14].

2.2.2.1. α Mertebeli Entropiler

2.2.2.1.1. Renyi (1961) Entropisi

Renyi, Shannon entropisinin α -mertebeli entropi olarak adlandırılan α parametresi;

$$H_{\alpha}(X) = \frac{1}{1-\alpha} \ln\{E(f^{\alpha-1})\}; \quad \alpha > 0 \text{ ve } \alpha \neq 1 \quad (2.97)$$

şeklindedir [14].

2.2.2.1.2. Havrda&Charvat (1967) Entropisi

Havrda & Charvat α parametresiyle genelleştirilmiş entropisi;

$$H_{\alpha}(X) = \frac{1}{2^{1-\alpha}-1} \{E(f^{\alpha-1}) - 1\}; \alpha > 0 \text{ ve } \alpha \neq 1 \quad (2.98)$$

şeklindedir [14].

2.2.2.1.3. Arimoto (1971) Entropisi

Arimoto çalışmalarını ilerleterek, Havrda & Charvat entropisinin daha ileri genellemesi;

$$A_{\alpha}(X) = \frac{1}{2^{1-\alpha}-1} \{(E(f^{\frac{1}{\alpha-1}}))^{\alpha} - 1\}; \alpha > 0 \text{ ve } \alpha \neq 1 \quad (2.99)$$

şeklindedir [14].

2.2.2.1.4. Sharma&Mittal (1977) Entropisi

Sharma ve Mittal, Shannon'ın entropisinin genelleştirilmesi ve toplama parametresi;

$$H_{\alpha}(X) = \frac{1}{2^{1-\alpha}-1} (e^{(\alpha-1)E(\ln f)} - 1); \alpha > 0 \text{ ve } \alpha \neq 1 \quad (2.100)$$

şeklindedir [14].

2.2.2.1.5. Boekee&Lubbe (1980) Entropisi

Shannon entropisinin başka bir genellemesi;

$$H_{\alpha}(X) = \frac{\alpha}{\alpha-1} \{1 - (E(f^{\alpha-1}))^{\frac{1}{\alpha}}\}; \alpha > 0 \text{ ve } \alpha \neq 1 \quad (2.101)$$

şeklindedir [14].

2.2.2.1.6. Awad et al. (1987) Entropileri

Supermum kavramını ortaya atarak Renyi, Shannon ve Havrda&Charvat entropilerini daha da genişleterek aşağıda ifadesi verilmiştir.

$$A_{w1}(X) = -E(\ln(\frac{f}{\delta})) \quad (2.102)$$

$\delta, 'f'$ nin en üst düzeyidir.

$$A_{w2}(X) = \frac{1}{1-\alpha} \ln \left(E \left(\frac{f^{\alpha-1}}{\delta^{\alpha-1}} \right) \right); \alpha > 0 \text{ ve } \alpha \neq 1 \quad (2.103)$$

$$A_{w2}(X) = \frac{1}{2^{1-\alpha}-1} \left(E \left(\frac{f^{\alpha-1}}{\delta^{\alpha-1}} \right) - 1 \right); \alpha > 0 \text{ ve } \alpha \neq 1 \quad (2.104)$$

şeklindedir [14].

2.2.2.1.7. Tsallis (1988) Entropisi

Tsallis, Shannon entropisinin başka bir genellemesidir. Tsallis entropisi;

$$H_{\alpha}(X) = \frac{1}{\alpha-1} \{1 - E(f^{\alpha-1})\}; \alpha > 0 \text{ ve } \alpha \neq 1 \quad (2.105)$$

şeklindedir [14].

2.2.2.2. α, β Mertebeli Entropiler

2.2.2.2.1. Varma (1966) Entropisi

Varma, α ve β olmak üzere iki parametreye bağlı geliştirilmiş entropisi;

$$H_{\alpha}^{\beta}(X) = \frac{1}{\beta-\alpha} \ln \{E(f^{\alpha+\beta-2})\}; \alpha, \beta > 0 \text{ ve } \alpha \neq \beta \quad (2.106)$$

şeklindedir [14].

2.2.2.2.2. Kapur (1967) Entropisi

Entropide iki ortalamanın oranını kullandı. α ve β bağlı iki parametrelili geliştirilmiş entropisi;

$$H_{\alpha}^{\beta}(X) = \frac{1}{1-\alpha} \ln \left\{ \frac{E(f^{\alpha+\beta-2})}{E(f^{\beta-1})} \right\}; \alpha > 0 \text{ ve } \alpha \neq 1 \quad (2.107)$$

şeklindedir [14].

2.2.2.2.3. Sharma&Taneja (1975) Entropisi

Entropide iki ortalamanın çıkarılması mevcuttur. α ve β bağılı iki parametrelili genelleştirilmiş entropisi;

$$H_{\alpha}^{\beta}(X) = \frac{1}{2^{1-\beta}-2^{1-\alpha}} \{E(f^{\beta-1}) - E(f^{\alpha-1})\}; \alpha, \beta > 0 \text{ ve } \alpha, \beta \neq 1 \quad (2.108)$$

şeklindedir [14].

2.3. Tsallis Kümülatif Artık Entropi

Rastgele değişken X olmak üzere olasılık yoğunluk fonksiyonu $f(x)$, çalışma fonksiyonu $\bar{F}(x) = P(X > x)$ ile sürekli, negatif olmayan rastgele değişkendir. Rastgele değişken X ile Shannon diferansiyel entropisinin ilişkili ortalama belirsizlik miktarı;

$$H(X) = - \int_0^{\infty} f(x) \log f(x) dx \quad (2.109)$$

şeklindedir. Literatürde bazı araştırmacılar (2.109) eşitsizliğini farklı şekillerde genelleştirmişlerdir. Havrda ve Charvat entropisi (1967), Shannon entropisini n toplamsal olmayan bir genellemesidir [15].

$$H_{\alpha}(X) = \frac{1}{1-\alpha} [\int_0^{\infty} f^{\alpha}(x) dx - 1], \quad \alpha > 0, \alpha \neq 1 \quad (2.110)$$

$\alpha \rightarrow 1$ iken (2.110) eşitsizliğindeki Shannon entropisi (2.109) eşitsizliğindeki eğilimi gösterir. Entropi ölçüsü (2.110), ilk olarak Havrda ve Charvat tarafından teori olarak tanıtılmış olsa da, kapsamlı olmayan özelliklerini kullanan ve onu fiziksel bir ortama yerleştiren Tsallis'tir. Bu nedenle (2.110), Tsallis entropisi olarak da bilinir. Tsallis entropisi, toplamsallık özelliği dışında Shannon entropisinin birçok özelliğini korur. Toplamsallık olmayan özelliği karşılar.

$$H * Y = H(X) + H(Y) + (1 - \alpha)H(X)H(Y) \quad (2.111)$$

2000 yılından itibaren, bu eklemeli olmayan entropiden türetilen tahminleri ve sonuçları doğrulayan geniş bir doğal, yapay ve sosyal karmaşık sistemler yelpazesi tanımlanmıştır. Kapsamlı veya kapsamlı olmayan istatistikler mekanikler, karşılık gelen entropi ölçümlerinin toplamsallığıdır.

Sistemin t zamanında çalışırken kalan ömrü $X_t = (X - t | X > t)$ olmak üzere Ebrahimi (1996) artık ömür süresi X_t 'nin entropisi aşağıdaki gibidir [15].

$$H(X; t) = - \int_t^\infty \frac{f(x)}{\bar{F}(t)} \log \frac{f(x)}{\bar{F}(t)} dx, t > 0 \quad (2.112)$$

Tsallis artık entropisi;

$$H_\alpha(X; t) = \frac{1}{1-\alpha} \left[\int_t^\infty \frac{f^\alpha(x)}{\bar{F}^\alpha(t)} dx - 1 \right]; \alpha > 0, \alpha \neq 1 \quad (2.113)$$

şeklindedir. Nanda ve Paul (2006a), Kumar ve Taneja (2011) ayrıntılı şekilde açıklamışlardır [15]. Kümülatif artık entropi (CRE) kavramı Rao ve diğer araştırmacılar (2004) tarafından aşağıdaki gibi tanımlanmıştır [15].

$$\xi(X) = - \int_0^\infty \bar{F}(x) \log \bar{F}(x) dx \quad (2.114)$$

X rastgele değişkeninin Tsallis kümülatif artık entropi kavramı;

$$\xi_\alpha(X) = \frac{1}{1-\alpha} \left[\int_0^\infty \bar{F}^\alpha(x) dx - 1 \right], \quad \alpha > 0, \quad \alpha \neq 1 \quad (2.115)$$

şeklindedir [15].

2.4. İstatistikler Yöntemler

2.4.1. Jarque-Bera Testi

Verinin normal dağıtılıp dağıtılmadığını test etmek için kullanılır. Serilerin çarpıklık ve basıklıklarının normal dağılıma göre farklılıklarını ölçer. Jarque-Bera testinin matematiksel ifadesi;

$$Jarque - Bera = \frac{N}{6} \left(S^2 + \frac{(K-3)^2}{4} \right) \quad (2.116)$$

şeklindedir.

Sırasıyla S Skewnees (çarpıklık katsayısı); K kurtosis (basıklık katsayısı); μ ortalama değer; σ standart sapma olmak üzere aşağıdaki eşitlikler hesaplanmaktadır.

Ortalama değer;

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2 \quad (2.117)$$

Standart sapma değeri;

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2} \quad (2.118)$$

Dağılımının simetri bozukluğunu gösteren çarpıklık (Skewness) katsayısı;

$$S = \frac{\sum_{i=1}^N (x(i) - \mu)^3}{N\sigma^3} \quad (2.119)$$

Maksimum değerinin keskinliğini tanımlayan basıklık (kurtosis) katsayısı;

$$K = \frac{\sum_{i=1}^N (x(i) - \mu)^4}{N\sigma^4} \quad (2.120)$$

şeklinde tanımlanmaktadır [31].

2.4.2. Kök Ortalama Kare Hata (RMSE) ve Ortalama Mutlak Hata (MAE)

Kök ortalama kare hata (RMSE) ve ortalama mutlak hata (MAE) çalışmalarda düzenli olarak kullanılmaktadır. RMSE, ortalama hatanın yanıltıcısı olabilir bu nedenle MAE daha doğru bir sonuç verebilir. $(\theta_i, i = 1, 2, \dots, n)$ olarak hesaplanan ε model hatalarının n tane örneğe sahip olduğunu varsayalım. Gözlem hatalarının getirdiği belirsizlikler veya gözlemleri karşılaştırmak için kullanılan yöntem burada dikkate alınmaz. Ayrıca hata örnek setinin iki taraflı olduğunu varsayıyoruz. RMSE ve MAE veri setleri;

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \theta_i^2} \quad (2.121)$$

$$\text{MAE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\theta_i| \quad (2.122)$$

şeklindedir. RMSE, hataların tarafsız olduğunu gösterir ve normal bir dağılım izler [26].

2.4.3. Akaike Bilgi Kriteri (AIC)

AIC olabilirliğin en genel hali olarak düşünülebilir. AIC, sistemin beklenen entropisinin uygun bir kestirimidir. AIC, sistemin ortalama beklentisinin olabilirliğinin logaritmasının asimptotik ve yansız bir kestiricisi olarak düşünülebilir (Çetin, 2000).

θ , k boyutlu bilinmeyen parametreler vektörü olmak üzere, $\hat{\theta}$, θ 'nın en çok olabilirlik kestiricisi ve $L(\hat{\theta})$, k bilinmeyen parametrelilik olabilirlik fonksiyonu olmak üzere AIC;

$$\text{AIC} = -2L(\hat{\theta}) + 2k \quad (2.123)$$

şeklindedir.

$\log l$ model için $\log$ olabilirlik fonksiyonunu en büyükleyen değeridir [29].

2.4.4. Bayes Bilgi Kriteri (BIC)

Bayes bilgi kriterini Akaike bilgi kriterinden ayıran nokta örnek büyüklüğü olan n 'dir. Bayesci bir bakış açısıyla BIC, verilere göre en olası modeli bulmak için tasarlanmıştır. k bilinmeyen ve L olasılığı belirtmek üzere BIC;

$$\text{AIC} = -2\log p(L) + p\log(n) \quad (2.124)$$

şeklindedir [30].

2.4.5. Marjinal Modeller

Yaşayan bir organizma ya da cansız bir nesnenin başlangıç zamanı ile başarısızlığı arasındaki zamana yaşam süresi ya da başarısızlık süresi adı verilmektedir. Yaşam süresini yarı parametrik ya da parametrik regresyonlar modelleri ile incelenebilmektedir. Yaşam verilerinde en çok tercih edilen regresyon modeli Cox regresyon modeli olmakla birlikte orantılı hazardlar varsayımı modeline karşı duyarlıdır.

2.4.5.1. Orantılı Hazard Varsayımı

Hazard oranının zamana karşı sabit olması ya da bireylerin hazard hızlarının orantılı olmasıdır. $x^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_p^*)$ ve $x = x_1, x_2, \dots, x_p$ iki bireye ait açıklayıcı vektör olmak üzere hazard oranı;

$$\exp [\sum_{j=1}^p \hat{\beta}_j (x_j^* - x_j)] \quad (2.125)$$

şeklinde ifade edilir. Hazard oranı zamandan bağımsızdır [16].

2.4.5.2. Cox Regresyon Modeli

Yarı parametrik bir model olan Cox regresyon modeli hazardların orantılı olduğu durumlarda kullanılması uygun bir modeldir. Yaşam süresinin belirlenemediği durumlarda yarı parametrik regresyon modelleri ve parametrik modelleri (Weibull, Log-lojistik, Lognormal, Gamma) kullanılması uygundur. T , yaşam süresi olmak üzere ve x açıklayıcı vektör olmak üzere T 'nin hazard fonksiyonunun matematiksel modeli;

$$h\left(\frac{t}{x}\right) = h_0(t) \exp(\beta'x) \quad (2.126)$$

şeklinde ifade edilir. β regresyon katsayıları vektörü ve $h_0(t)$ ise $x = 0$ için bir birimin temel hazard fonksiyonudur [16].

2.4.5.3. Parametrik Modeller

Bir değişkenin olasılık yoğunluk fonksiyonu değişkeni karakterize eden matematiksel bir model olmakla birlikte bu model değişkene uyabilmek için ne kadar kolay hesaplanırsa modelinde o derece iyi olduğunu gösterir. Çalışmada ele alınan dağılımlar: Gamma, Log-Logistic, Log-Normal ve Weibull dağılımlarıdır.

Çizelge 2.1. Bazı özel dağılımlar için temel hazard fonksiyonları, olasılık yoğunluk fonksiyonları ve yaşam fonksiyonları

Dağılım	Parametre	$h_0(t)$	$f(t)$	$S(t)$
Gamma	$\alpha, \beta, \lambda > 0$	$\frac{f(t)}{S(t)}$	$\frac{\alpha \lambda^\beta t^{\alpha\beta-1} \exp(-\lambda t^\alpha)}{\Gamma(\beta)}$	$1 - I[\lambda t^\alpha, \beta]$
Log-Logistic	$\alpha, \lambda > 0$	$\frac{\alpha t^{\alpha-1} \lambda}{1 + \lambda t^\alpha}$	$\frac{\alpha t^{\alpha-1} \lambda}{[1 + \lambda t^\alpha]^2}$	$\frac{1}{1 + \lambda t^\alpha}$
Log-Normal	$\alpha > 0$	$\frac{f(t)}{S(t)}$	$\frac{\exp[-\frac{1}{2}(\frac{\ln t - \mu}{\sigma})^2]}{t(2\pi)^{\frac{1}{2}}\sigma}$	$1 - \Phi[\frac{\ln t - \mu}{\sigma}]$
Weibull	$\alpha > 0, \lambda > 0$	$\lambda \alpha t^{\alpha-1}$	$\lambda \alpha t^{\alpha-1} \exp(-\lambda t^\alpha)$	$\exp(-\lambda t)$

Bu dağılımlara temel hazard (tehlike) fonksiyonu $h_0(t)$, olasılık yoğunluk fonksiyonu $f(t)$, yaşam (hayatta kalma) fonksiyonu $S(t)$ şeklinde tanımlanmaktadır [17].

2.4.5.3.1. Gamma Dağılımı

$X \sim \text{gamma}(\alpha, \beta)$ fonksiyonu, rastgele X değişkeninin Gamma dağılımına sahip olduğunu belirtmek için kullanılır. $x > 0$ olmak üzere olasılık yoğunluk fonksiyonu;

$$f(x) = \frac{x^{\beta-1} e^{-x/\alpha}}{\alpha^\beta \Gamma(\beta)}, \quad x > 0 \quad (2.127)$$

şeklinde tanımlanır. Pozitif ölçek parametresi α ve pozitif şekil parametresi β içeren bir gamma rastgele değişkeni X olasılık yoğunluğu işlevine sahiptir. Gamma dağılımı, nesnelerin ömür zamanlarını modellemek için kullanılabilir. Gamma dağılımının üstel bir sağ kuyruğu vardır. Birden fazla parametrelili olasılık yoğunluğu fonksiyonuna sahiptir [18].

2.4.5.3.2. Log-Logistic Dağılımı

$X \sim \text{loglogistic}(\lambda, \kappa)$ fonksiyonu, rastgele X değişkeninin Log-Logistic dağılımına sahip olduğunu belirtmek için kullanılır. $x > 0$ olmak üzere olasılık yoğunluk fonksiyonu;

$$f(x) = \frac{\lambda \kappa (\lambda x)^{\kappa-1}}{(1+(\lambda x)^\kappa)^2}, \quad x > 0 \quad (2.128)$$

Şeklinde tanımlanır. Pozitif ölçek parametresi λ ve pozitif şekil parametresi κ içeren bir Loglogistic rastgele değişkeni X olasılık yoğunluğu işlevine sahiptir. Log-Logistic dağılımı, bir nesnenin ömrünü, bir organizmanın ömrünü veya hizmet süresini modellemek için kullanılabilir. Üç farklı parametrelili olasılık yoğunluğu fonksiyonuna sahiptir [18].

2.4.5.3.3. Lognormal Dağılımı

$X \sim \text{lognormal}(\alpha, \beta)$ fonksiyonu, rastgele X değişkeninin Log-Normal dağılımına sahip olduğunu belirtmek için kullanılır. $x > 0$ olmak üzere olasılık yoğunluk fonksiyonu;

$$f(x) = \frac{1}{x\beta\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(\ln(\frac{x}{\alpha})/\beta)^2}, \quad x > 0 \quad (2.129)$$

şeklinde tanımlanır. Pozitif ölçek parametresi α ve pozitif şekil parametresi β içeren bir LogNormal rasgele değişkeni X olasılık yoğunluğu işlevine sahiptir. Log-Normal dağılımı, bir nesnenin ömrünü, bir organizmanın ömrünü veya hizmet süresini modellemek için kullanılabilir. Merkezi limit teoremi, Log-Normal dağılımının birkaç bağımsız rastgele değişkenin ürünü olarak düşünülebilecek rastgele değişkenleri modellemek için yararlı olduğunu gösterir. Üç farklı parametrelili olasılık yoğunluğu fonksiyonuna sahiptir [18].

2.4.5.3.4. Weibull Dağılımı

$X \sim \text{Weibull}(\alpha, \beta)$ fonksiyonu, rastgele X değişkeninin Weibull dağılımına sahip olduğunu belirtmek için kullanılır. $x > 0$ olmak üzere olasılık yoğunluk fonksiyonu;

$$f(x) = \frac{\beta}{\alpha} x^{\beta-1} e^{-(\frac{1}{\alpha})x^\beta}, \quad x > 0 \quad (2.130)$$

şeklinde tanımlanır. Pozitif ölçek parametresi α ve pozitif şekil parametresi β içeren bir Weibull rasgele değişkeni X olasılık yoğunluğu işlevine sahiptir. Weibull dağılımı, bir nesnenin ömrünü, bir organizmanın ömrünü veya hizmet süresini modellemek için güvenilirlik ve hayatta kalma analizinde kullanılır. Birden fazla parametrelili olasılık yoğunluğu fonksiyonuna sahiptir [18].

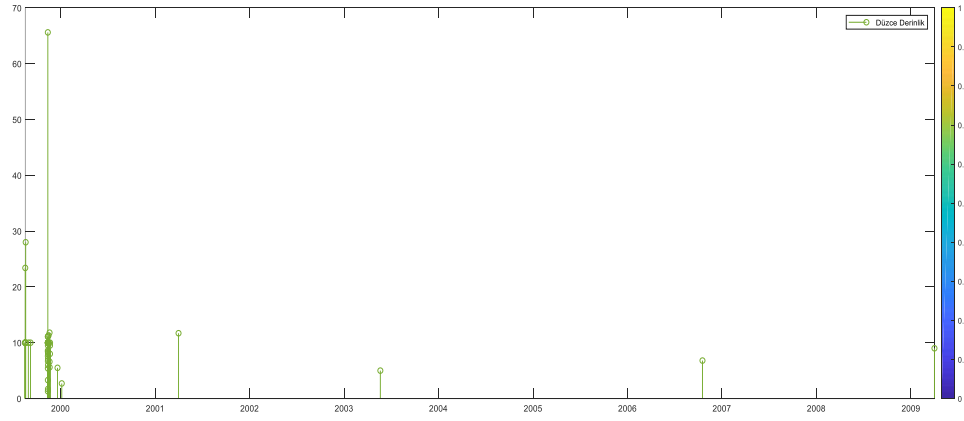
3. BULGULAR

3.1. Veri Seti (Tanımlayıcı İstatistikler)

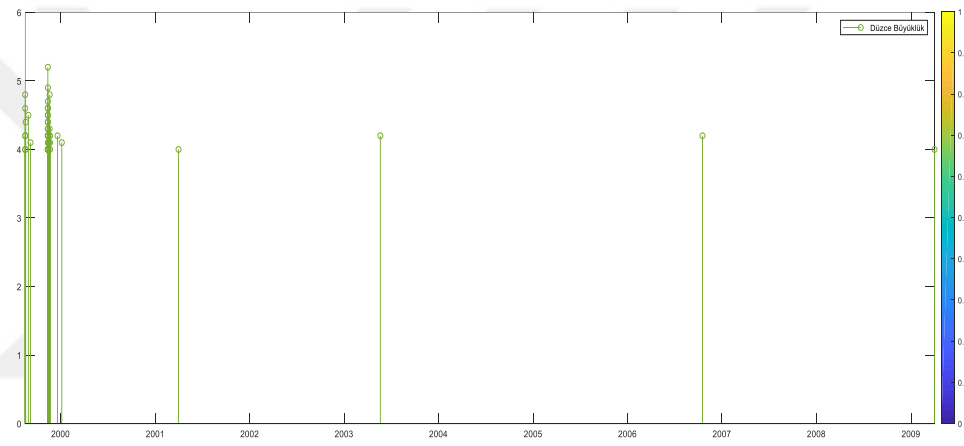
Çalışmamızda Kuzey Anadolu Fay Hattı (KAF) için seçilen Düzce, Erzincan, Erzurum, Muş ve Tokat; Doğu Anadolu Fay Hattı (DAF) için Bingöl, Elazığ, Hatay, Malatya ve Van; Batı Anadolu Fay Hattı (BAF) için Afyon, Aydın, İzmir, Manisa ve Muğla bölgelerinin 1990-2020 yılları arasındaki derinlik ve büyüklük verileri kullanıldı. Bu veri setleri için öncelikle tanımlayıcı istatistikler ve bunlara bağlı olarak yıllara göre değişim grafikleri, normal dağılımda saçılımları gösteren Quantile grafikleri verildi. KAF için Çizelge 3.1. ve Şekil 3.(1-11). grafiklerine bakılırsa, bölgelerin ortalama bakımından derinlik ve büyüklükleri arasında farklılıklar gözlenmektedir. Standart sapma için derinlikte en büyüğünün Muş, büyüklükte ise Erzincan olduğu elde edilmiştir. Çarpıklık ölçüsü tüm hepsi için pozitif olarak elde edilmiştir. Basıklık ölçüsü olarak derinlikte en büyük Düzce, büyüklükte ise Erzincan olduğu gözlemlenmektedir. Jarque-Bera testine ve Quantile grafiklerine bakıldığında hepsi normal dağılımdan uzak olduğu görülmektedir. DAF için Çizelge 3.2. ve Şekil 3.(12-22). grafiklerine bakılırsa bölgeler ortalama bakımından derinlikleri ve büyüklükleri arasında farklılık göstermektedir. Standart sapmaya bakılırsa derinlik için en yüksek Hatay, büyüklük için Malatya en büyük değere sahiptir. Çarpıklık ölçüsü her iki veri için de bütün bölgelerde pozitifdir. Basıklık ölçüsü derinlik bakımından en büyük Bingöl, büyüklük bakımından en büyük Malatya'dır. Yine Jarque-Bera test istatistiklerinde ve Quantile grafiklerinden bu veri normal dağılımdan uzak olduğu gözlemlenmiştir. BAF için Çizelge 3.3. ve Şekil 3.(23-35). grafiklerine bakılırsa bölgeler ortalama bakımından derinlik ve büyüklük arasında farklılık gözlenmektedir. standart sapmaya bakılırsa derinlik için en büyük değere Aydın sahipken büyüklük bakımından ise en büyük değere Afyon sahiptir. Çarpıklık ölçüsü her iki veri için de bütün bölgelerde pozitifdir. Basıklık ölçüsü derinlik bakımından en büyük Muğla, büyüklük bakımından en büyük Aydın'dır. Jarque-Bera test istatistiklerinde ve Quantile grafiklerine bakılırsa bu veri setinin de normal dağılımdan uzak olduğu elde edilmektedir.

Çizelge 3.1. Kuzey Anadolu fay hattı veri seti için tanımlayıcı istatistikler

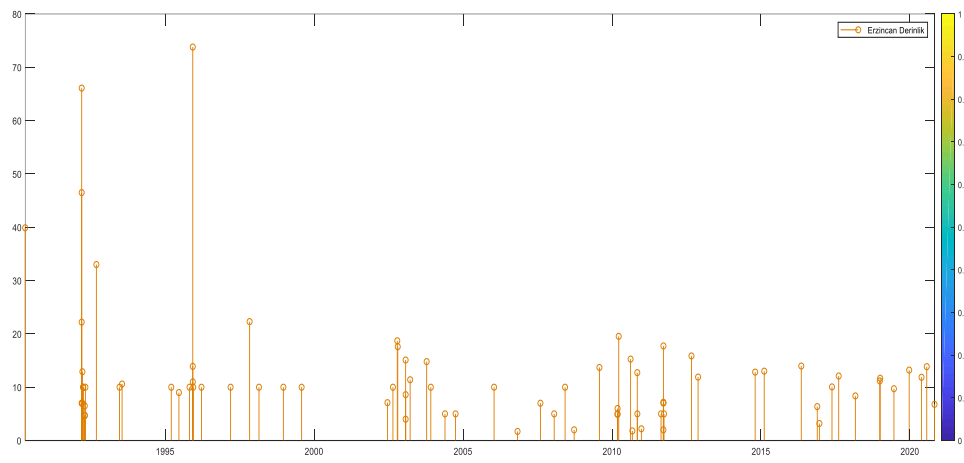
	Düzce	Erzincan	Erzurum	Muş	Tokat
Derinlik					
Mean	10.30638	12.31012	13.10902	16.90308	11.82494
Median	10.00000	10.00000	10.00000	11.40000	10.00000
Maximum	65.60000	73.80000	48.60000	59.40000	39.00000
Minimum	1.300000	1.700000	1.300000	3.000000	1.000000
Std.Dev.	9.336008	11.80107	10.69667	15.08815	7.167548
Skewness	4.695673	3.427241	1.570572	1.531213	1.171560
Kurtosis	27.76475	16.27039	4.636925	4.349900	4.353884
Jarque-Bera	1373.752	752.9189	31.88855	12.13407	25.93639
Probability	0.000000	0.000000	0.000000	0.002318	0.000002
Büyüklik					
Mean	4.272340	4.356790	4.262295	4.303846	4.276471
Median	4.200000	4.200000	4.200000	4.300000	4.100000
Maximum	5.200000	6.600000	5.600000	5.200000	5.700000
Minimum	4.000000	4.000000	4.000000	4.000000	4.000000
Std.Dev.	0.281843	0.509642	0.356447	0.291864	0.340394
Skewness	1.263384	2.433363	2.383205	1.201707	2.057432
Kurtosis	4.221660	8.902125	8.823604	4.555573	7.769774
Jarque-Bera	15.42581	197.5053	143.9423	8.879226	140.5434
Probability	0.000447	0.000000	0.000000	0.011801	0.000000



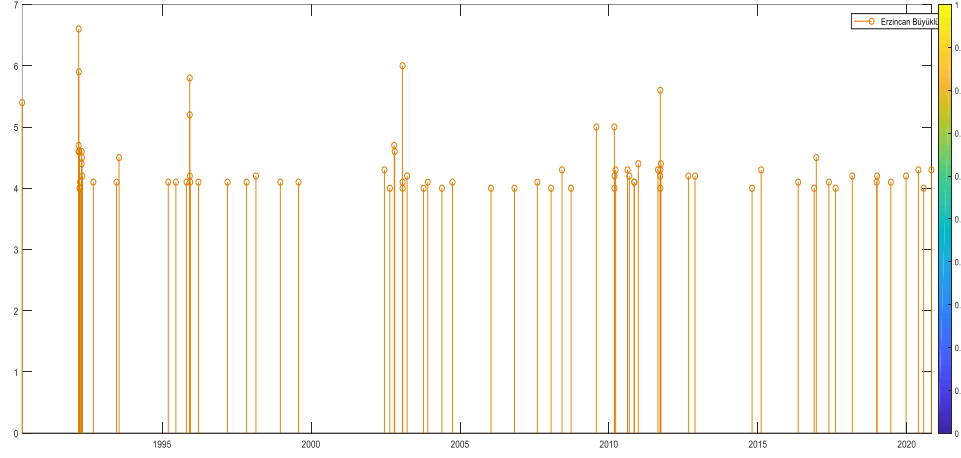
Şekil 3.1. Düzce ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği



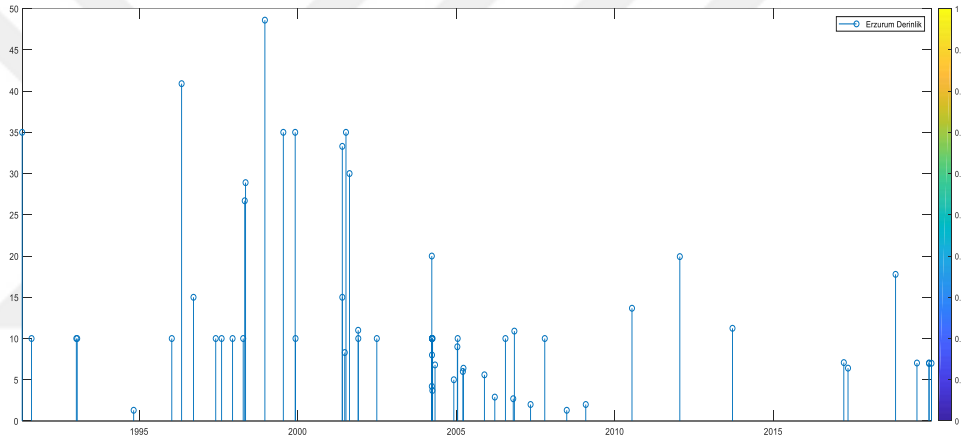
Şekil 3.2. Düzce ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği



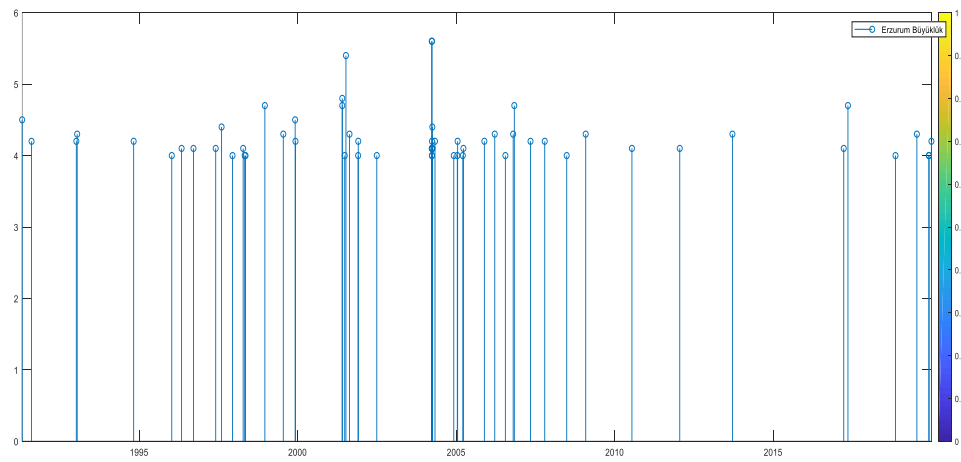
Şekil 3.3. Erzincan ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği



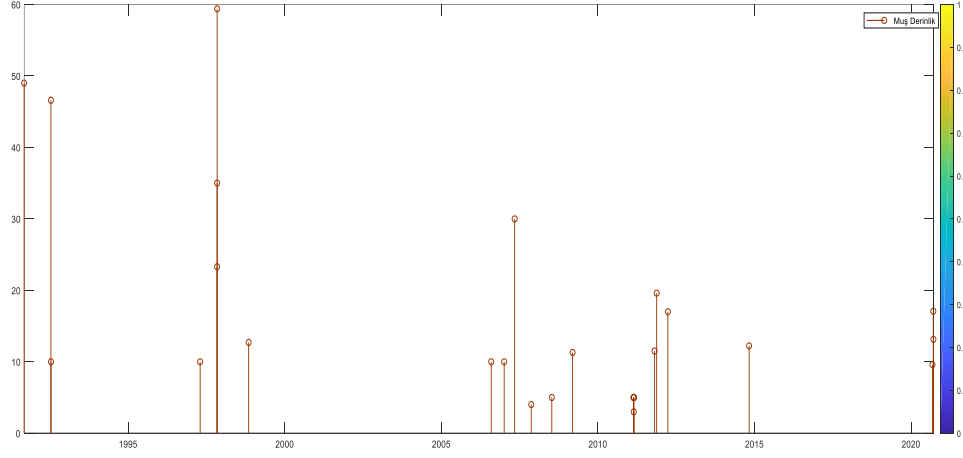
Şekil 3.4. Erzincan ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği



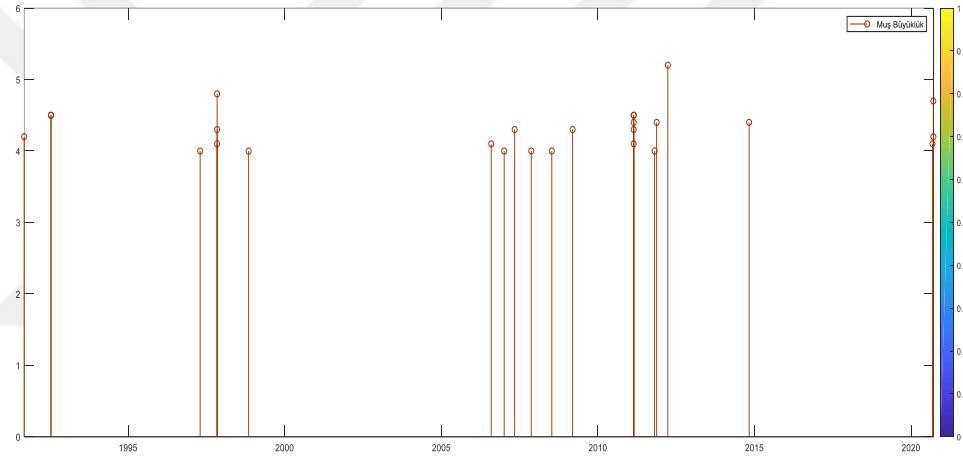
Şekil 3.5. Erzurum ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği



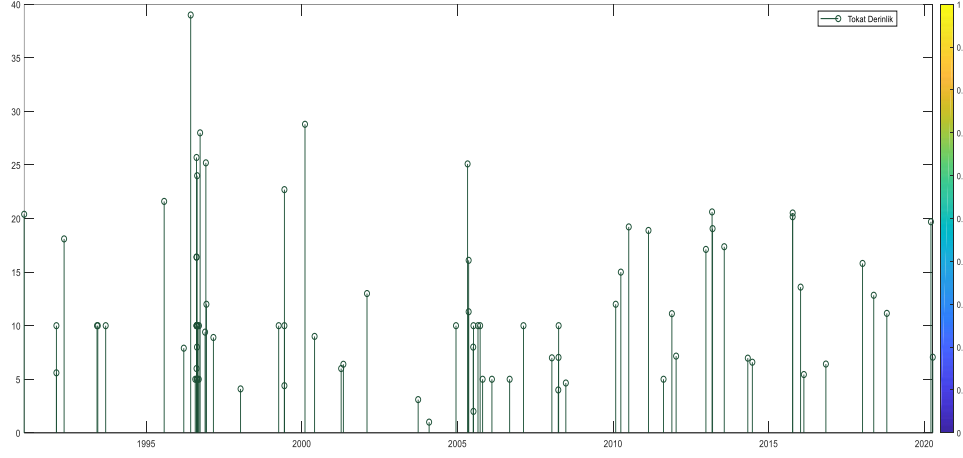
Şekil 3.6. Erzurum ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği



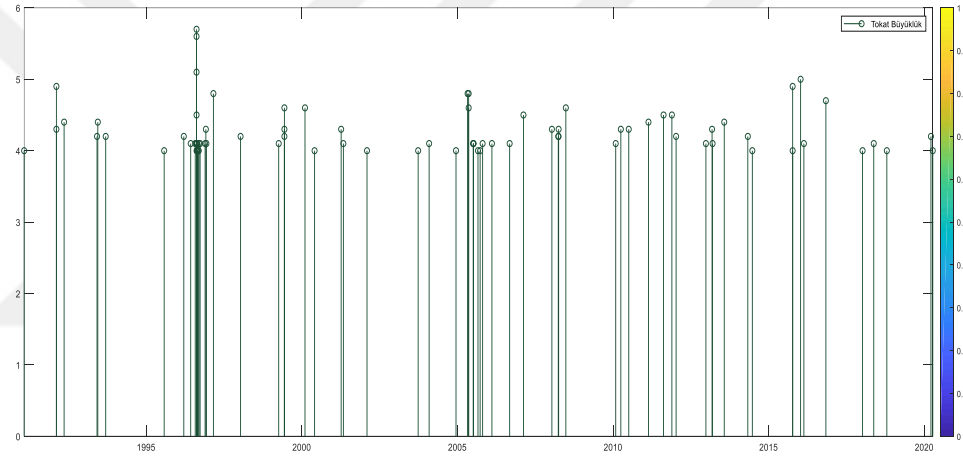
Şekil 3.7. Muş ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği



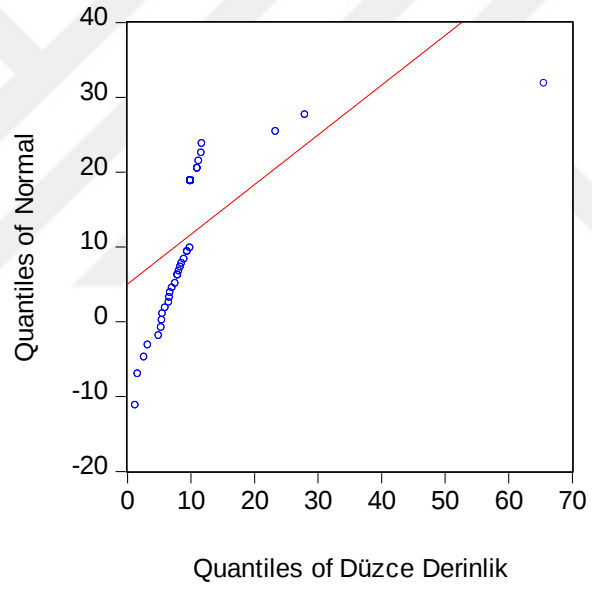
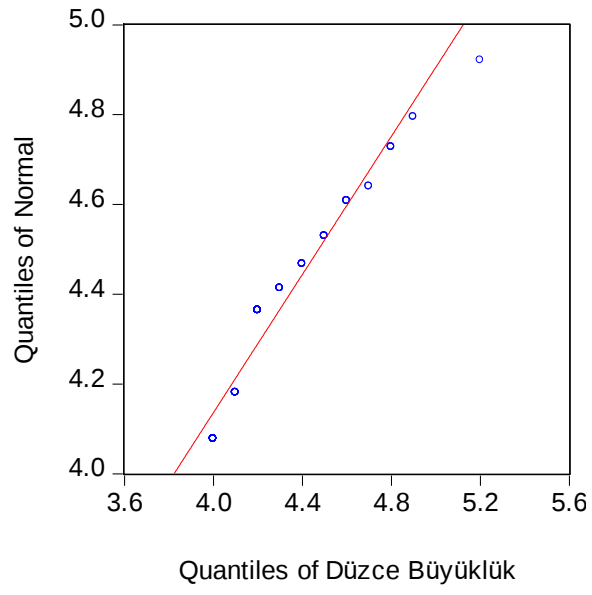
Şekil 3.8. Muş ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği

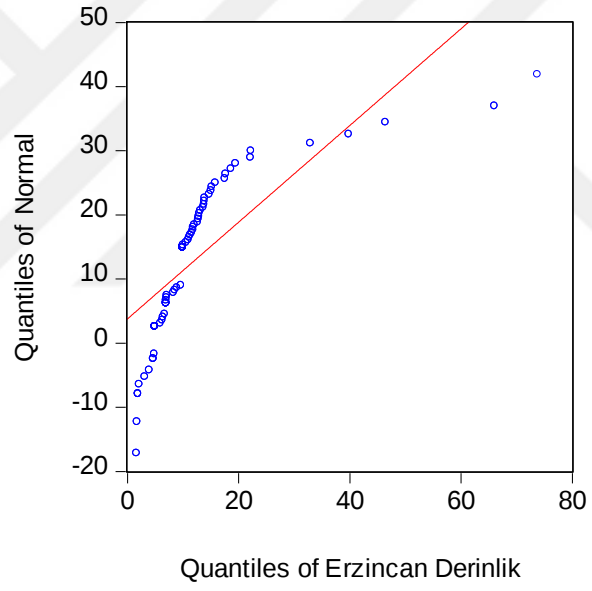
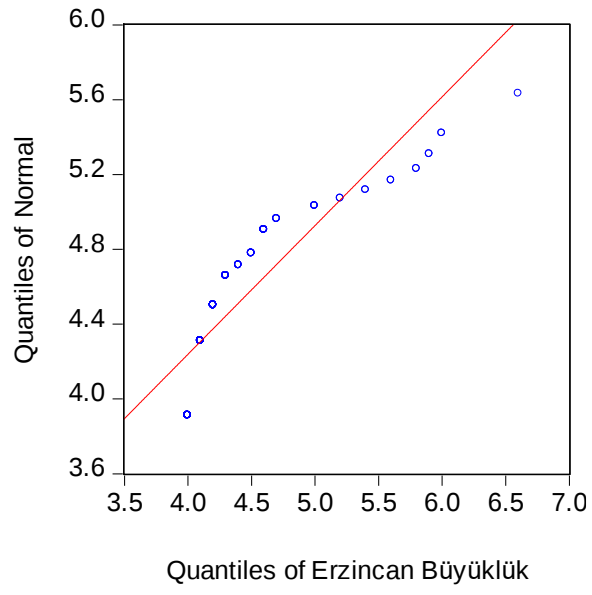


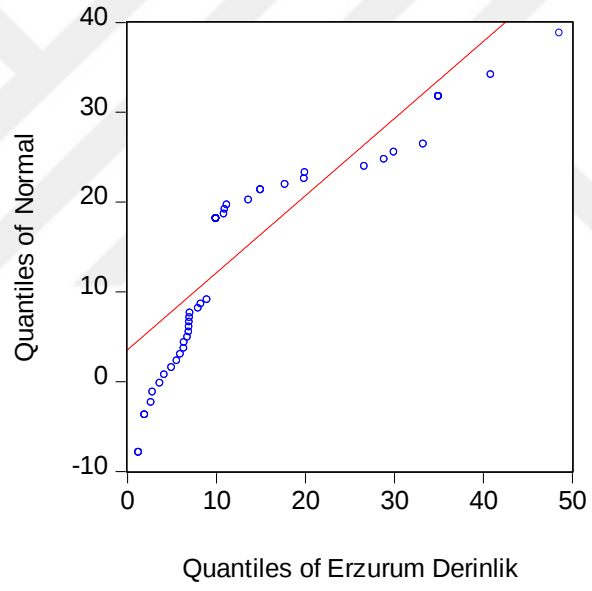
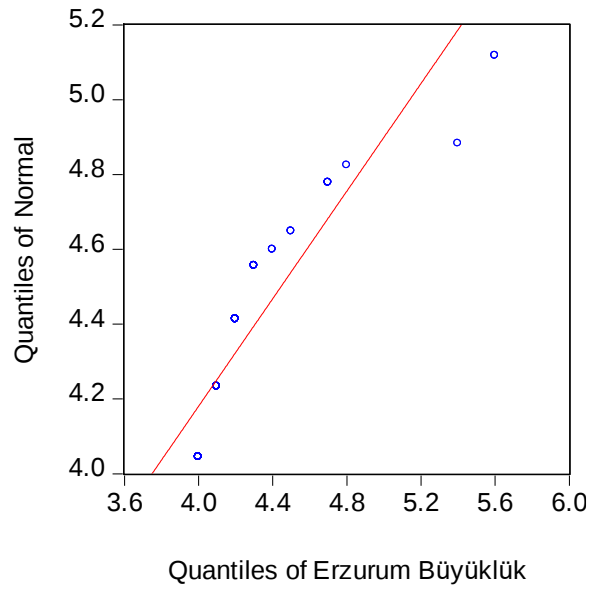
Şekil 3.9. Tokat ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği

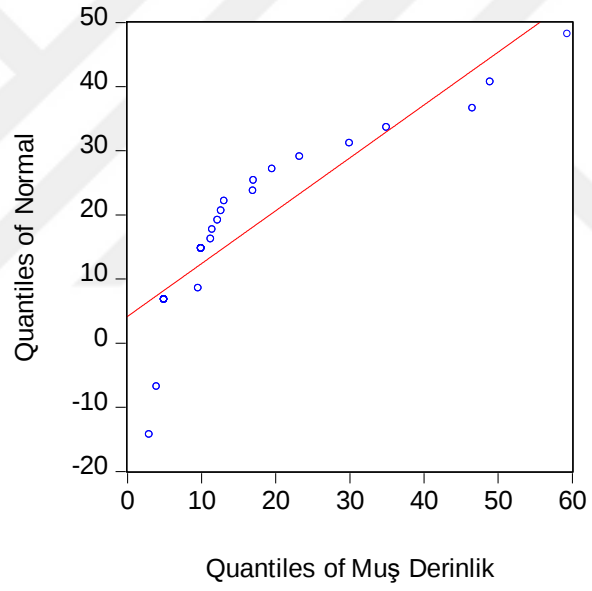
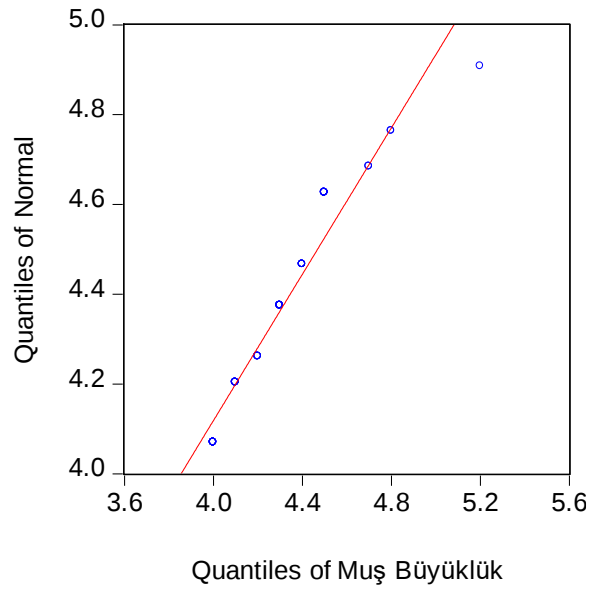


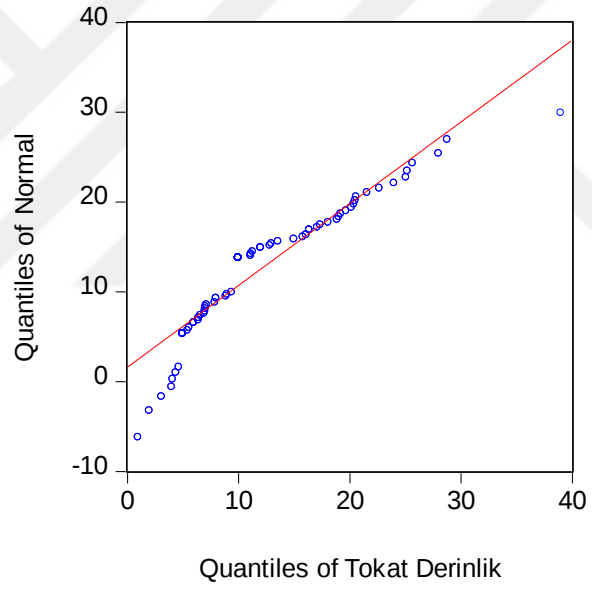
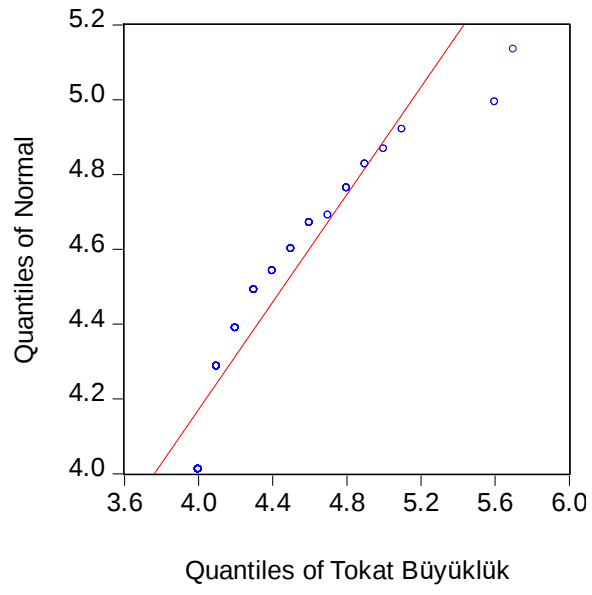
Şekil 3.10. Tokat ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği







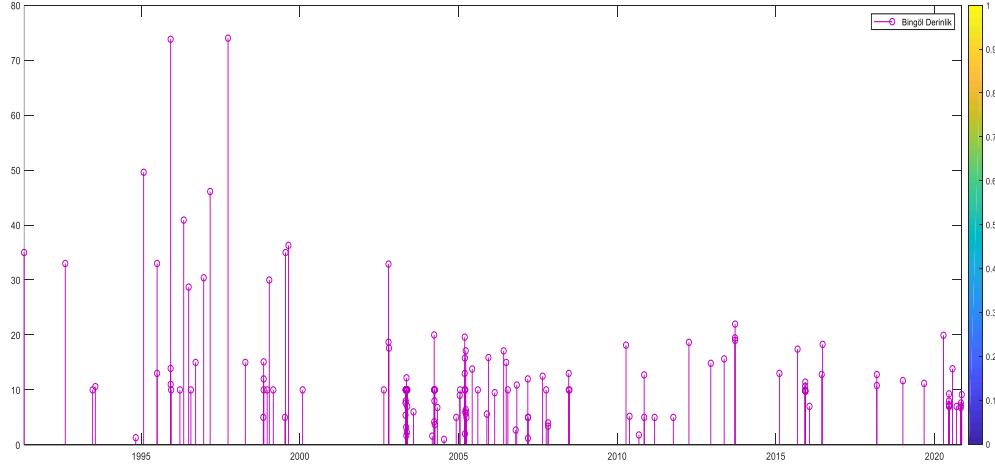




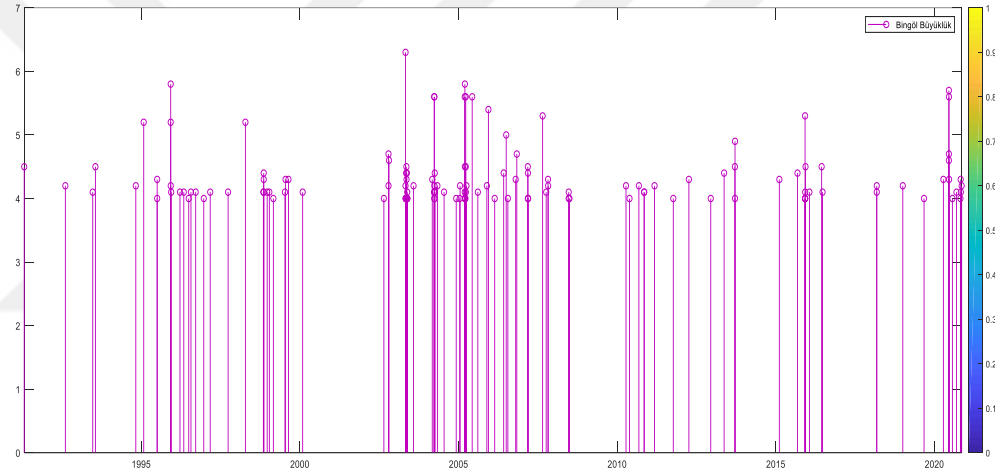
Şekil 3.11. Kuzey Anadolu fay hattı veri seti için Quantile grafiği

Çizelge 3.2. Doğu Anadolu fay hattı veri seti için tanımlayıcı istatistikler

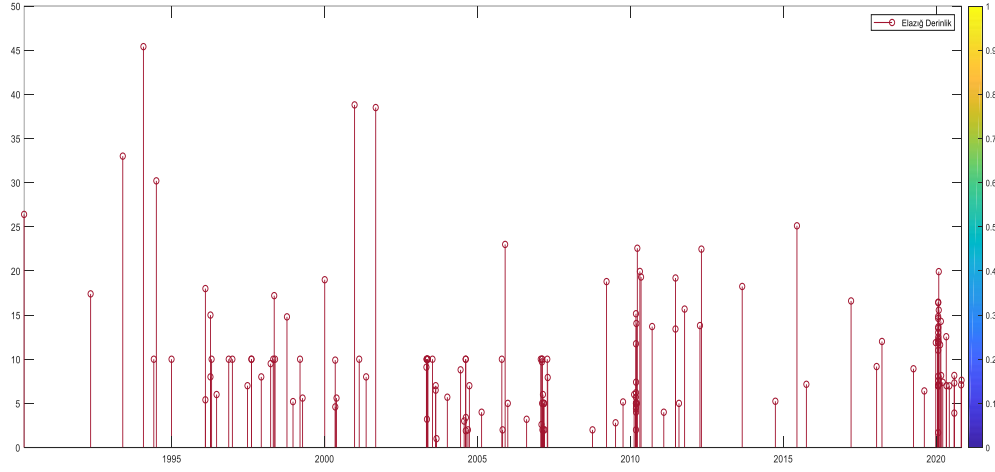
	Bingöl	Elazığ	Hatay	Malatya	Van
Derinlik					
Mean	12.99188	10.36553	21.54565	13.57167	13.15343
Median	10.00000	9.335000	16.80000	12.53500	13.09500
Maximum	74.00000	45.40000	61.30000	45.40000	45.30000
Minimum	1.000000	1.000000	3.600000	1.000000	1.060000
Std.Dev.	11.25989	7.228741	14.08650	8.346070	6.890329
Skewness	2.979225	2.014908	1.323256	1.685514	0.407884
Kurtosis	14.40807	8.653974	4.324151	7.572352	3.677531
Jarque-Bera	993.8830	305.3100	8.392507	48.40535	12.55720
Probability	0.000000	0.000000	0.015052	0.000000	0.001876
Büyüklik					
Mean	4.336806	4.371711	4.373913	4.386111	4.282836
Median	4.100000	4.200000	4.200000	4.200000	4.200000
Maximum	6.300000	6.800000	5.700000	6.800000	5.800000
Minimum	4.000000	4.000000	4.000000	4.000000	4.000000
Std.Dev.	0.481075	0.463276	0.459464	0.566772	0.282982
Skewness	2.020425	2.146599	1.373203	2.593864	1.560868
Kurtosis	6.363803	8.670101	4.235625	10.55969	7.062787
Jarque-Bera	165.8619	320.3501	8.691617	126.0922	293.1415
Probability	0.000000	0.000000	0.012961	0.000000	0.000000



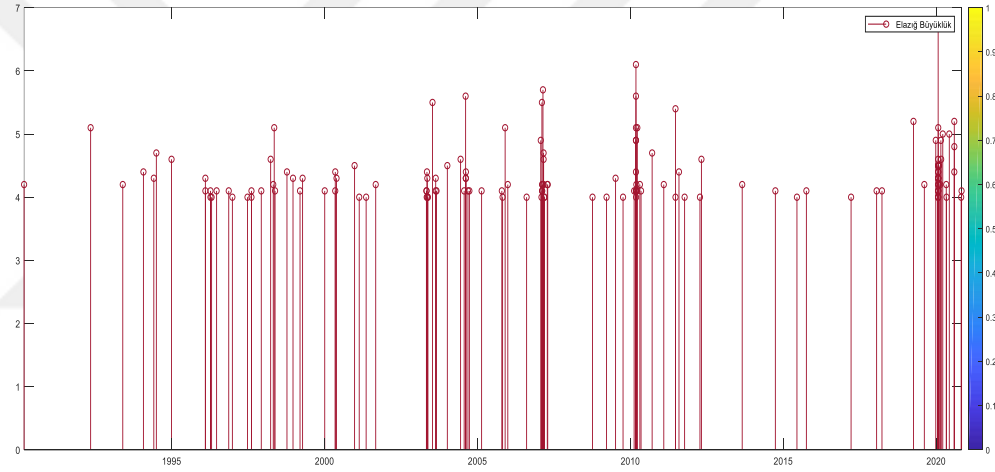
Şekil 3.12. Bingöl ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği



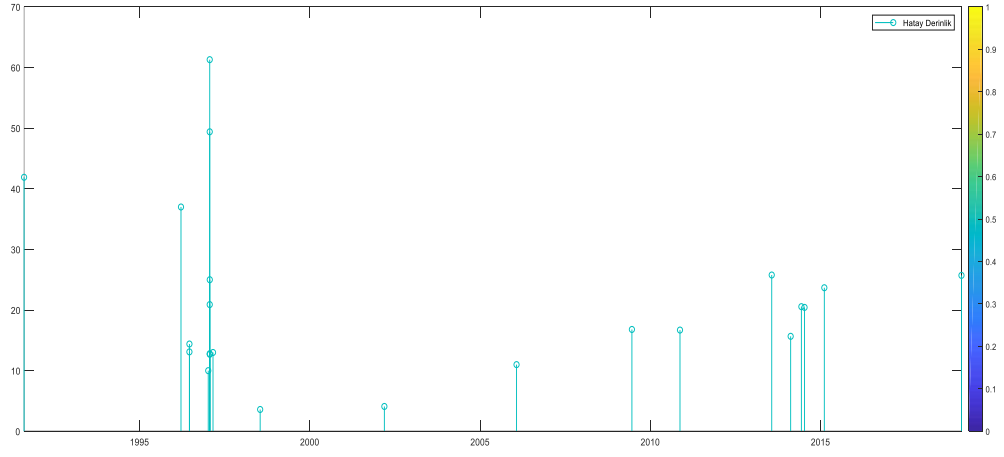
Şekil 3.13. Bingöl ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği



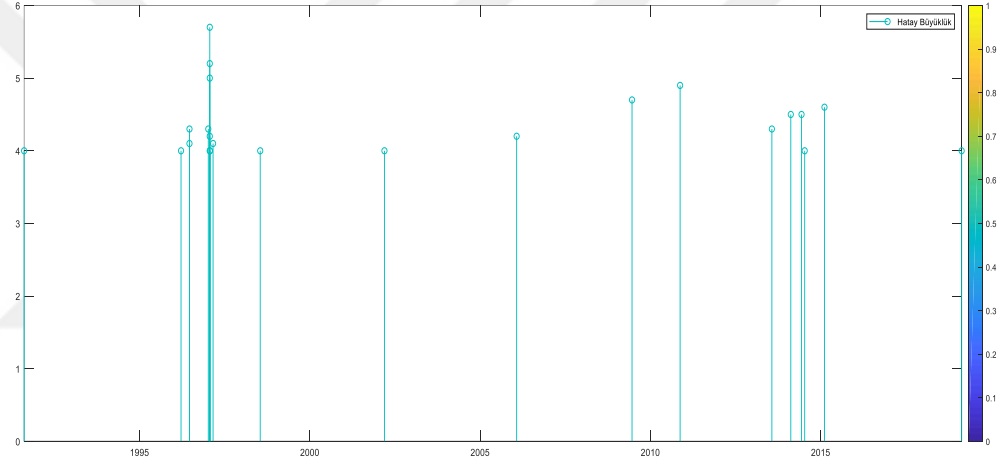
Şekil 3.14. Elazığ ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği



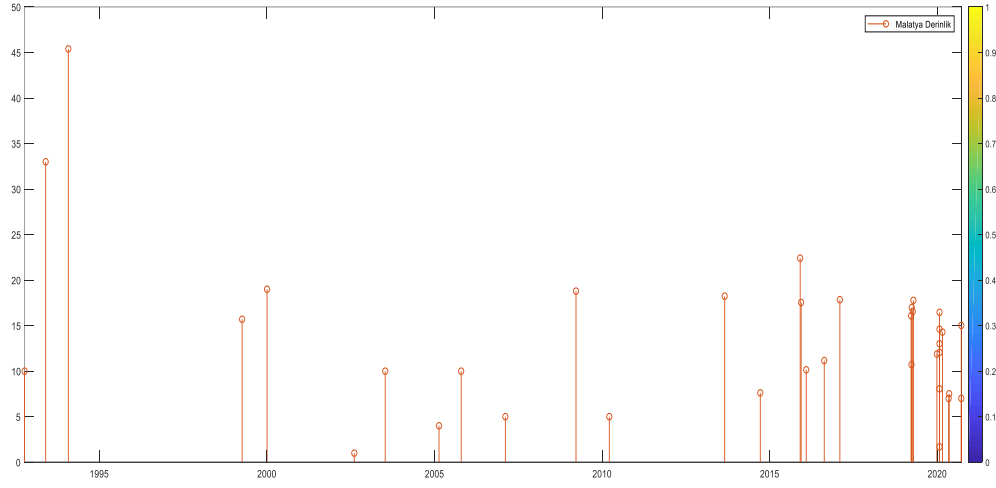
Şekil 3.15. Elazığ ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği



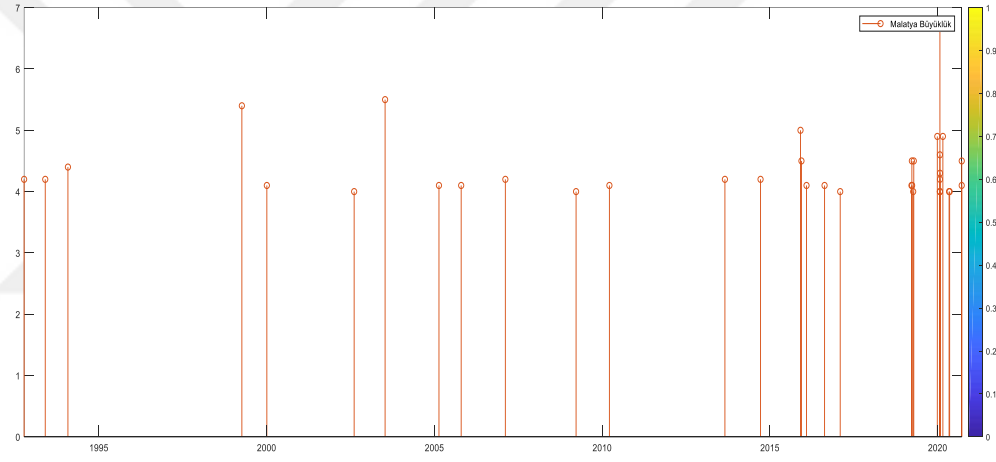
Şekil 3.16. Hatay ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği



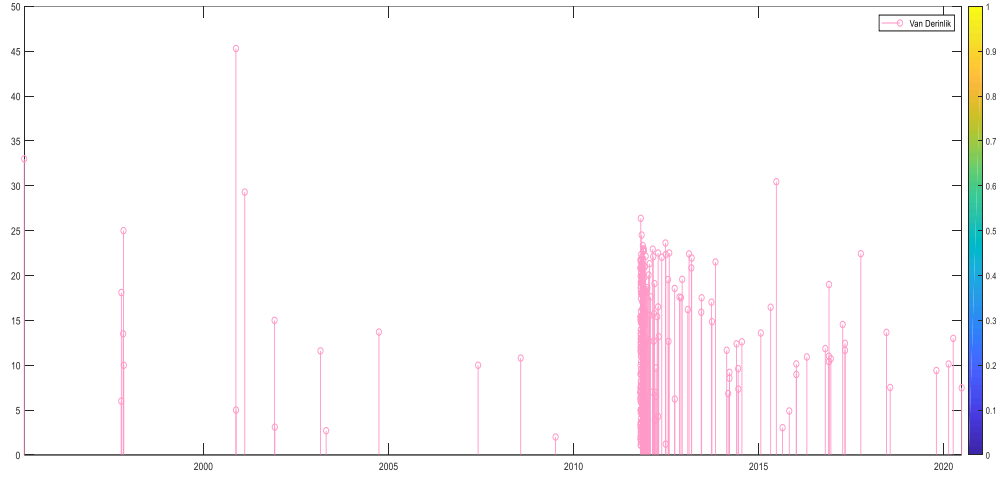
Şekil 3.17. Hatay ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği



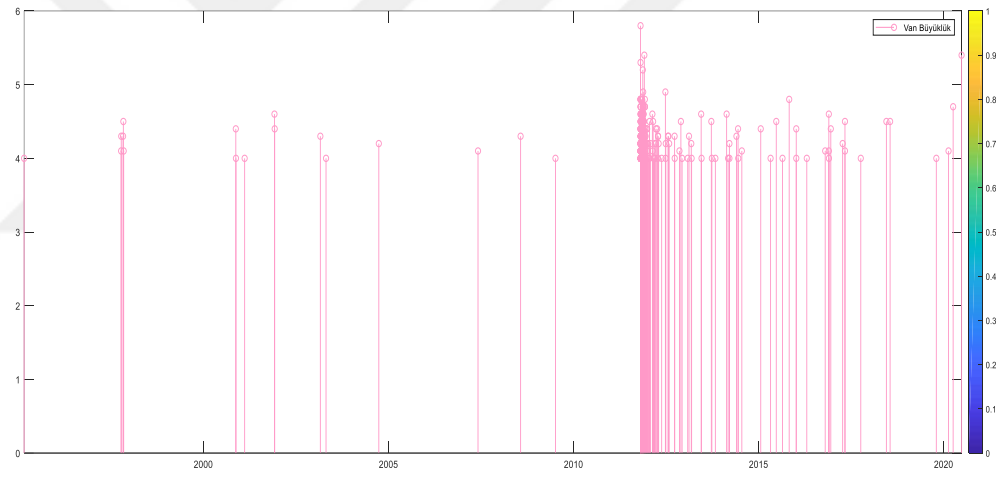
Şekil 3.18. Malatya ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği



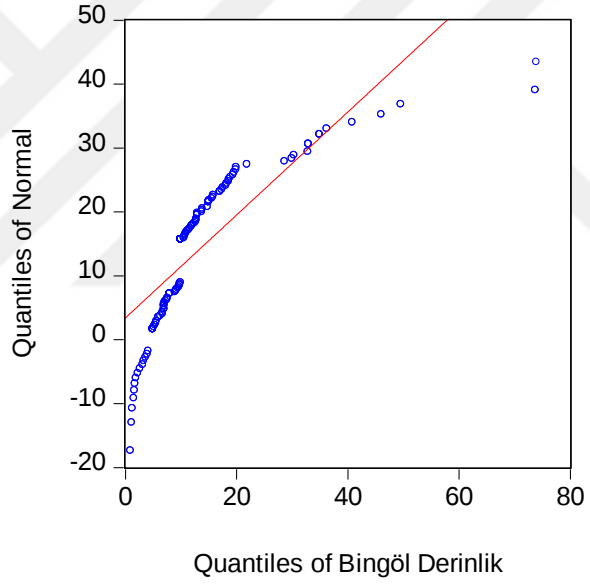
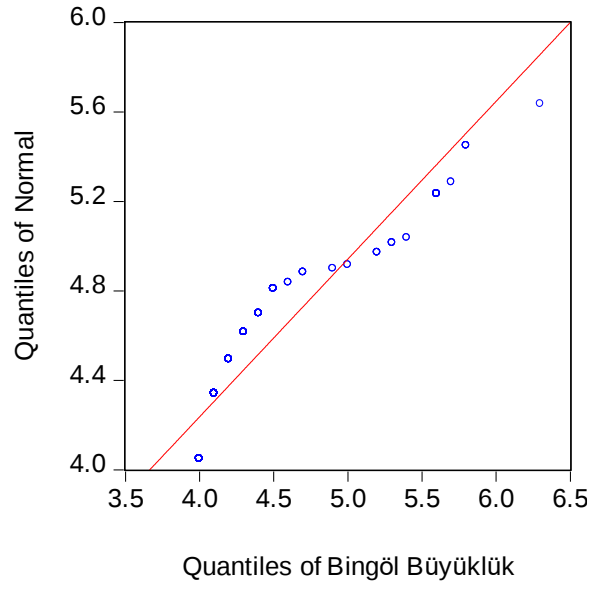
Şekil 3.19. Malatya ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği

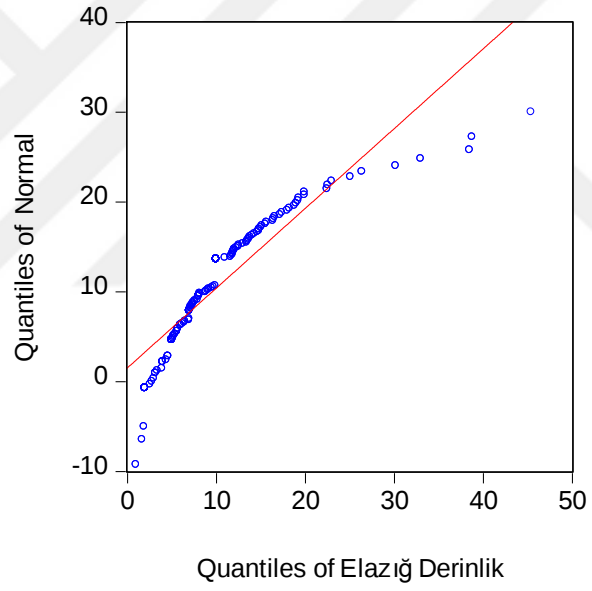
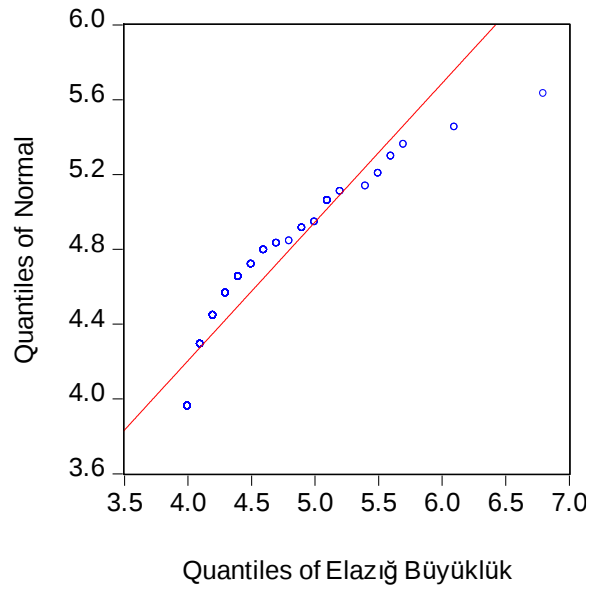


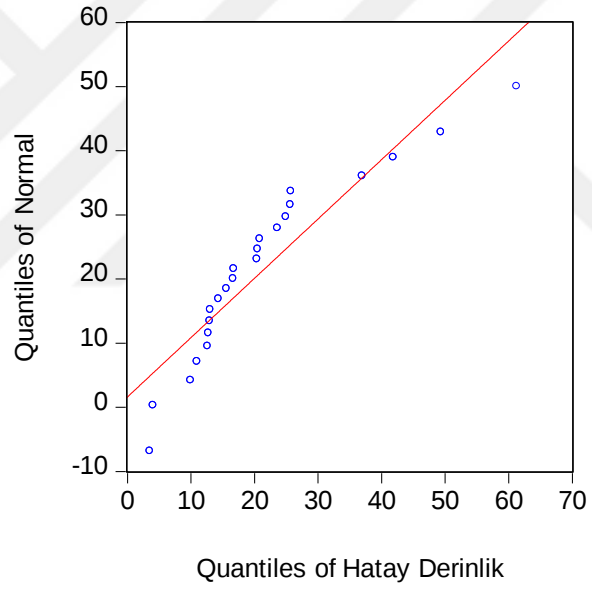
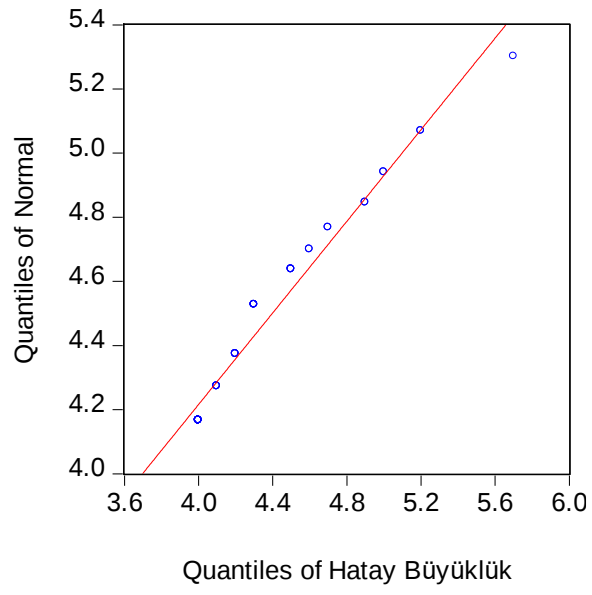
Şekil 3.20. Van ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği

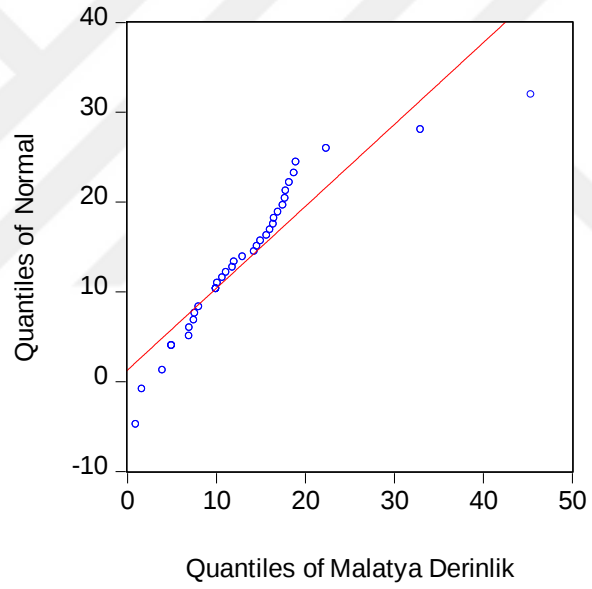
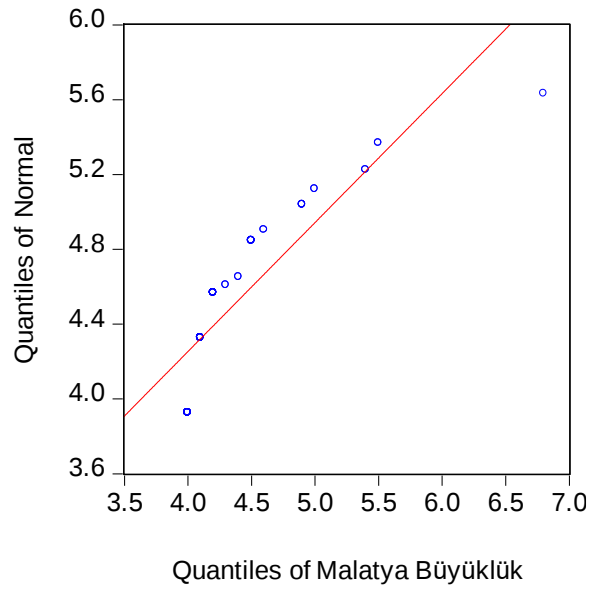


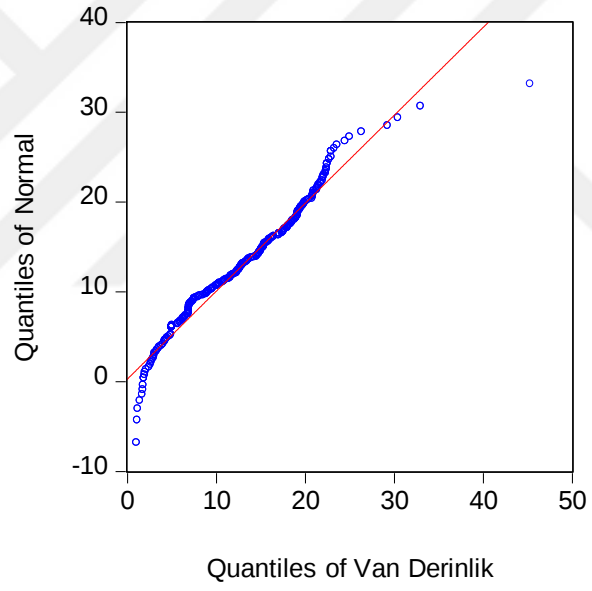
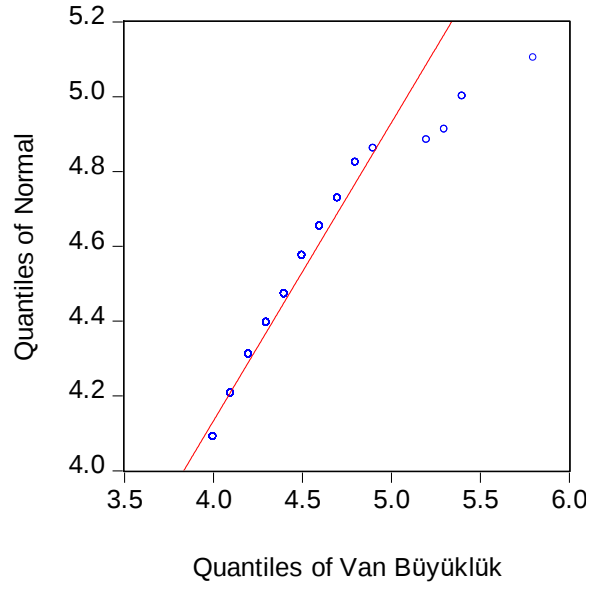
Şekil 3.21. Van ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği







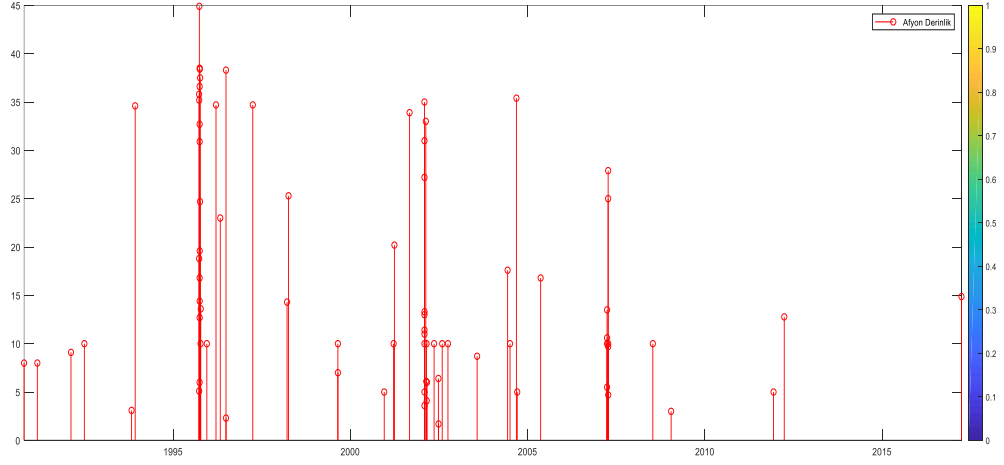




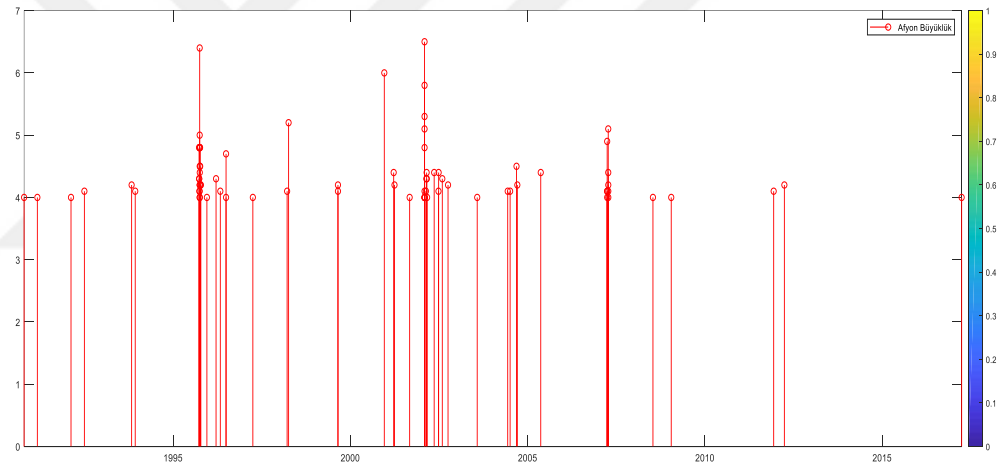
Şekil 3.22. Doğu Anadolu fay hattı veri seti için Quantile grafiği

Çizelge 3.3. Batı Anadolu fay hattı veri seti için tanımlayıcı istatistikler

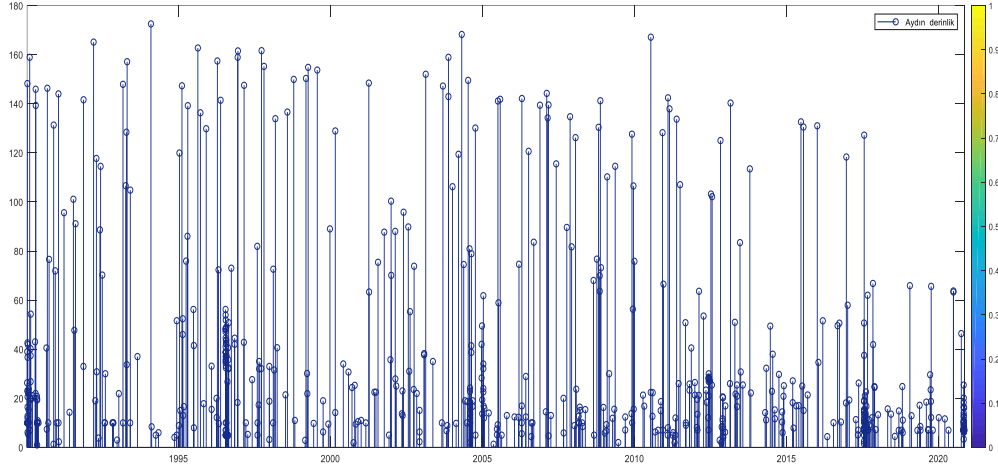
	Afyon	Aydın	İzmir	Manisa	Muğla
Derinlik					
Mean	16.80430	37.27378	12.10945	10.89481	17.22891
Median	11.40000	18.74000	10.00000	9.035000	13.50000
Maximum	44.90000	172.5000	56.30000	34.38000	87.70000
Minimum	1.700000	1.000000	1.100000	1.100000	1.200000
Std.Dev.	11.81880	42.78944	7.238965	5.988817	13.99147
Skewness	0.732272	1.645395	1.622466	1.415351	2.360322
Kurtosis	2.135771	4.520468	8.112948	4.866723	9.494068
Jarque-Bera	9.518777	352.0726	391.1661	51.73886	470.0019
Probability	0.008571	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Büyüklik					
Mean	4.378481	4.282582	4.267578	4.297222	4.312000
Median	4.200000	4.200000	4.100000	4.200000	4.200000
Maximum	6.500000	6.600000	6.000000	5.500000	6.300000
Minimum	4.000000	4.000000	4.000000	4.000000	4.000000
Std.Dev.	0.531006	0.348707	0.376990	0.345994	0.379237
Skewness	2.269264	2.271079	2.197074	1.556389	1.992968
Kurtosis	8.261270	10.51582	7.977561	5.066969	7.741642
Jarque-Bera	158.9190	2066.139	470.2364	62.82788	279.7875
Probability	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000



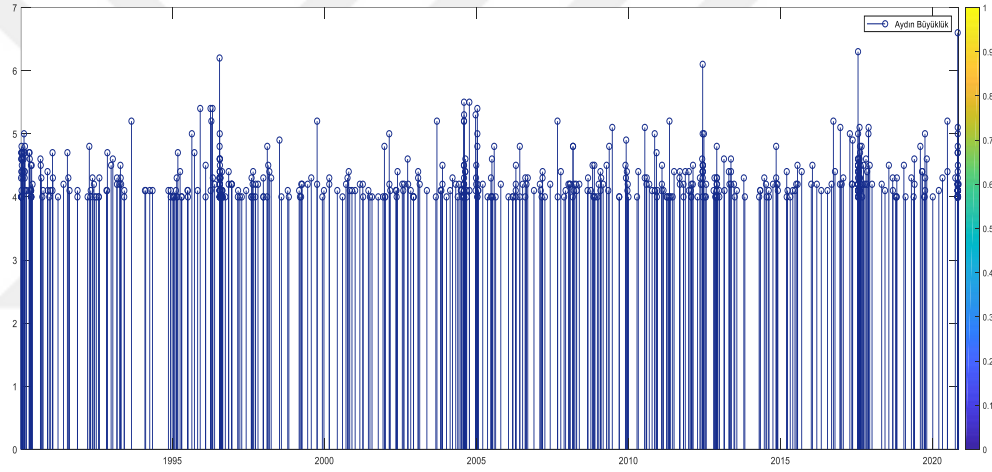
Şekil 3.23. Afyon ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği



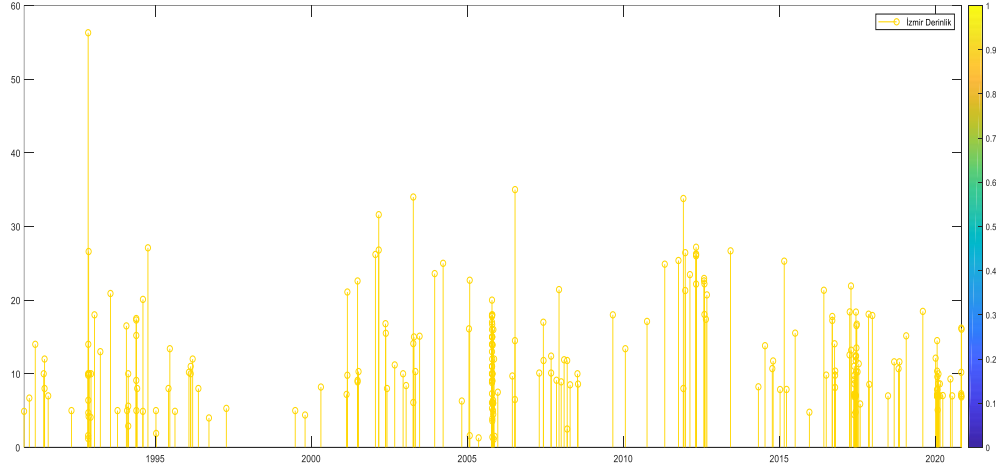
Şekil 3.24. Afyon ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği



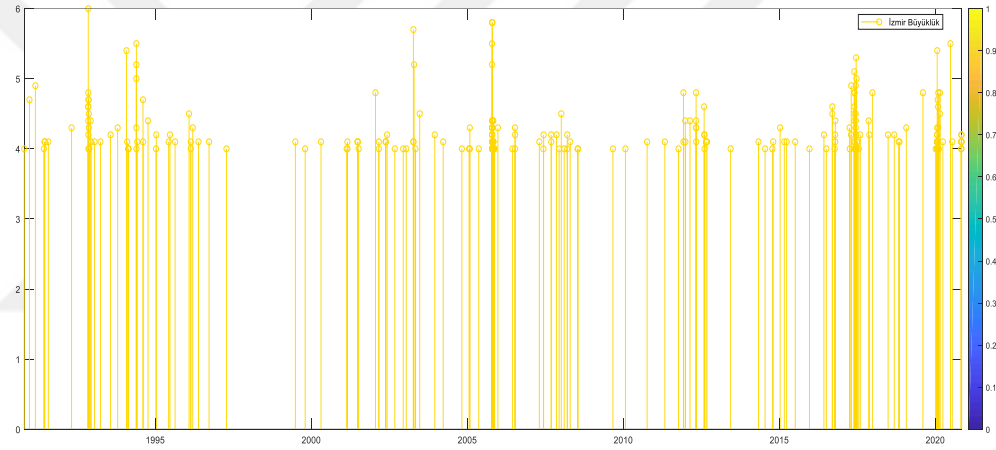
Şekil 3.25. Aydın ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği



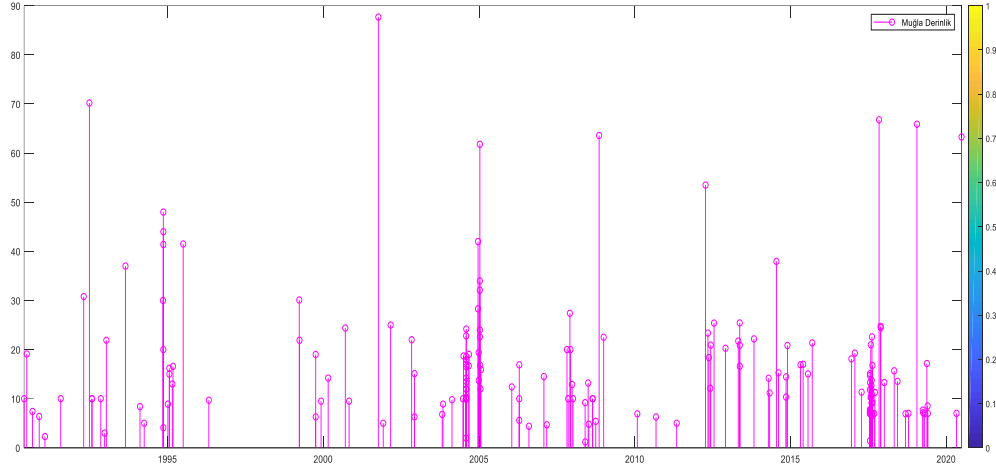
Şekil 3.26. Aydın ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği



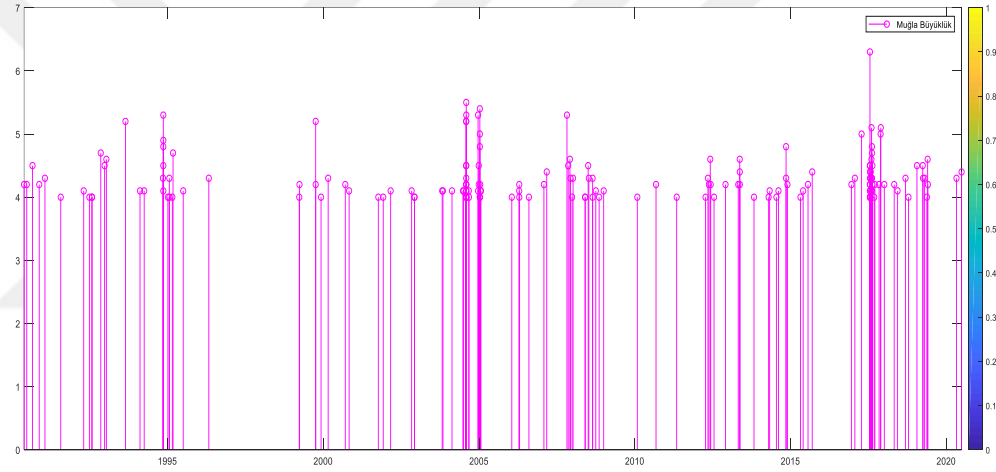
Şekil 3.27. İzmir ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği



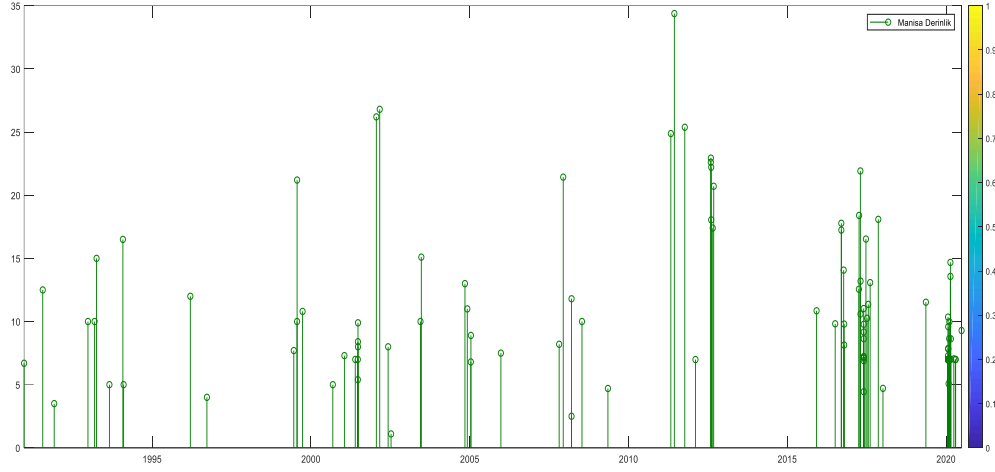
Şekil 3.28. İzmir ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği



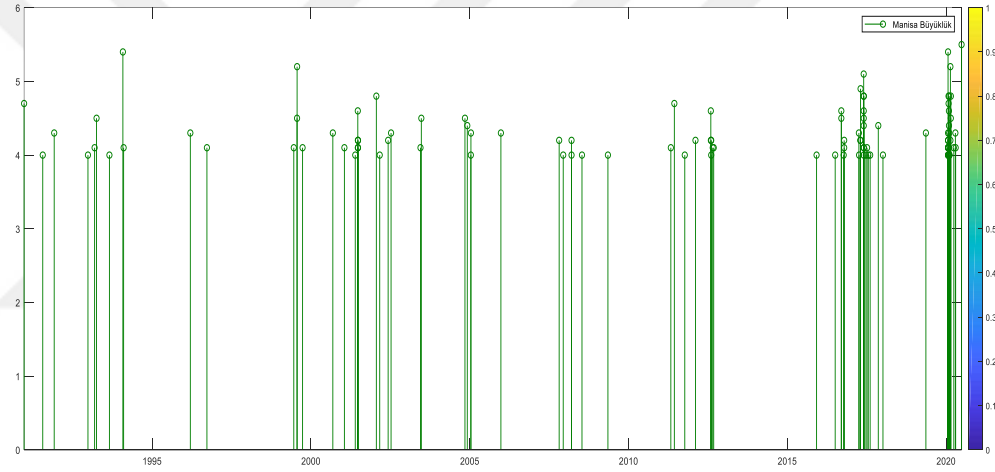
Şekil 3.29. Muğla ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği



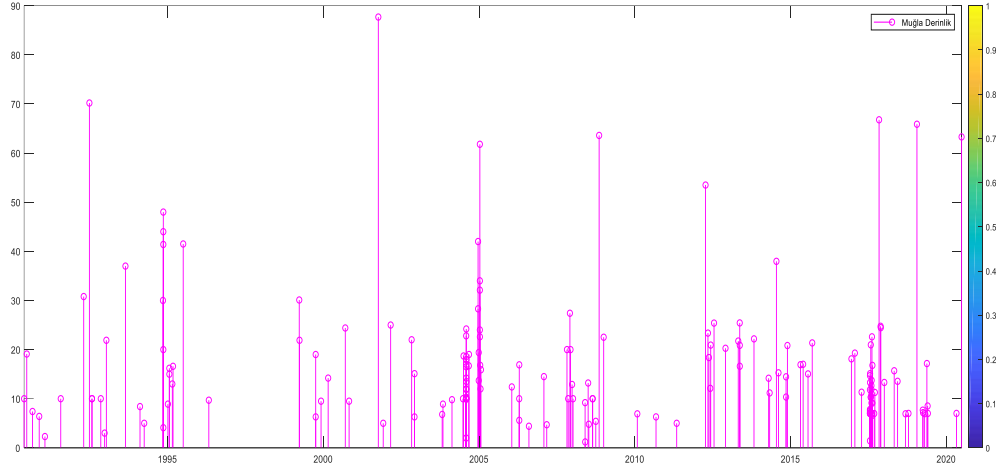
Şekil 3.30. Muğla ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği



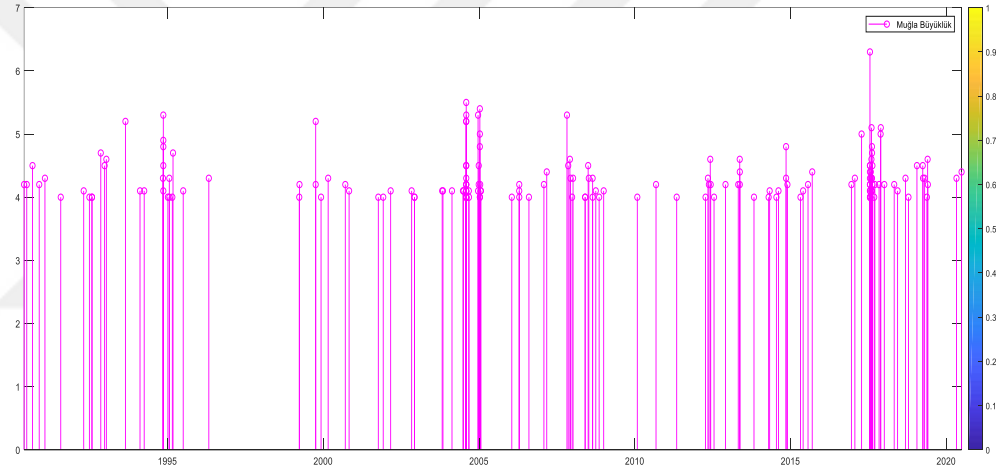
Şekil 3.31. Manisa ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği



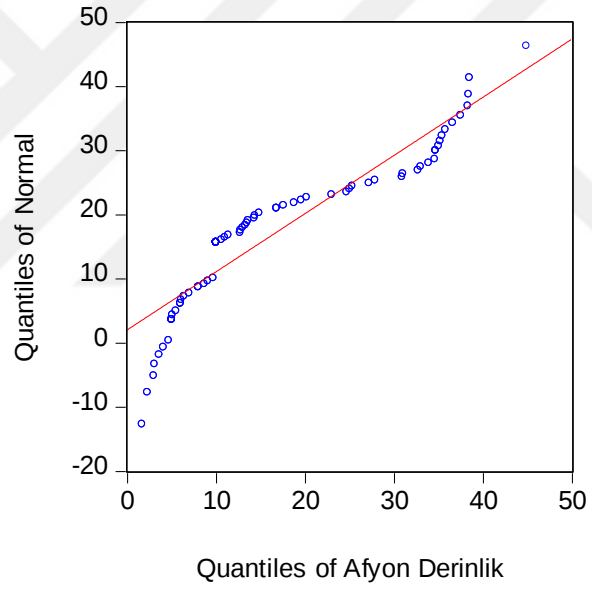
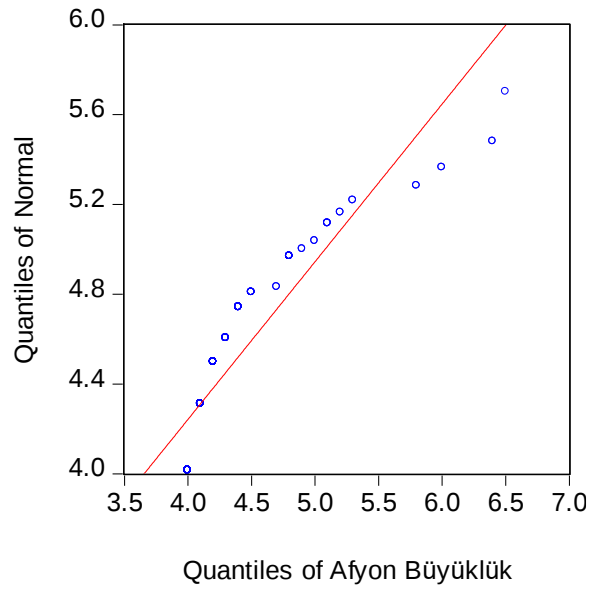
Şekil 3.32. Manisa ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği

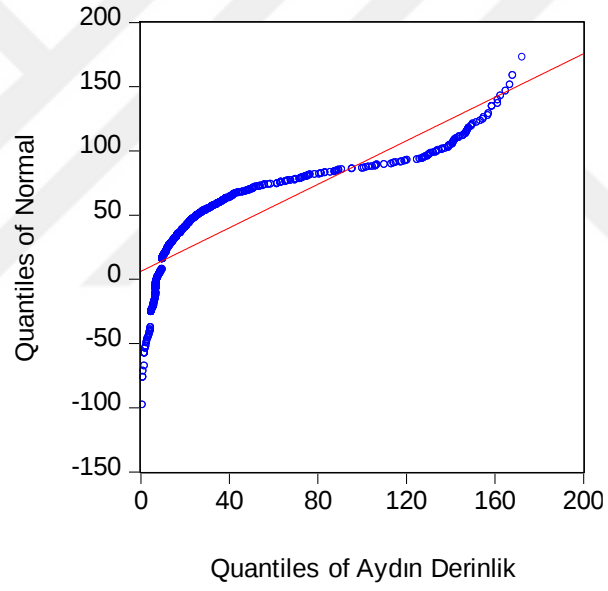
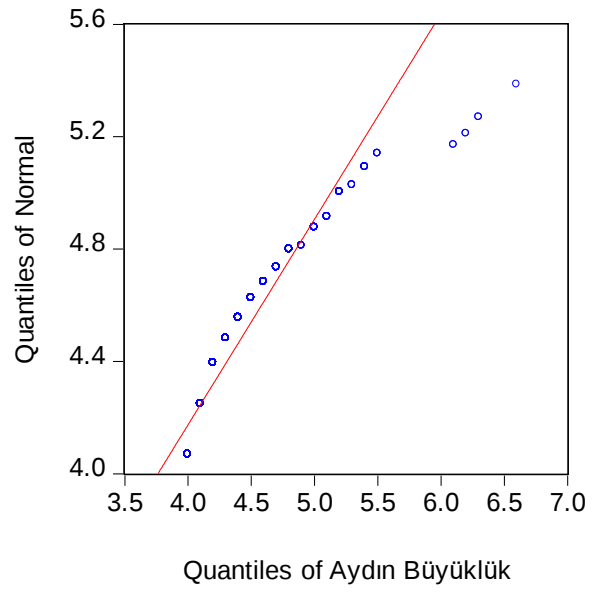


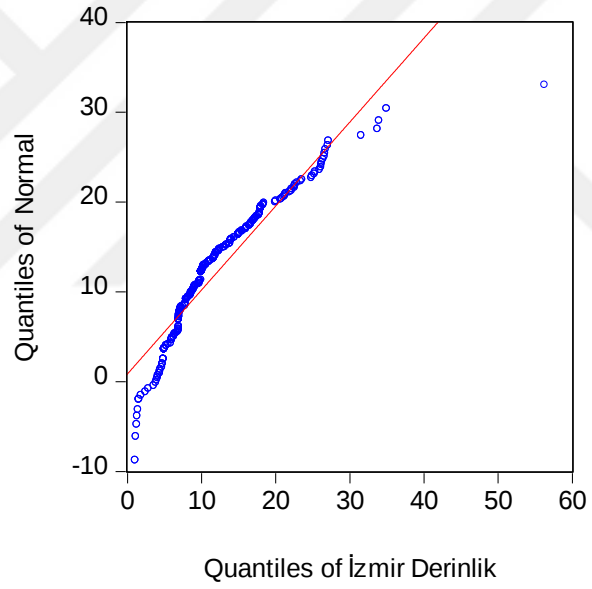
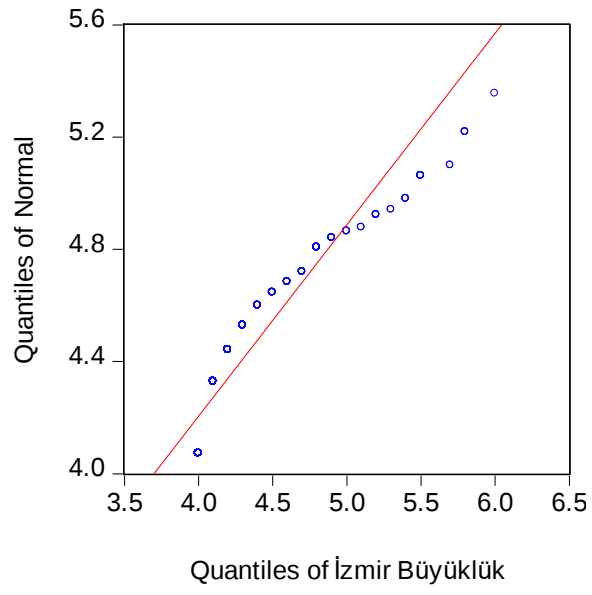
Şekil 3.33. Muğla ilinin derinlik veri setinin yıllara göre değişim grafiği

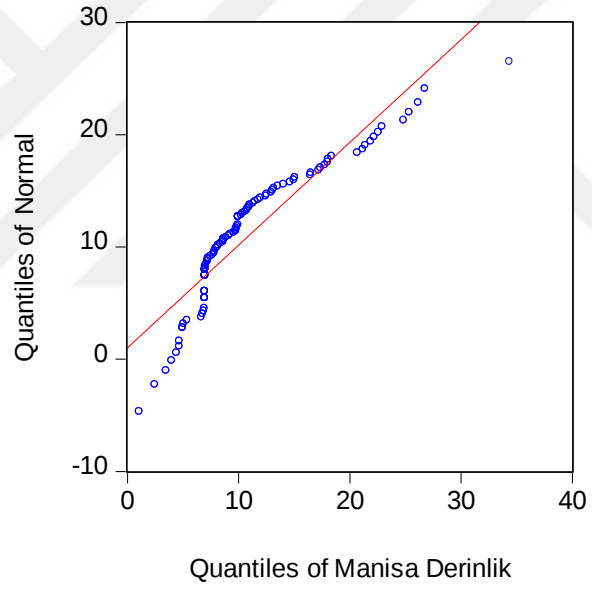
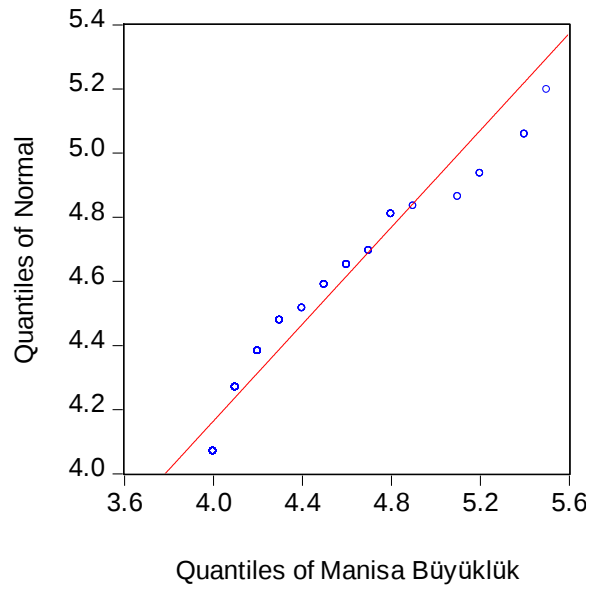


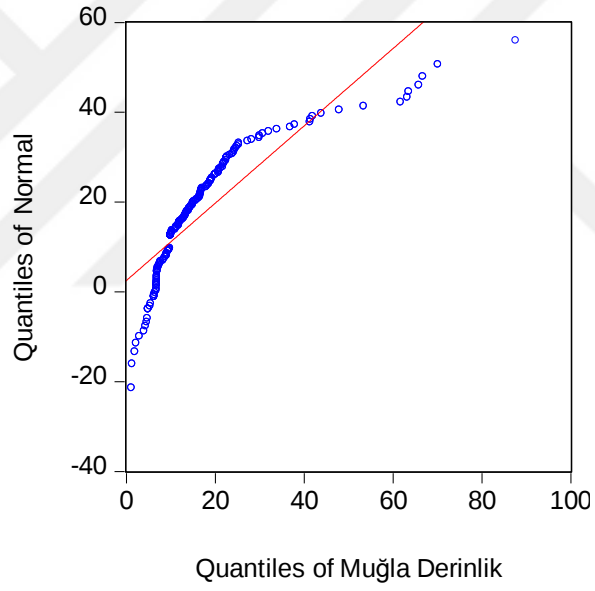
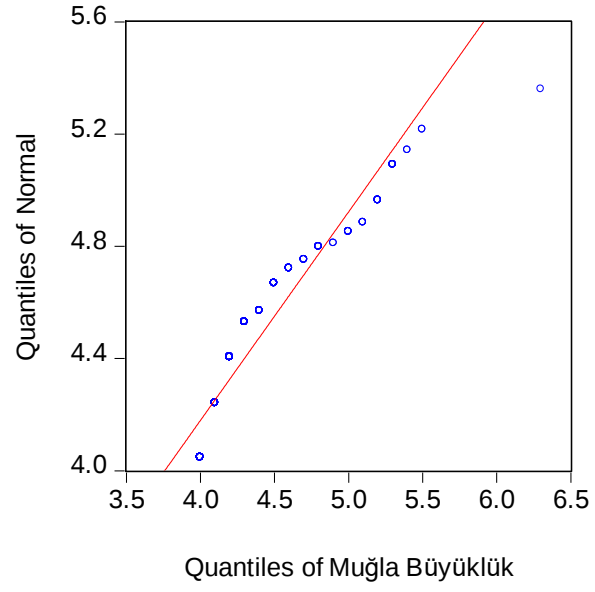
Şekil 3.34. Muğla ilinin büyüklük veri setinin yıllara göre değişim grafiği











Şekil 3.35. Batı Anadolu fay hattı veri seti için Quantile grafiği

3.2. Simülasyon Çalışması Yardımıyla Veri Setimiz İçin Farklı Olasılık Dağılımlarının Performans Değerlerinin Hesaplanması

Bu bölümde veri setimiz için özel bazlı olasılık dağılımlarının performanslarını değerlendirdik. Çizelge 3.(4-9).’a baktığımızda Gamma, Log-Logistic, Lognormal ve Weibull dağılımlarını gözlemledik. Çizelge 3.4.’de Kuzey Anadolu Fay Hattı veri setimiz, Çizelge 3.5.’de Doğu Anadolu Fay Hattı veri setimiz ve Çizelge 3.6.’da Batı Anadolu Fay Hattı veri setimiz için seçtiğimiz olasılık dağılımlarının parametrelerini Matlab programı yardımıyla elde ettik.

Çizelge 3.7.’de Kuzey Anadolu Fay Hattı veri setimiz, Çizelge 3.8.’de Doğu Anadolu Fay Hattı veri setimiz ve Çizelge 3.9.’da Batı Anadolu Fay Hattı veri setimiz için parametre performans değerlerini hesapladık. Çizelge 3.4.’de elde ettiğimiz parametreleri kullanarak 300 gözlem ile, Çizelge 3.5.’de elde ettiğimiz parametreleri kullanarak 625 gözlem ile ve Çizelge 3.6.’da elde ettiğimiz parametreleri kullanarak 1261 gözlem ile simülasyon çalışması yaptık. Çizelge 3.10.’da Kuzey Anadolu Fay Hattı veri setimiz, Çizelge 3.11.’de Doğu Anadolu Fay Hattı veri setimiz ve Çizelge 3.12.’de Batı Anadolu Fay Hattı veri setlerimizle yapmış olduğumuz simülasyon çalışması ile RMSE değerlerini hesapladık. Çizelge 3.7.’de Kuzey Anadolu Fay Hattı verilerine bakıldığında derinlikte Düzce, Erzurum ve Erzincan illerinin Log-Logistic dağılımda, Muş ilinin Lognormal dağılımda ve Tokat ilinin Gamma dağılımda en iyi performansı sergilediğini gözlemledik. Büyüklükte ise Düzce, Erzincan, Erzurum, Muş ve Tokat illerinin Log-Logistic dağılımda en iyi performans sergilediğini gözlemledik. Çizelge 3.10.’da hesaplanan RMSE değerlerinin Çizelge 3.7.’de hesaplanan en iyi performans değerlerine yakın ve kanıtlar nitelikte olduğunu gözlemledik. Çizelge 3.8.’de Doğu Anadolu Fay Hattı verilerine bakıldığında derinlikte Bingöl, Elazığ ve Hatay illerinin Log-Logistic dağılımda, Malatya ilinin Gamma dağılımda ve Van ilinin Weibull dağılımda en iyi performansı sergilediğini gözlemledik. Büyüklükte ise Bingöl, Elazığ, Hatay, Malatya ve Van illerinin Log-Logistic dağılımda en iyi performans sergilediğini gözlemledik. Çizelge 3.11.’de hesaplanan RMSE değerlerinin Çizelge 3.8.’de hesaplanan en iyi performans değerlerine yakın ve kanıtlar nitelikte olduğunu gözlemledik.

Çizelge 3.9.'da Batı Anadolu Fay Hattı verilerine bakıldığında derinlikte Afyon ilinin Gamma dağılımında, Aydın ilinin Lognormal dağılımında, İzmir ilinin Gamma dağılımında, Manisa ve Muğla illerinin Log-Logistic dağılımında en iyi performans sergilediğini gözlemledik. Büyüklükte ise Afyon, Aydın, İzmir, Manisa ve Muğla illerinin Log-Logistic dağılımında en iyi performans sergilediğini gözlemledik. Çizelge 3.12.'de hesaplanan RMSE değerlerinin Çizelge 3.9.'da hesaplanan en iyi performans değerlerine yakın ve kanıtlar nitelikte olduğunu gözlemledik.



Çizelge 3.4. Kuzey Anadolu fay hattı için seçilen olasılık dağılımlarının elde edilen parametreleri

	Gamma		Log-Logistic		Lognormal		Weibull	
	a	b	μ	σ	μ	σ	A	B
Derinlik								
Düzce	2.69872	3.81899	2.1639	0.275582	2.1362	0.608848	11.4712	1.41312
Erzincan	2.0366	6.04446	2.25052	0.369093	2.24526	0.705666	13.4981	1.30133
Erzurum	1.85918	7.05095	2.29026	0.427973	2.28088	0.796427	14.4092	1.353
Muş	1.68634	10.0235	2.47292	0.463668	2.50259	0.810749	18.3544	1.26499
Tokat	2.89927	4.07859	2.30065	0.355789	2.28795	0.634616	13.3516	1.7691
Büyüklik								
Düzce	246.53	0.0173299	1.44197	0.0347313	1.45013	0.0636494	4.41287	13.2146
Erzincan	86.554	0.0503361	1.44549	0.0474275	1.466595	0.104264	4.60187	6.81286
Erzurum	162.981	0.0261521	1.4331	0.0354441	1.44674	0.076871	4.44296	9.217
Muş	236.82	0.0181735	1.45172	0.0358066	1.4574	0.065576	4.44727	12.9171
Tokat	175.431	0.024377	4.21642	0.163844	1.45028	0.0742981	4.44809	9.8314

Çizelge 3.5. Doğu Anadolu fay hattı için seçilen olasılık dağılımlarının elde edilen parametreleri

	Gamma		Log-Logistic		Lognormal		Weibull	
	a	b	μ	σ	μ	σ	A	B
Derinlik								
Bingöl	2.04159	6.36361	2.31913	0.386141	2.29986	0.740619	14.3171	1.35587
Elazığ	2.49064	4.16179	2.14993	0.374766	2.1245	0.678253	11.6175	1.57142
Hatay	2.64705	8.1395	2.89267	0.360972	2.86955	0.678592	24.2469	1.67232
Malatya	2.60691	5.20603	2.48108	0.364923	2.40409	0.730277	15.2201	1.72213
Van	2.8072	4.68561	2.47358	0.380336	2.38812	0.694198	14.8007	1.9719
Büyüklik								
Bingöl	92.9631	0.0466508	1.44151	0.0480266	1.46175	0.101003	4.56983	7.49967
Elazığ	101.461	0.0430877	1.45344	0.0486124	1.47022	0.0968278	4.59557	7.45143

Hatay	102.643	0.0426128	1.45663	0.0532685	1.47078	0.0990966	4.59069	8.62801
Malatya	73.4445	0.0597201	1.4506	0.0529284	1.47162	0.113669	4.65121	6.15075
Van	243.692	0.0175748	1.4463	0.0348722	1.45256	0.0633376	4.42497	11.8162

Çizelge 3.6. Batı Anadolu fay hattı için seçilen olasılık dağılımlarının elde edilen parametreleri

	Gamma		Log-Logistic		Lognormal		Weibull	
	a	b	μ	σ	μ	σ	A	B
Derinlik								
Afyon	2.00468	8.38255	2.56298	0.54415	2.55195	0.775794	18.6859	1.48737
Aydın	1.00569	37.063	2.9968	0.628336	3.04472	1.07325	36.311	0.950319
İzmir	3.00348	4.03181	2.34186	0.342108	2.31837	0.628437	13.6611	1.78426
Manisa	3.87817	2.80927	2.24028	0.286382	2.25386	0.528136	12.3527	1.95815
Muğla	2.1656	7.95571	2.59528	0.387324	2.59828	0.707333	19.1098	1.40899
Büyüklik								
Afyon	79.9957	0.0547339	1.45034	0.0521688	1.47044	0.108695	4.63117	6.69501
Aydın	167.387	0.0255849	1.43963	0.0381729	1.45157	0.0755538	4.45736	9.02094
İzmir	143.796	0.0296779	1.43223	0.0391715	1.44757	0.0813953	4.45684	8.86261
Manisa	167.464	0.0256605	1.44323	0.0405059	1.45498	0.0763273	4.46947	10.5121
Muğla	143.534	0.0300416	1.44427	0.0412907	1.45791	0.0818148	4.49989	8.93452

Çizelge 3.7. Kuzey Anadolu fay hattına uyan farklı olasılık dağılımlarının parametre performans değerleri

	Gamma <i>log</i> /	Log-Logistic <i>log</i> /	Lognormal <i>log</i> /	Weibull <i>log</i> /
Derinlik				
Düzce	-146.638	-137.567	-143.271	-151.316
AIC	297,276	279,134	290,542	306,632
BIC	300,9763	282,8343	294,2423	310,3323
Erzincan	-274.525	-265.015	-268.063	-279.193
AIC	553,05	534,03	540,126	562,386
BIC	557,8389	538,8189	544,9149	567,1749
Erzurum	-212.148	-210.329	-211.304	-213.631
AIC	428,296	424,658	426,608	431,262
BIC	432,5177	428,8797	430,8297	435,4837
Muş	-97.6829	-96.6236	-96.0051	-98.351
AIC	199,3658	197,2472	196,0102	200,702
BIC	201,882	199,7634	198,0102	203,2182
Tokat	-274.695	-275.713	-275.933	-276.652
AIC	553,39	555,426	555,866	557,304
BIC	558,2753	560,3113	560,7513	562,1893
Büyüklik				
Düzce	-5.45223	-4.33312	-4.89117	-15.1957
AIC	14,90444	12,66662	13,78234	34,39154
BIC	18,60476	16,3665	17,48264	38,09184
Erzincan	-53.1707	-39.8117	-50.0486	-77.7124
AIC	110,3414	83,6234	104,0972	159,4248
BIC	115,1303	88,4123	108,8861	164,2137
Erzurum	-19.5127	-10.2975	-17.8029	-38.8343
AIC	43,0254	24,595	39,6058	81,6686
BIC	47,24715	28,81675	43,82755	85,89035
Muş	-3.72807	-3.1526	-3.44654	-9.089

AIC	11,45614	10,3052	10,89308	22,178
BIC	13,97233	12,82139	13,40927	24,69419
Tokat	-24.356	-20.1083	-22.4113	-49.263
AIC	52,712	44,2166	48,8226	102,526
BIC	57,5973	49,1019	53,7079	107,4113

Çizelge 3.8. Doğu Anadolu fay hattına uyan farklı olasılık dağılımlarının parametre performans değerleri

	Gamma <i>log</i> /	Log-Logistic <i>log</i> /	Lognormal <i>log</i> /	Weibull <i>log</i> /
	Derinlik			
Bingöl	-495.702	-485.981	-491.768	-501.94
AIC	995,404	975,962	987,536	1007,88
BIC	1001,344	981,9016	993,4756	1013,82
Elazığ	-479.319	-477.952	-479.091	-484.57
AIC	962,638	959,904	962,182	973,14
BIC	968,7119	965,9779	968,2559	979,2139
Hatay	-88.8758	-88.8249	-89.2173	-89.4325
AIC	181,7516	181,6498	182,4346	182,865
BIC	184,0226	183,9208	184,7056	185,136
Malatya	-122.662	-123.429	-125.813	-122.726
AIC	249,324	250,858	255,626	249,452
BIC	252,491	254,025	258,793	252,619
Van	-897.762	-917.797	-921.972	-888.05
AIC	1799,524	1839,594	1847,944	1780,1
BIC	1806,706	1846,776	1855,126	1787,282
	Büyüklik			
Bingöl	-88.7587	-70.9006	-84.1839	-126.693
AIC	181,174	145,8012	172,3678	257,386
BIC	187,1136	151,7408	178,3074	263,3256

Elazığ	-88.3065	-73.2466	-83.759	-132.347
AIC	180,613	150,4932	171,518	268,694
BIC	186,6869	156,5671	177,5919	274,7679
Hatay	-13.2414	-12.4809	-12.7953	-17.8298
AIC	30,4828	28,9618	29,5906	39,6596
BIC	32,75379	31,23279	31,86159	41,93059
Malatya	-26.8042	-21.1825	-25.2793	-38.0866
AIC	57,6084	46,365	54,5586	80,1732
BIC	60,77544	49,53204	57,72564	83,34024
Van	-33.294	-23.8271	-29.576	-105.358
AIC	70,588	51,6542	63,152	214,716
BIC	77,76997	58,83617	70,33397	221,898

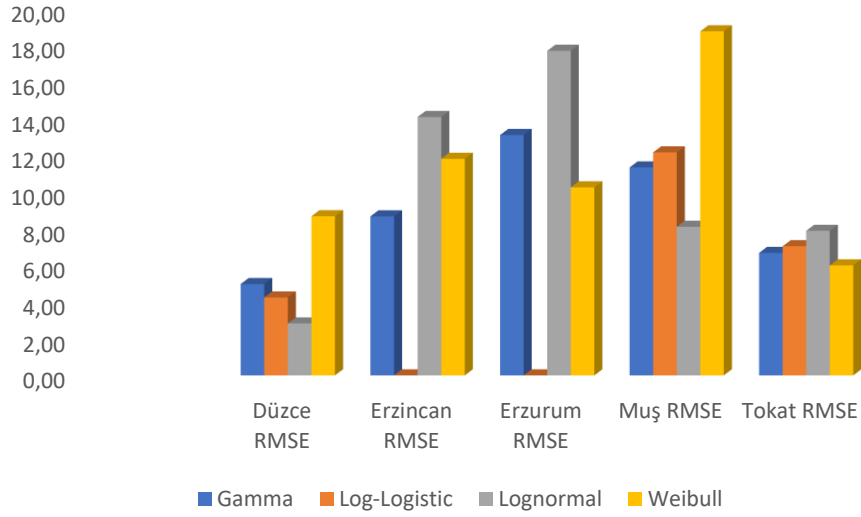
Çizelge 3.9. Batı Anadolu fay hattına uyan farklı olasılık dağılımlarının parametre performans değerleri

	Gamma <i>log</i> /	Log-Logistic <i>log</i> /	Lognormal <i>log</i> /	Weibull <i>log</i> /
Derinlik				
Afyon	-292.697	-295.287	-293.145	-293.4
AIC	589,394	594,574	590,29	590,8
BIC	594,1329	599,3129	595,0289	595,8389
Aydın	-2969.55	-2931.12	-2915.08	-2968.01
AIC	5943,1	5866,24	5834,16	5940,02
BIC	5962,032	5875,172	5843,092	5948,952
İzmir	-830.086	-831.41	-837.334	-836.566
AIC	1664,172	1666,82	1678,668	1677,132
BIC	1671,262	1673,91	1685,758	1684,222
Manisa	-328.093	-324.743	-327.214	-333.83
AIC	660,186	653,486	658,428	671,66
BIC	665,5503	658,8503	663,7923	677,0243
Muğla	-648.694	-639.043	-641.92	-656.47
AIC	1301,388	1282,086	1287,84	1316,94
BIC	1307,718	1288,416	1294,17	1323,27
Büyüklik				
Afyon	-55.3374	-44.9283	-52.4432	-77.946
AIC	114,6748	93,8566	108,8864	159,892
BIC	119,4137	98,5955	113,6253	164,6309
Aydın	-200.196	-137.749	-184.423	-411.415
AIC	404,392	279,498	372,846	826,83
BIC	413,3243	288,4303	381,7783	835,7623
İzmir	-98.1668	-66.8401	-91.1651	-174.374
AIC	200,3336	137,6802	186,3302	352,748
BIC	207,424	144,7706	193,4206	359,8384
Manisa	-33.9691	-28.4914	-32.0289	-59.0761

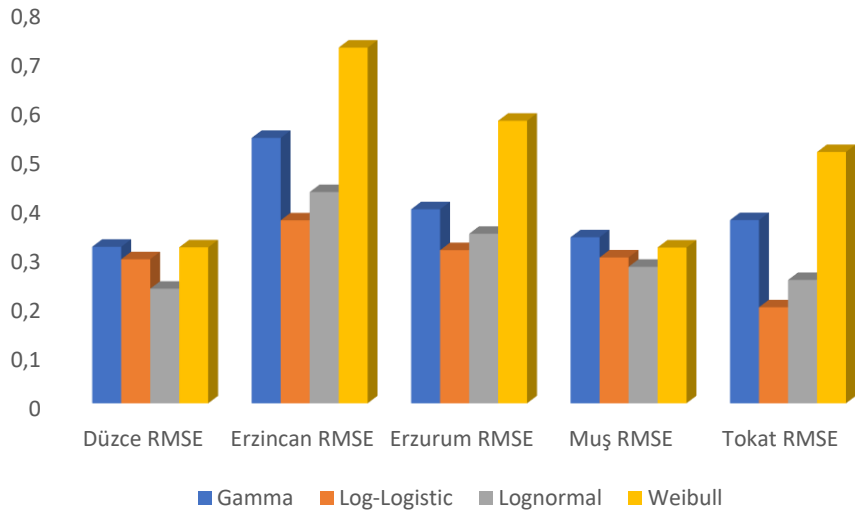
AIC	71,9832	60,9828	68,0578	122,1522
BIC	77,30246	66,34706	73,42206	127,5165
Muğla	-69.0772	-53.4416	-64.8723	-119.039
AIC	142,1544	110,8832	133,7446	242,078
BIC	148,484	117,2128	140,0742	248,4076

Çizelge 3.10. Kuzey Anadolu fay hattı için olasılık dağılımlarının simülasyon çalışması ile performans değerlendirmesi

	Gamma	Log-Logistic	Lognormal	Weibull
Derinlik				
Düzce RMSE	4.979	4.16	7.77	8.678
Erzincan RMSE	8.67	17.29	14.09	11.81
Erzurum RMSE	13.11	16.61	17.7	10.25
Muş RMSE	11.34	12.16	8.1	18.76
Tokat RMSE	6.679	7.045	7.883	6
Büyüklik				
Düzce RMSE	0.3184	0.2931	0.2331	0.3173
Erzincan RMSE	0.5399	0.3722	0.4298	0.7236
Erzurum RMSE	0.3947	0.3115	0.3449	0.5748
Muş RMSE	0.3378	0.2967	0.2776	0.3169
Tokat RMSE	0.3727	0.1953	0.2509	0.5113



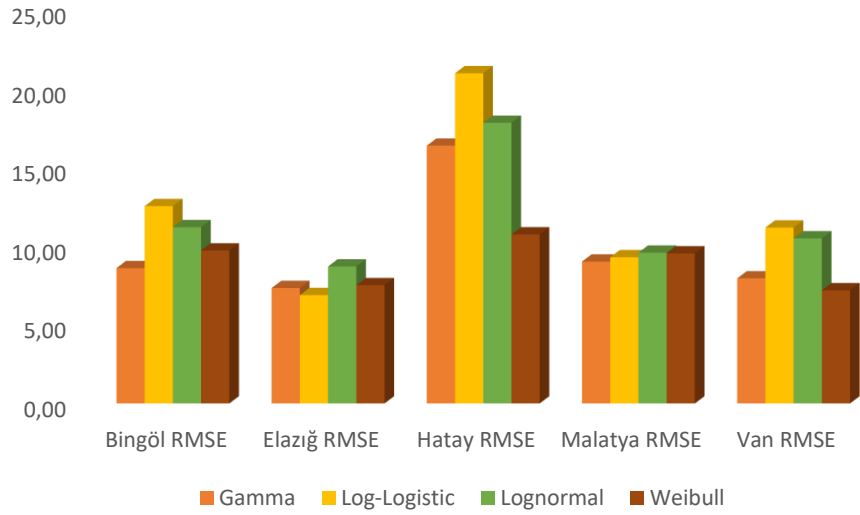
Şekil 3.36. Sırasıyla Kuzey Anadolu Fay Hattı derinlik verileri için RMSE değişim grafikleri



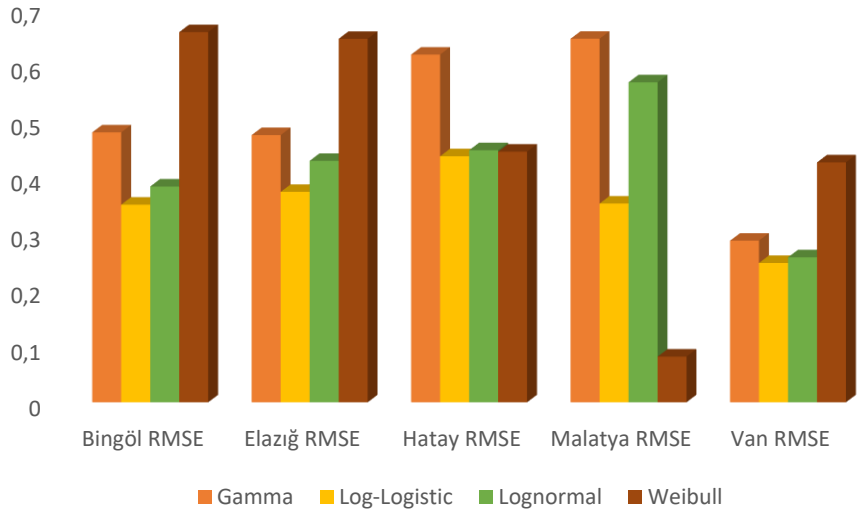
Şekil 3.37. Sırasıyla Kuzey Anadolu Fay Hattı büyüklük verileri için RMSE değişim grafikleri

Çizelge 3.11. Doğu Anadolu fay hattı için olasılık dağılımlarının simülasyon çalışması ile performans değerlendirmesi

	Gamma	Log-Logistic	Lognormal	Weibull
Derinlik				
Bingöl RMSE	8.591	12.53	11.19	9.712
Elazığ RMSE	7.327	6.88	8.699	7.509
Hatay RMSE	16.37	20.97	17.82	10.73
Malatya RMSE	9.009	9.282	9.573	9.53
Van RMSE	7.944	11.17	10.48	7.183
Büyüklik				
Bingöl RMSE	0.4805	0.3518	0.3841	0.659
Elazığ RMSE	0.4757	0.3746	0.4298	0.647
Hatay RMSE	0.619	0.438	0.4488	0.4462
Malatya RMSE	0.6472	0.3539	0.5696	0.08132
Van RMSE	0.2877	0.2481	0.2581	0.4271



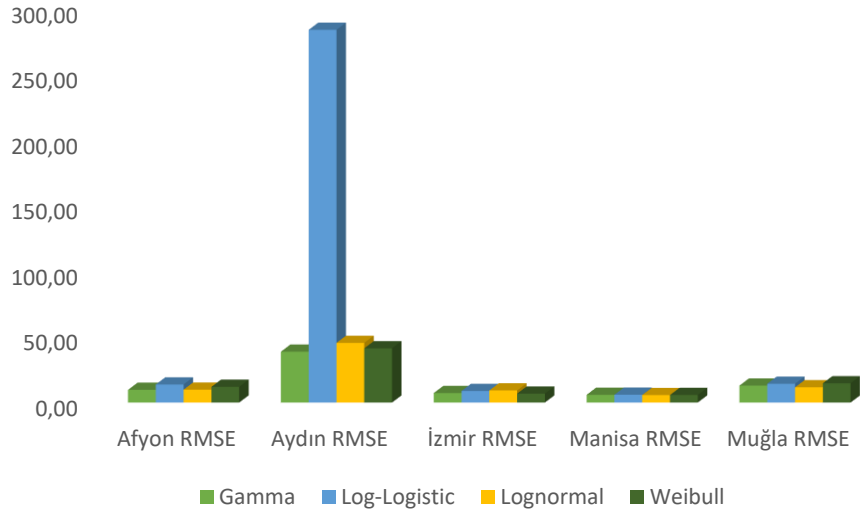
Şekil 3.38. Sırasıyla Doğu Anadolu Fay Hattı derinlik verileri için RMSE değişim grafikleri



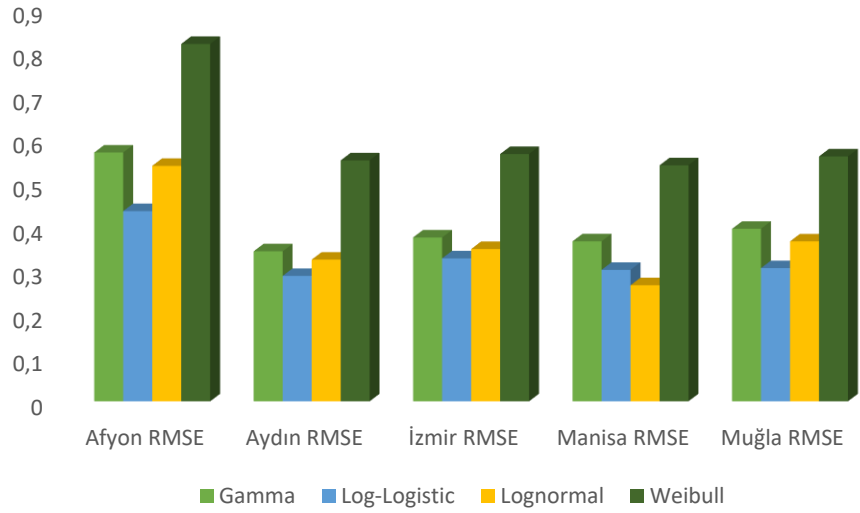
Şekil 3.39. Sırasıyla Doğu Anadolu Fay Hattı büyüklük verileri için RMSE değişim grafikleri

Çizelge 3.12. Batı Anadolu fay hattı için olasılık dağılımlarının simülasyon çalışması ile performans değerlendirmesi

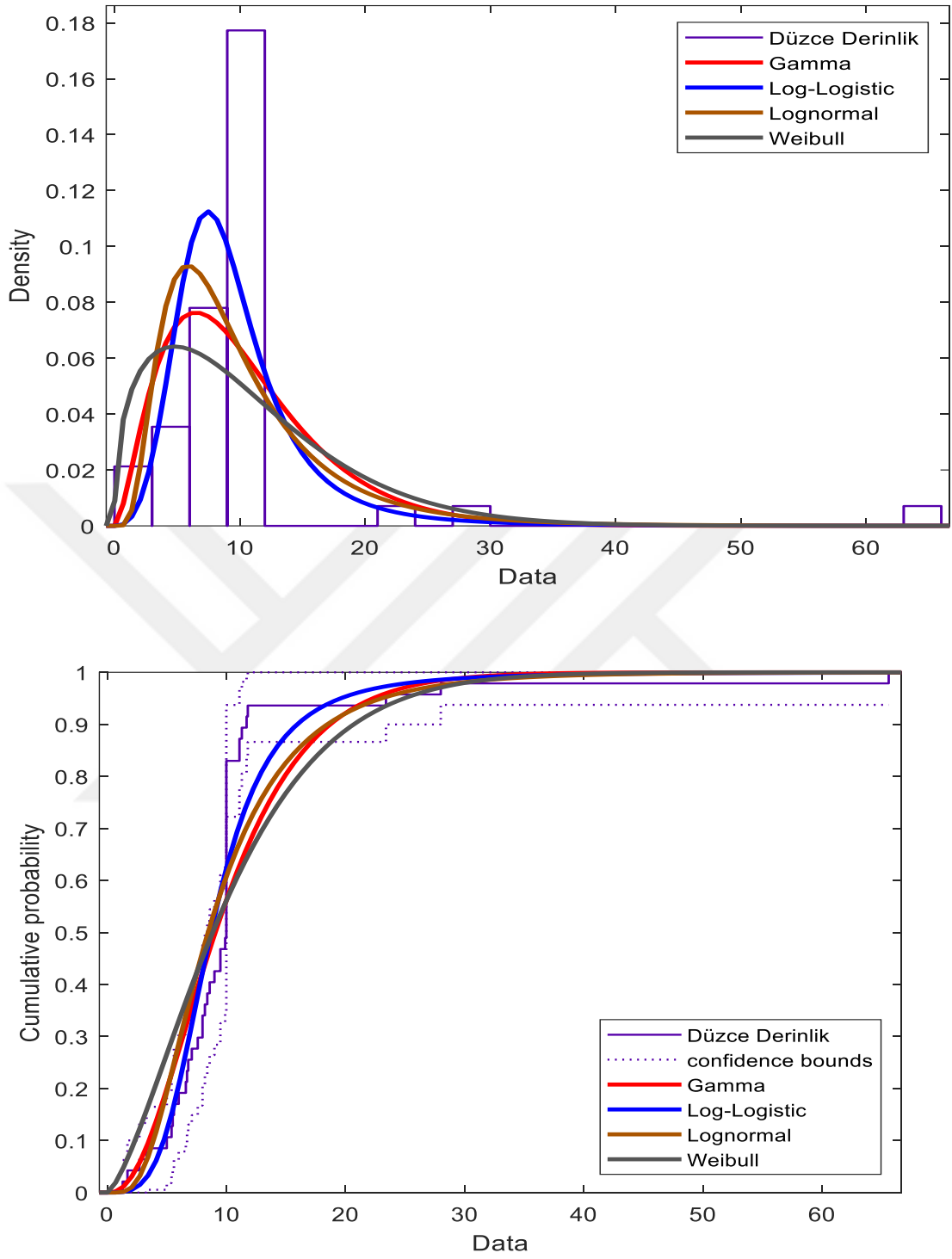
	Gamma	Log-Logistic	Lognormal	Weibull
Derinlik				
Afyon RMSE	9.647	13.71	9.799	11.93
Aydın RMSE	38.71	283.8	45.37	41.27
İzmir RMSE	7.206	8.792	9.205	6.769
Manisa RMSE	5.825	5.916	5.696	5.711
Muğla RMSE	12.91	14.26	11.57	14.64
Büüklük				
Afyon RMSE	0.5694	0.4353	0.5388	0.8179
Aydın RMSE	0.3433	0.287	0.3243	0.5514
İzmir RMSE	0.375	0.3272	0.3485	0.566
Manisa RMSE	0.3662	0.3009	0.2656	0.5402
Muğla RMSE	0.3948	0.3048	0.366	0.5605



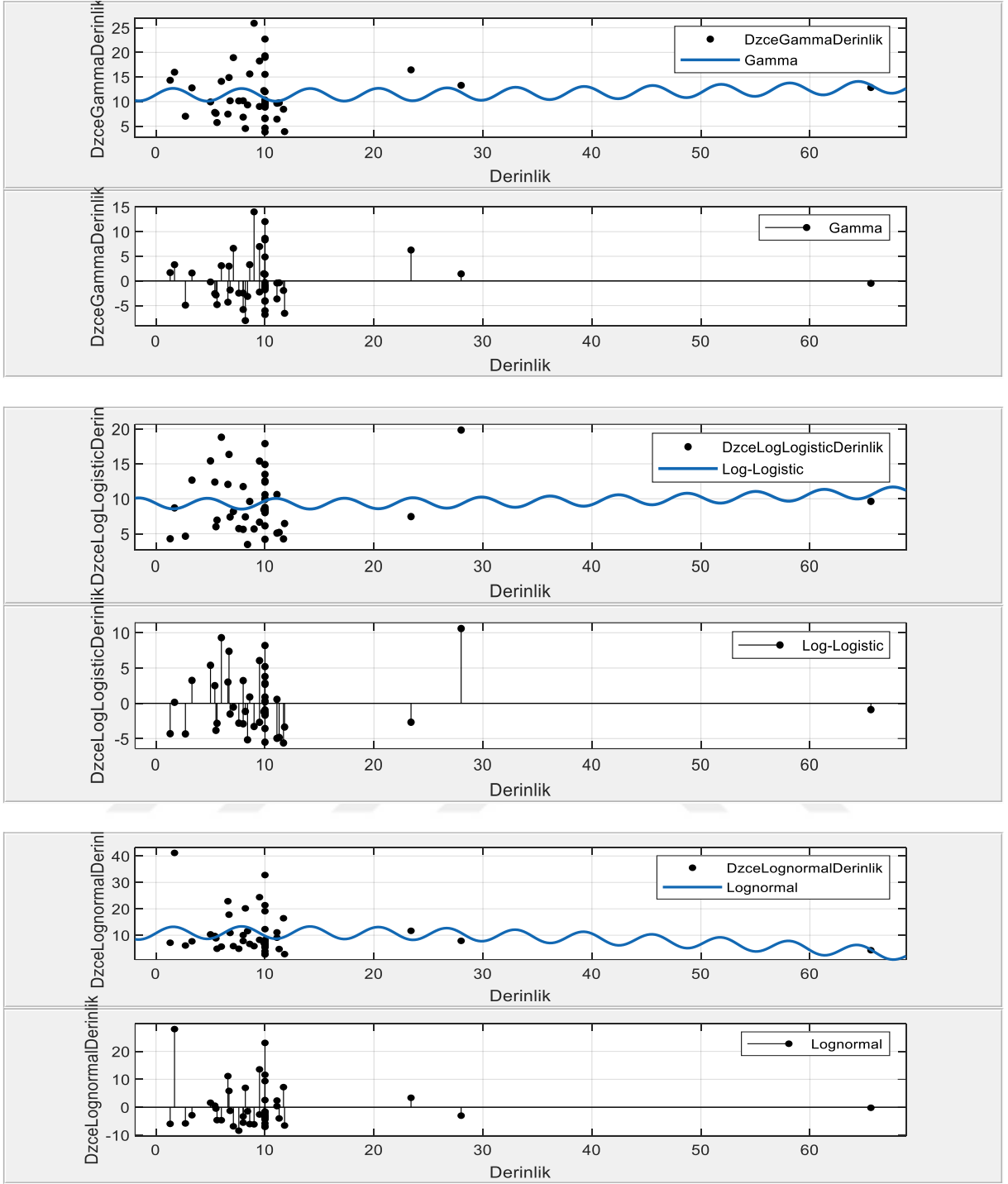
Şekil 3.40. Sırasıyla Batı Anadolu Fay Hattı derinlik verileri için RMSE değişim grafikleri

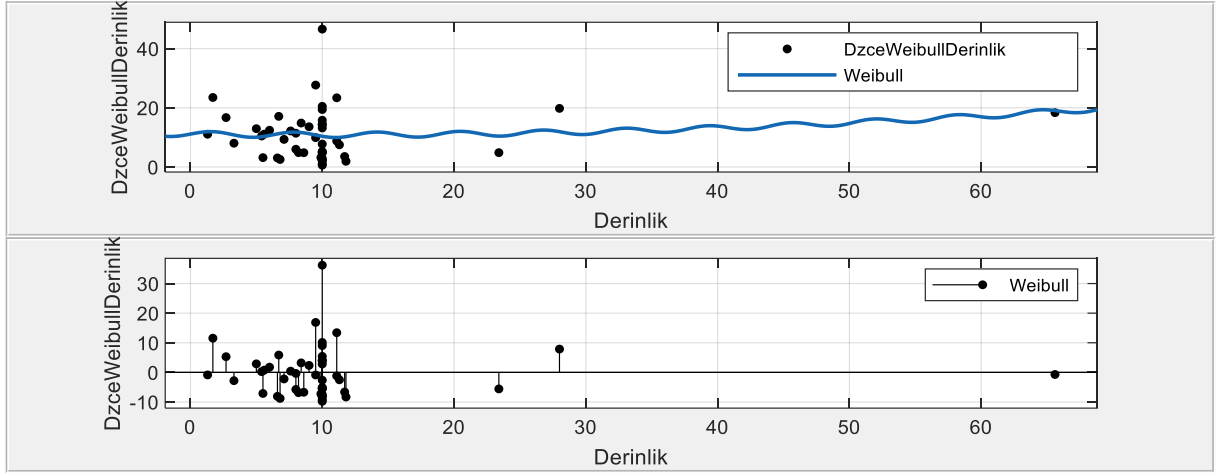


Şekil 3.41. Sırasıyla Batı Anadolu Fay Hattı büyüklük verileri için RMSE değişim grafikleri

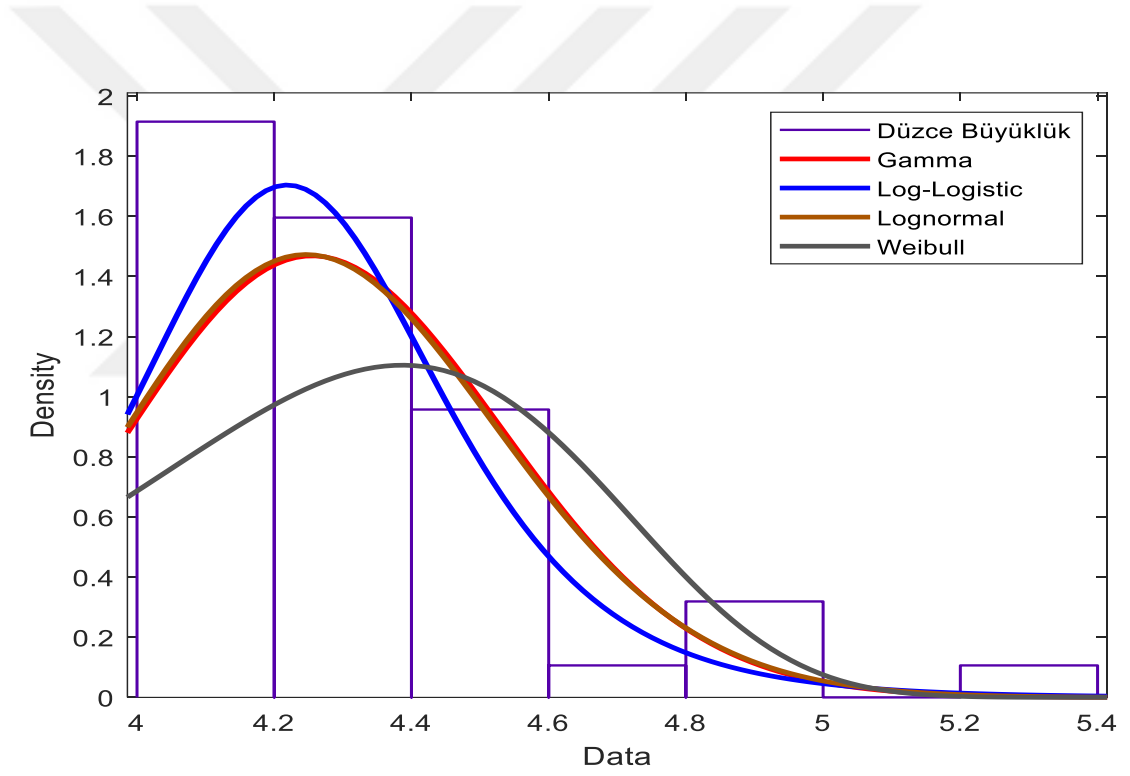


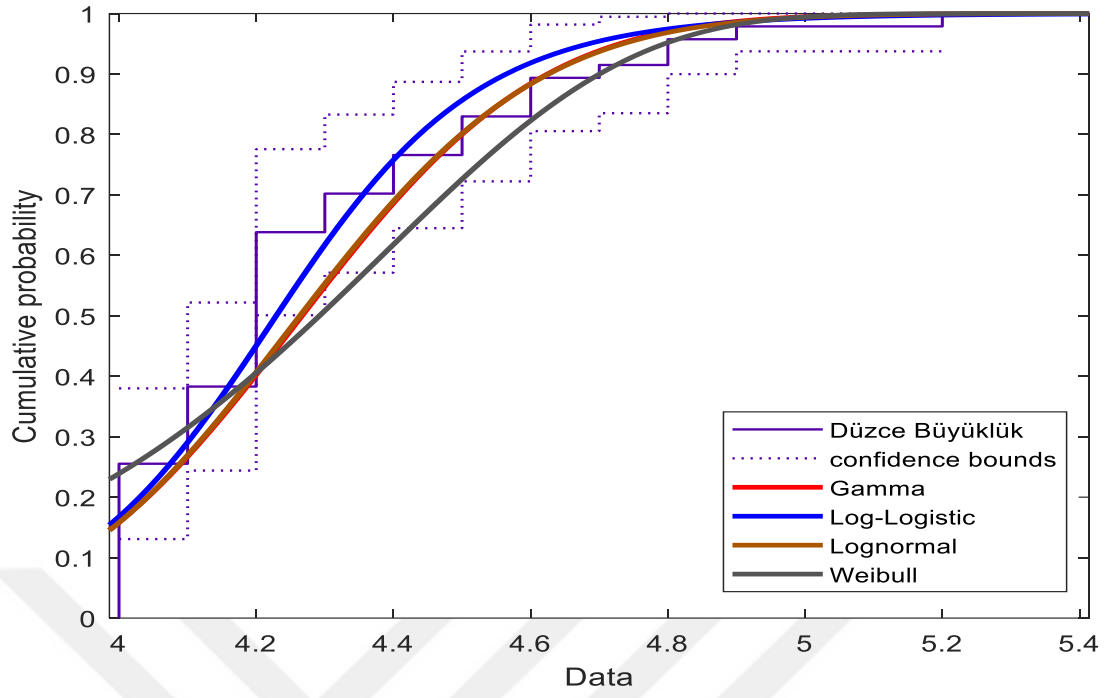
Şekil 3.42. Düzce ilinin derinlik veri setinin sırasıyla olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği



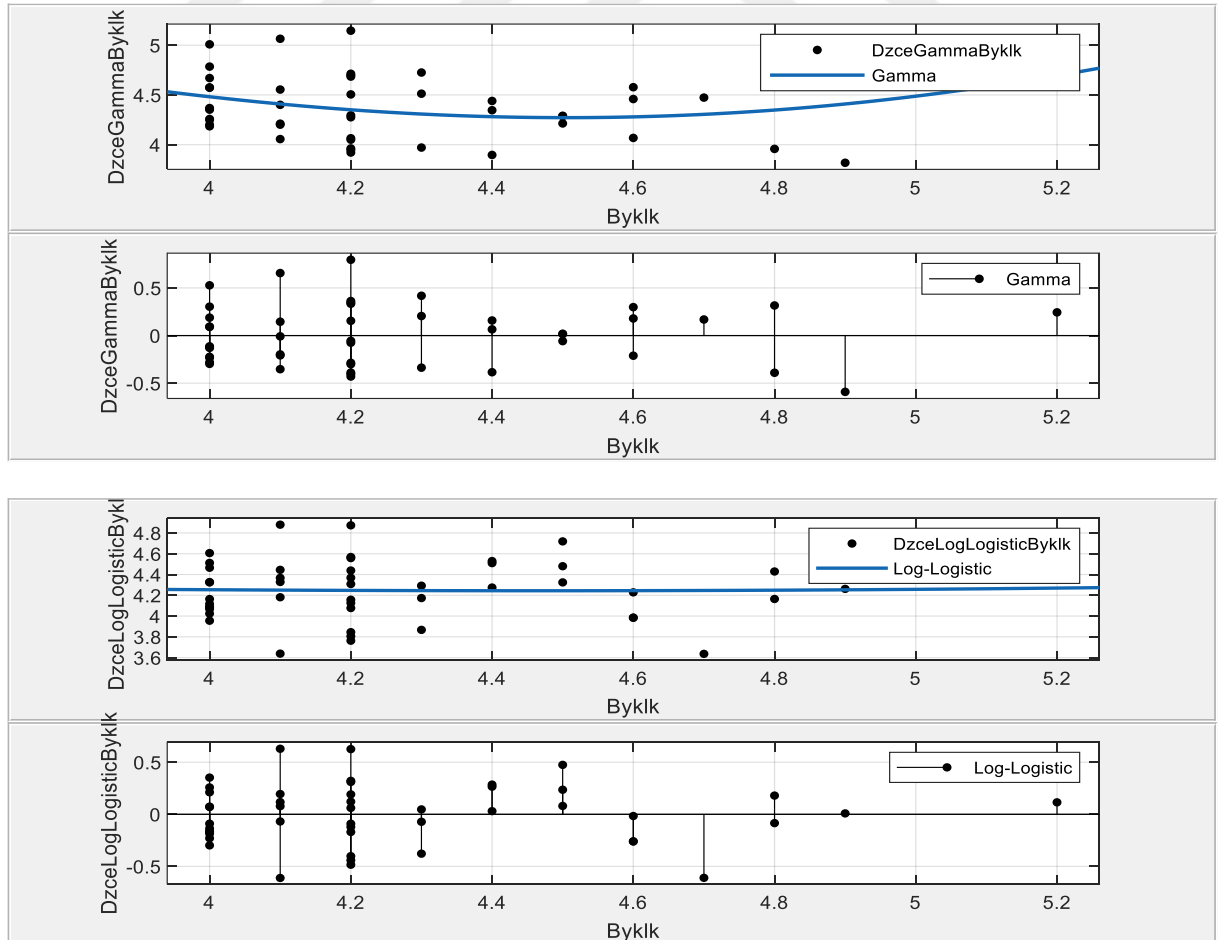


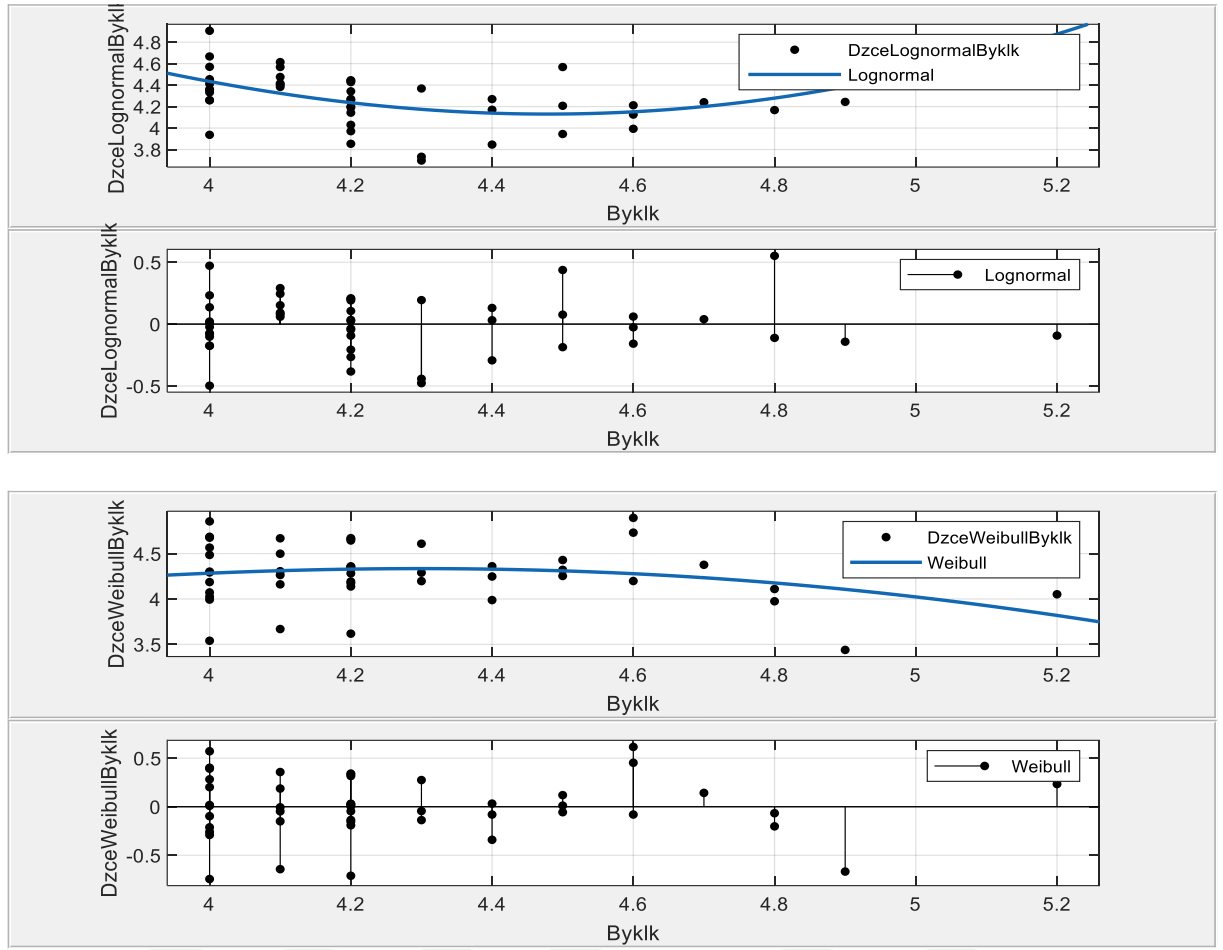
Şekil 3.43. Düzce ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri



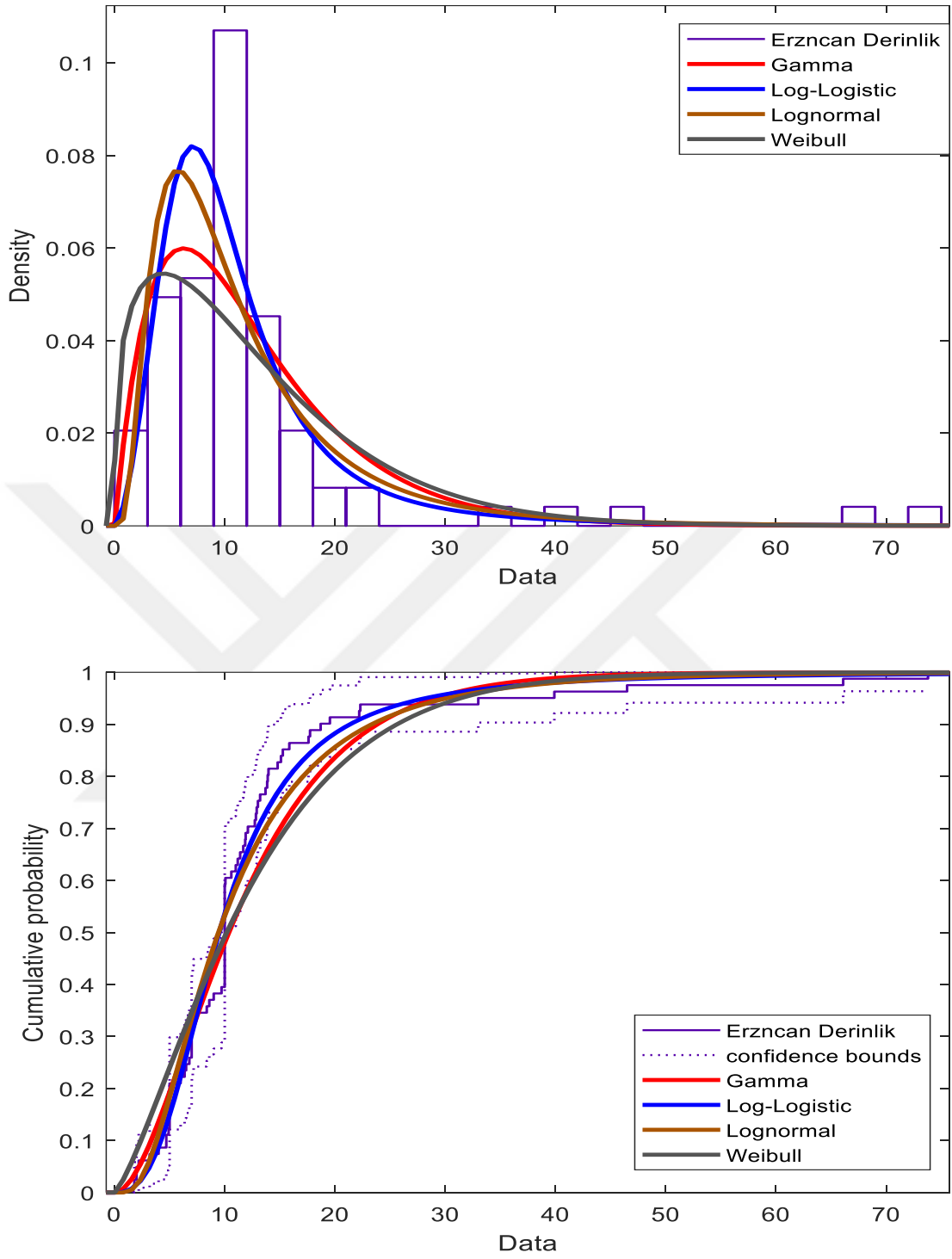


Şekil 3.44. Sırasıyla Düzce ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği

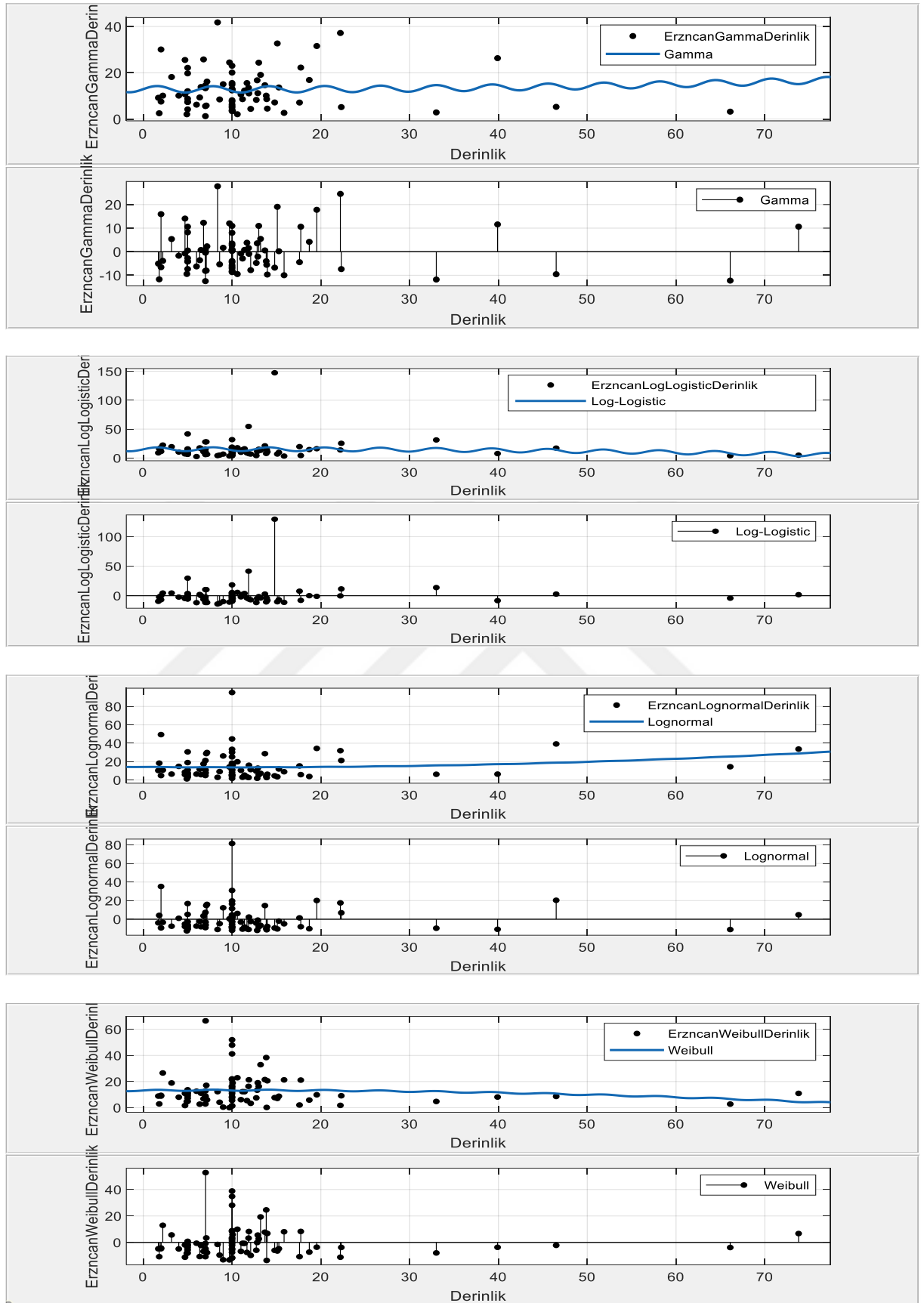




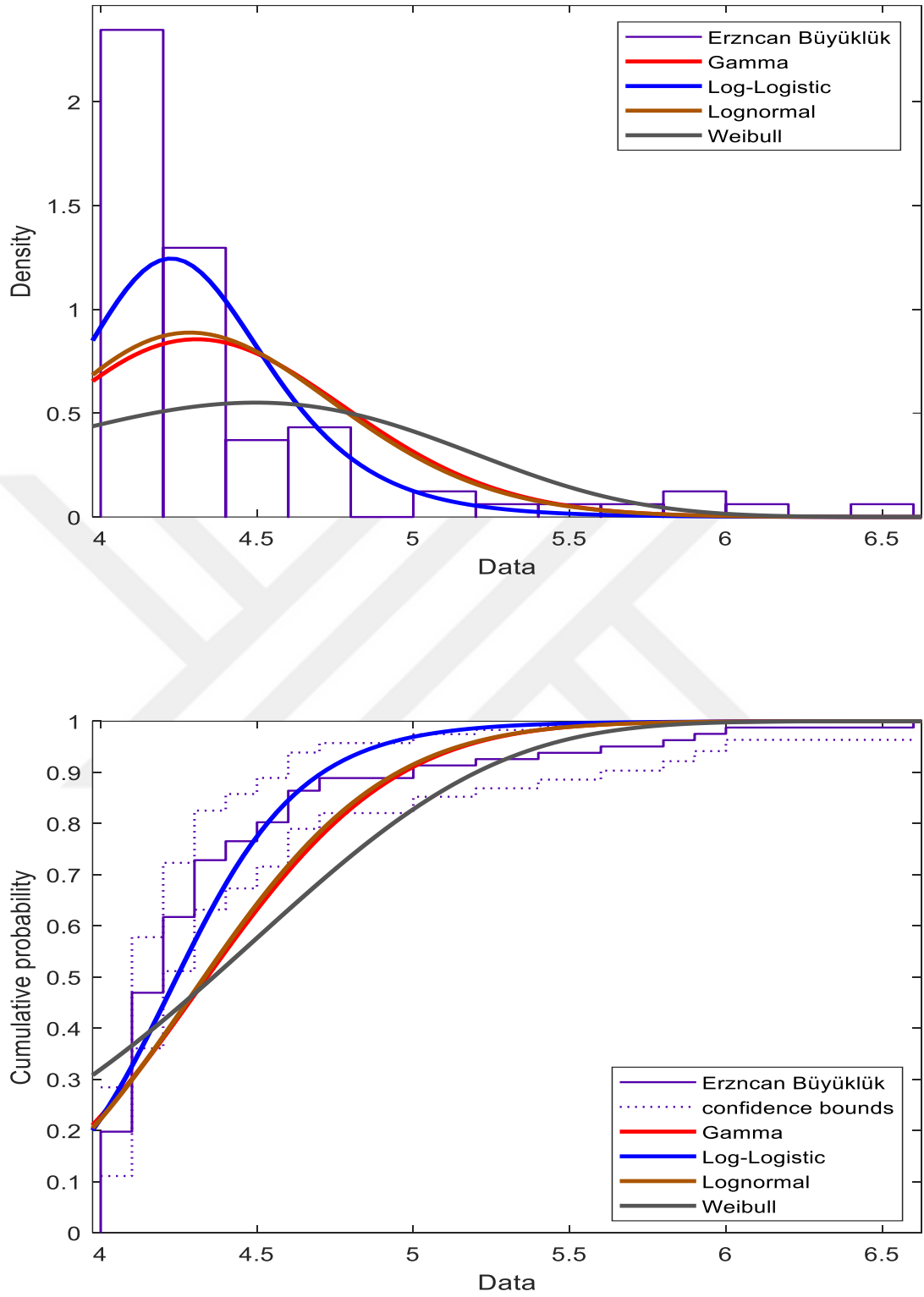
Şekil 3.45. Düzce ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri



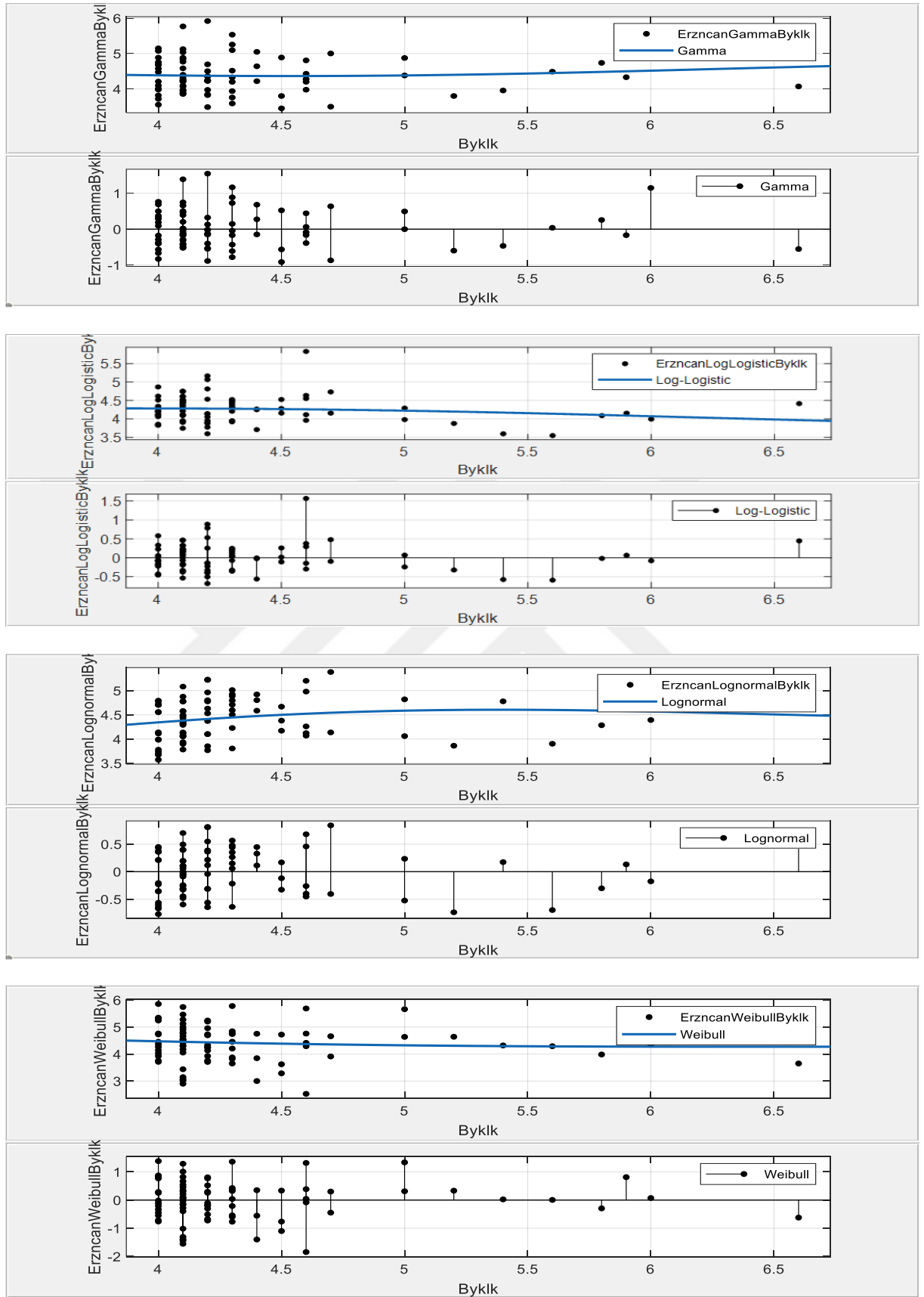
Şekil 3.46. Sırasıyla Erzincan ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği



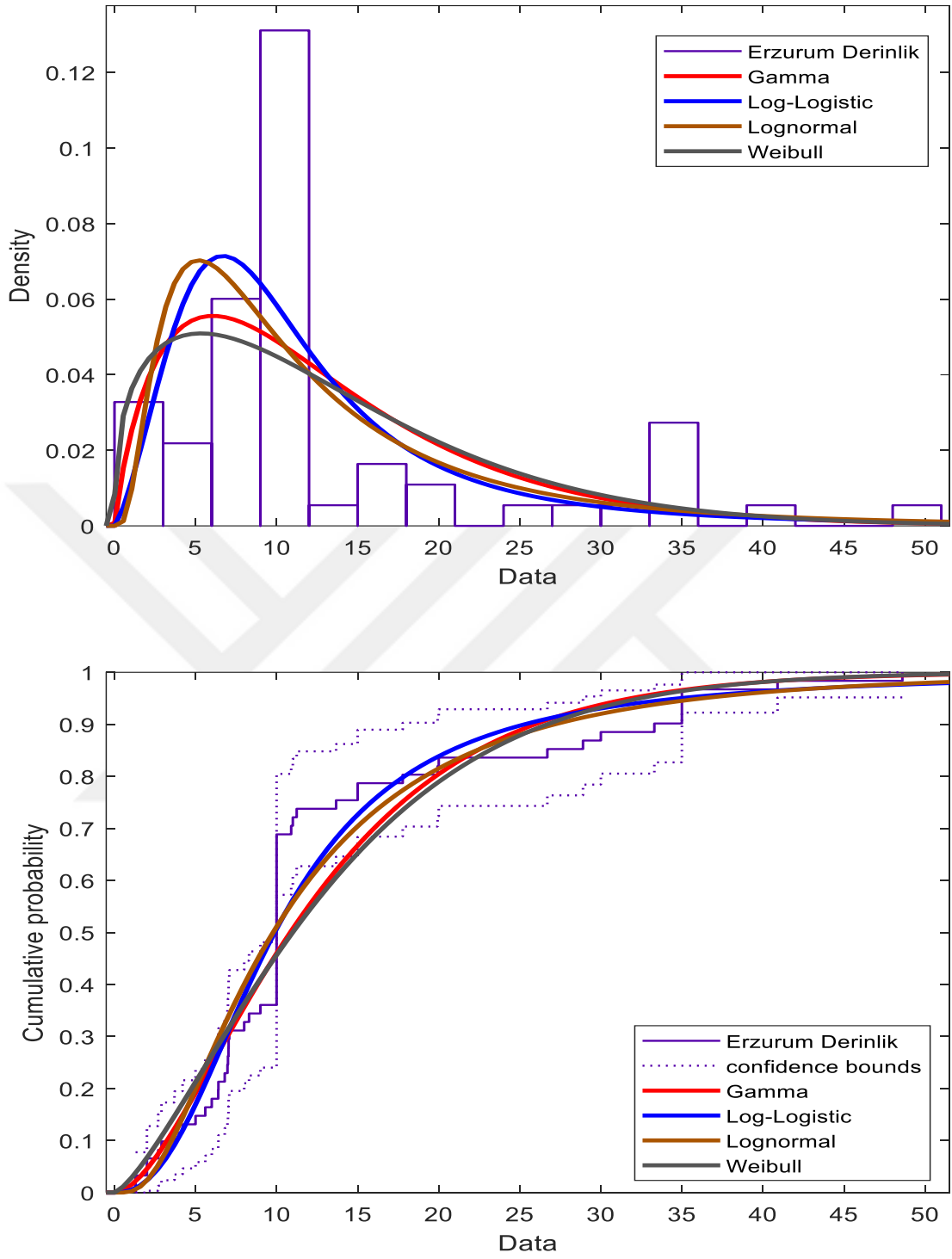
Şekil 3.47. Erzincan ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri



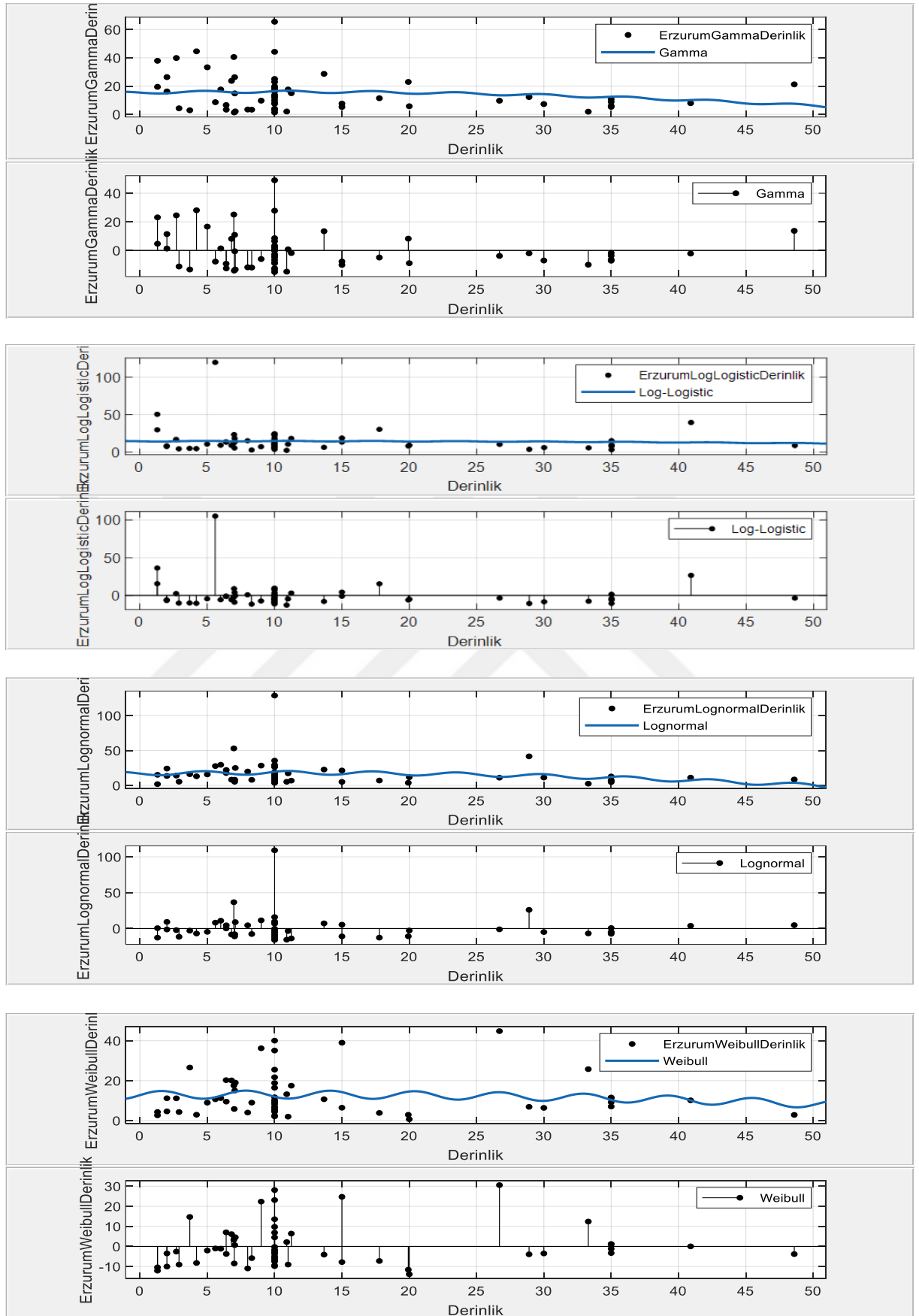
Şekil 3.48. Sırasıyla Erzincan ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği



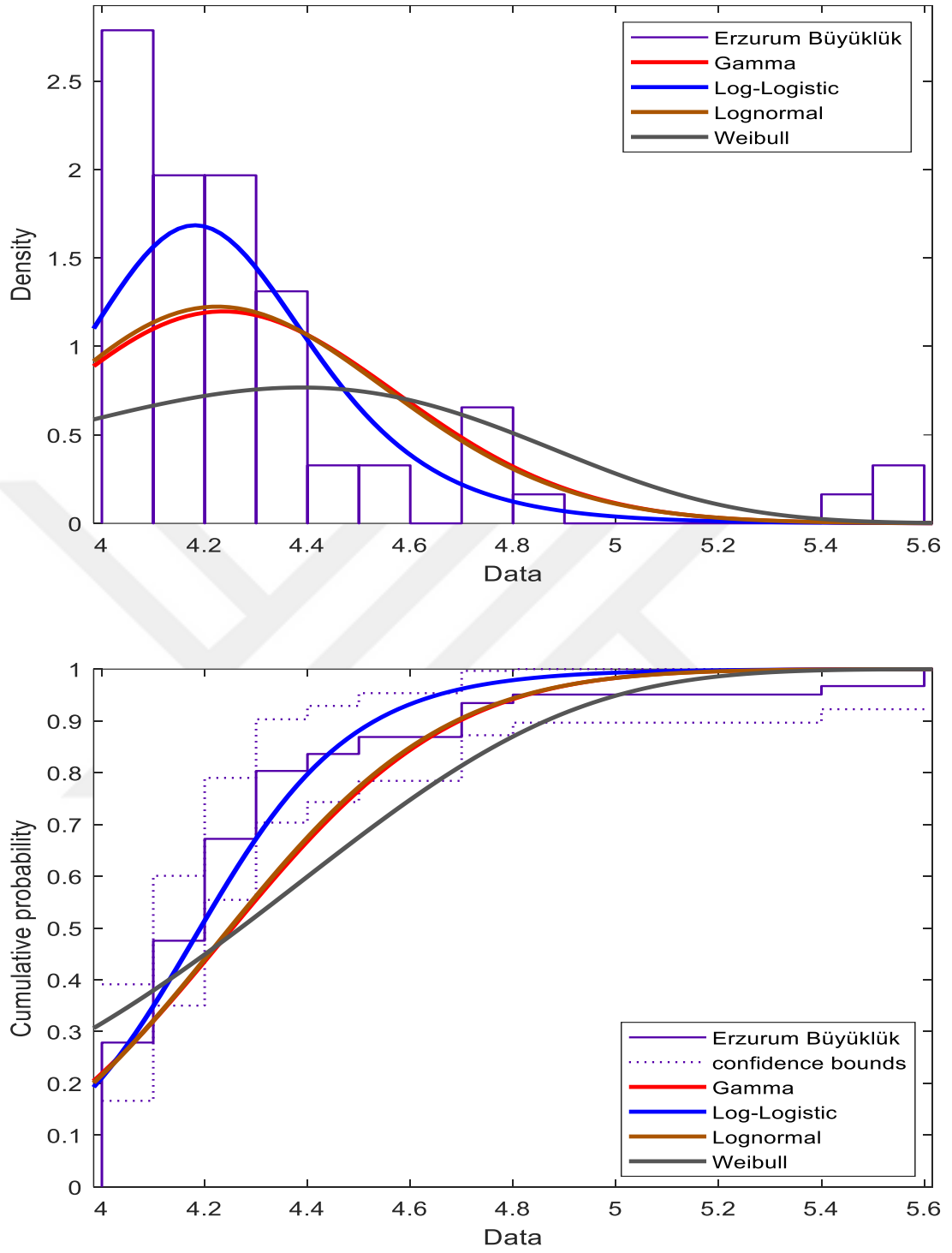
Şekil 3.49. Erzincan ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri



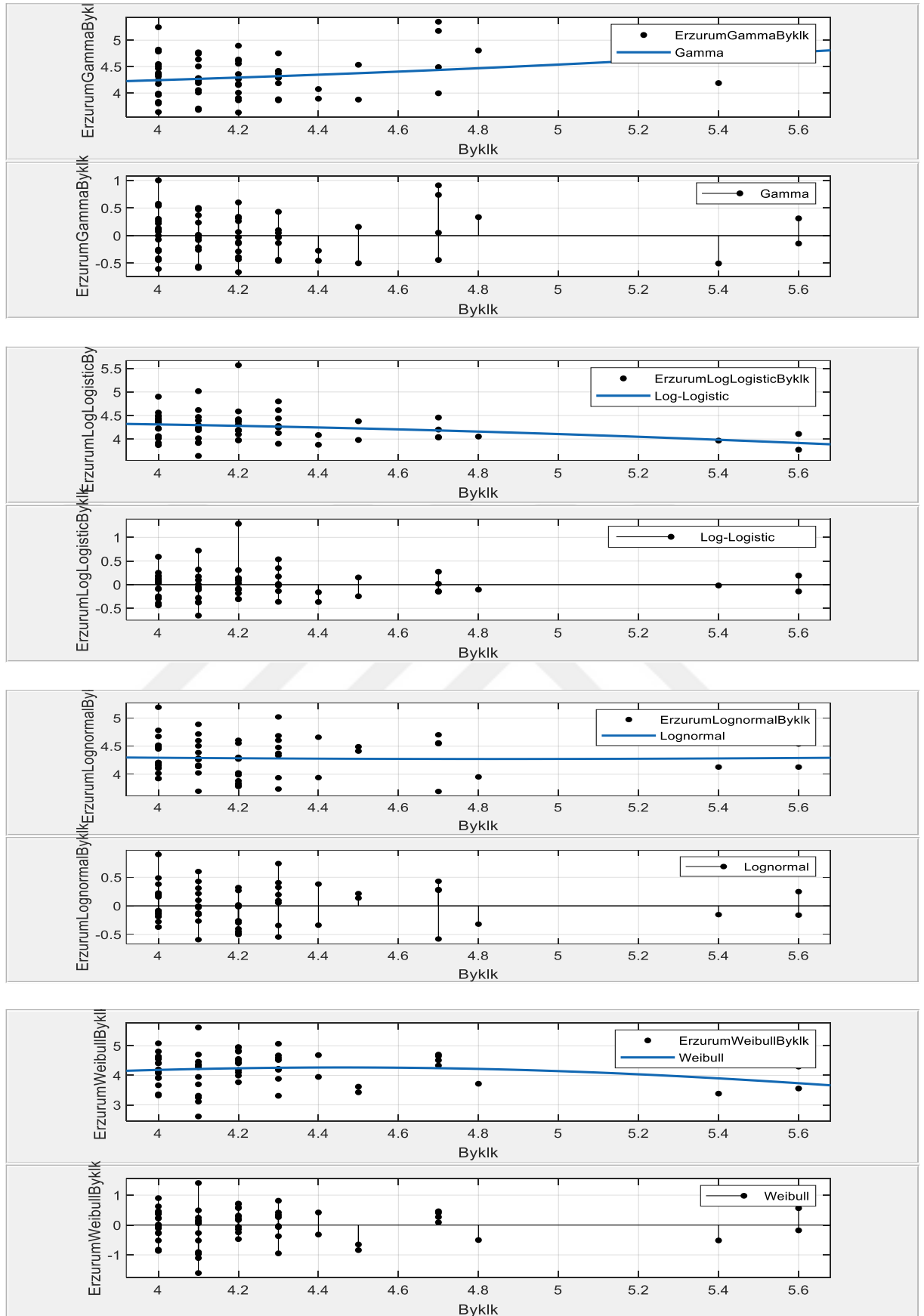
Şekil 3.50. Sırasıyla Erzurum ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği



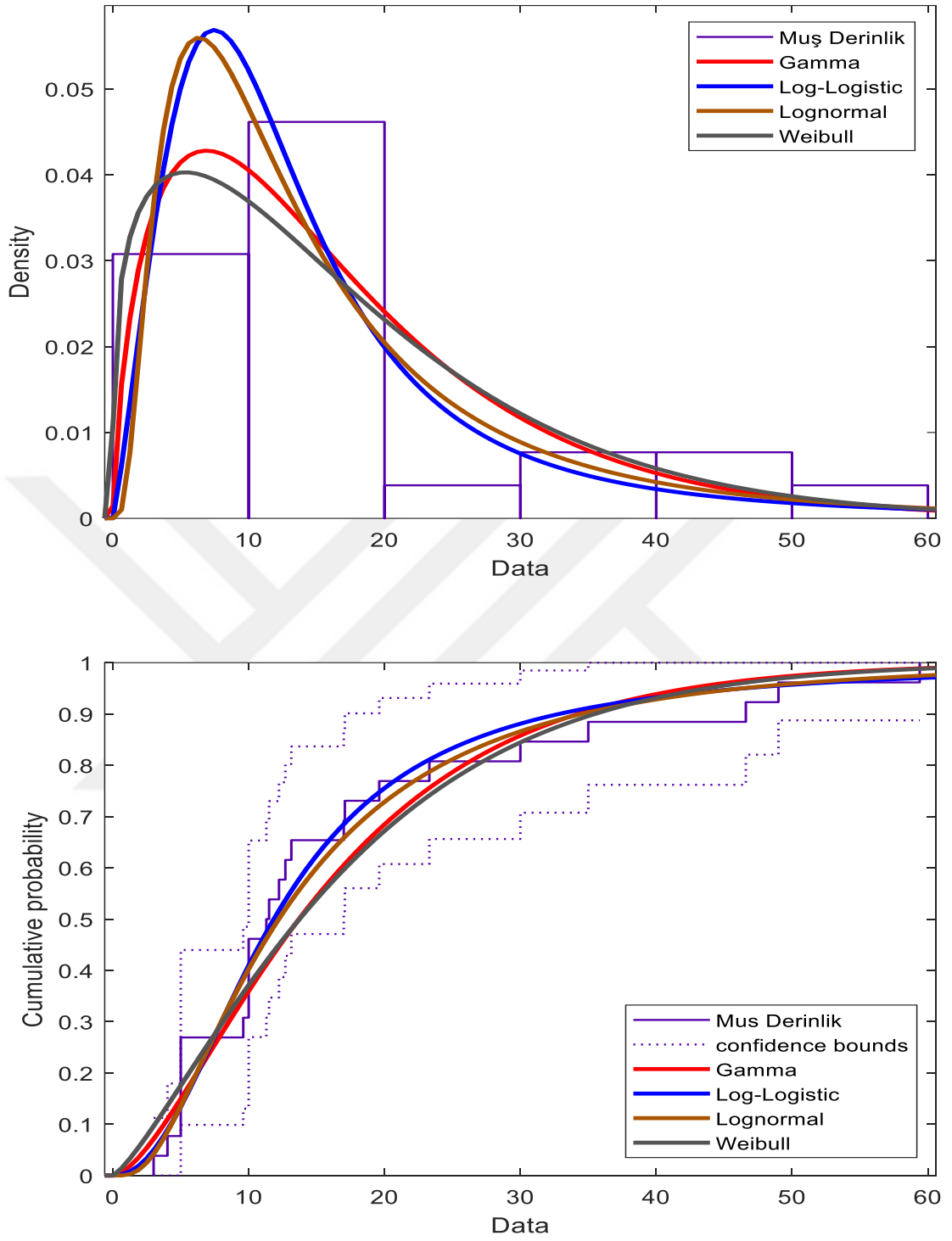
Şekil 3.51. Erzurum ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri



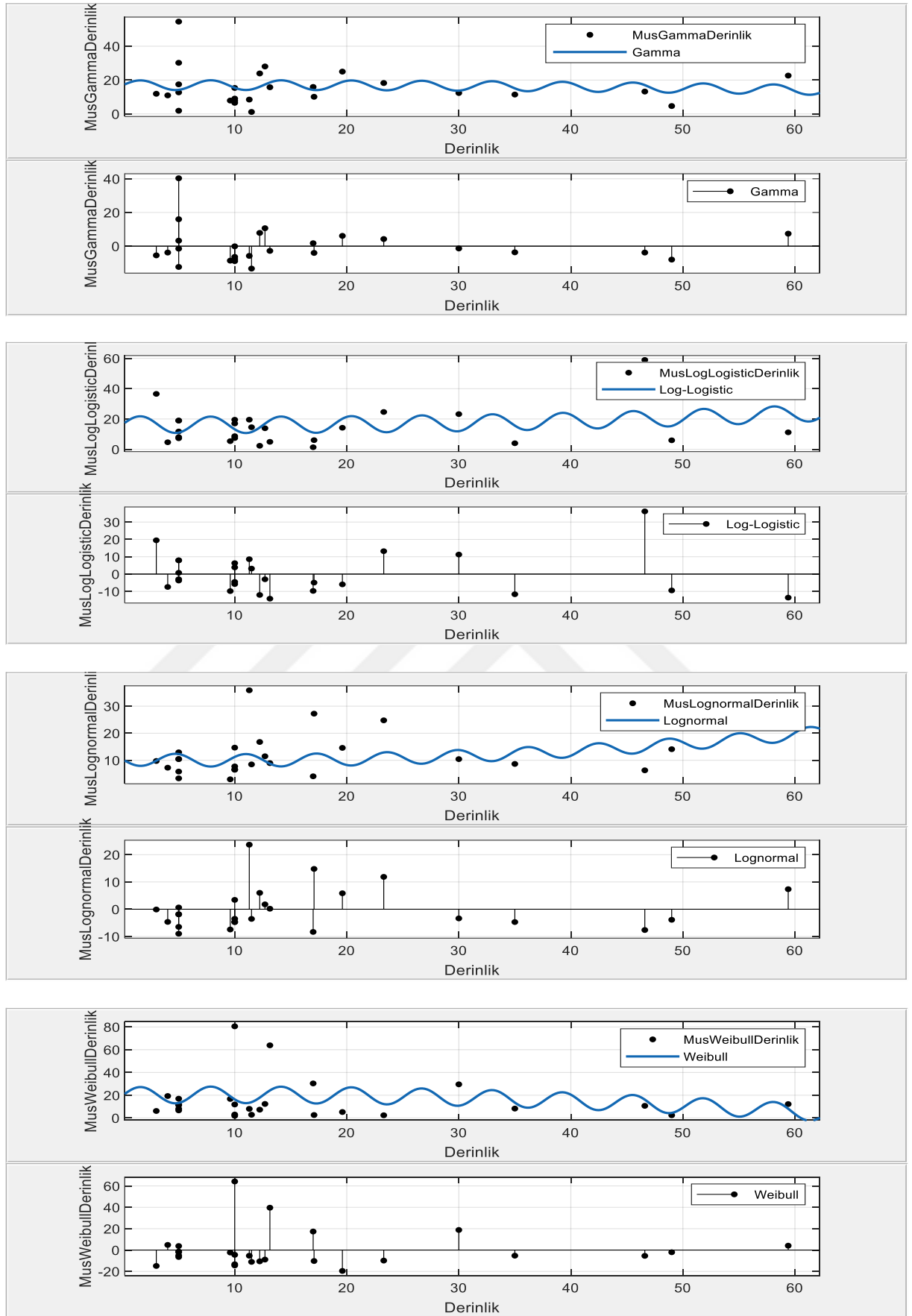
Şekil 3.52. Sırasıyla Erzurum ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği



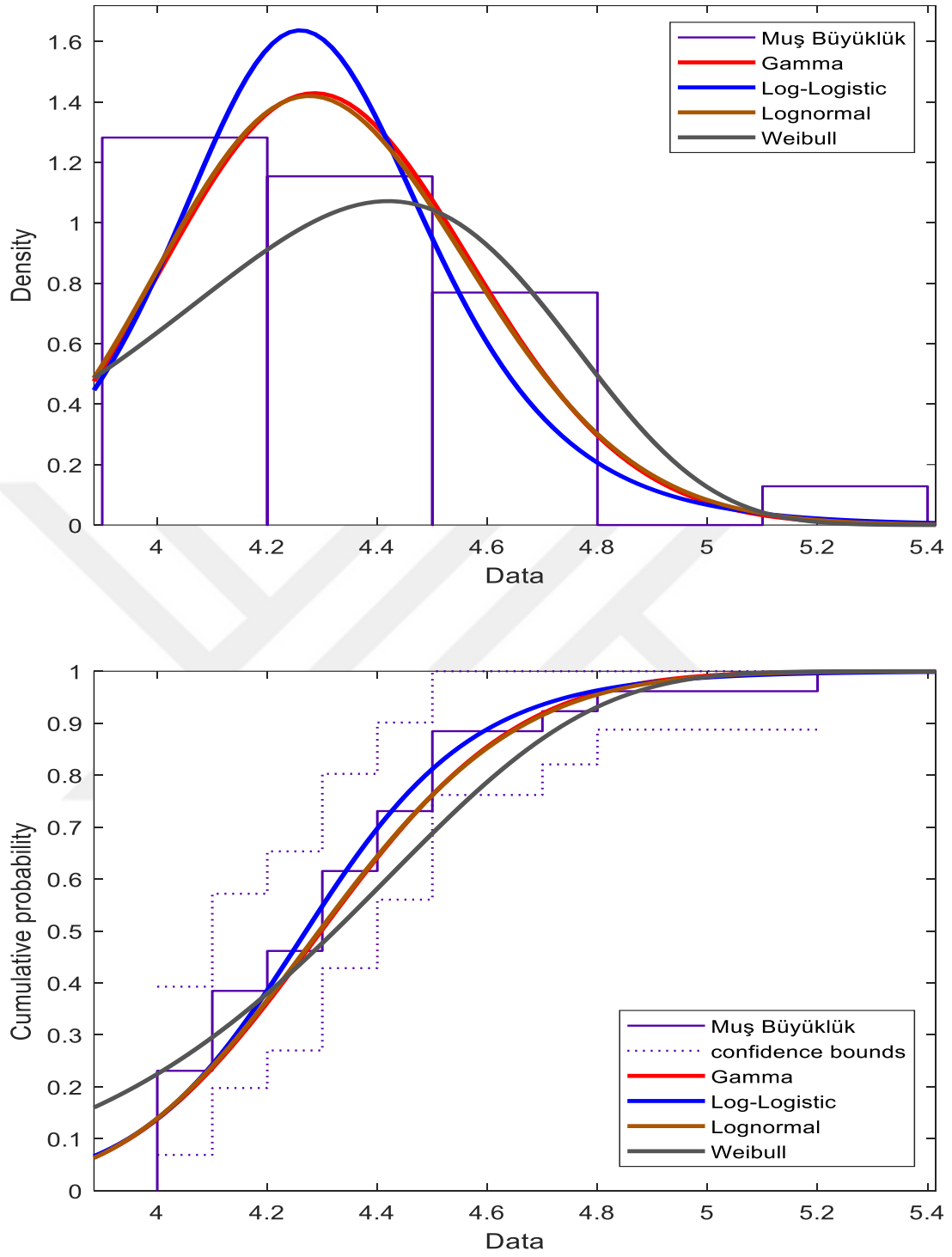
Şekil 3.53. Erzurum ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri



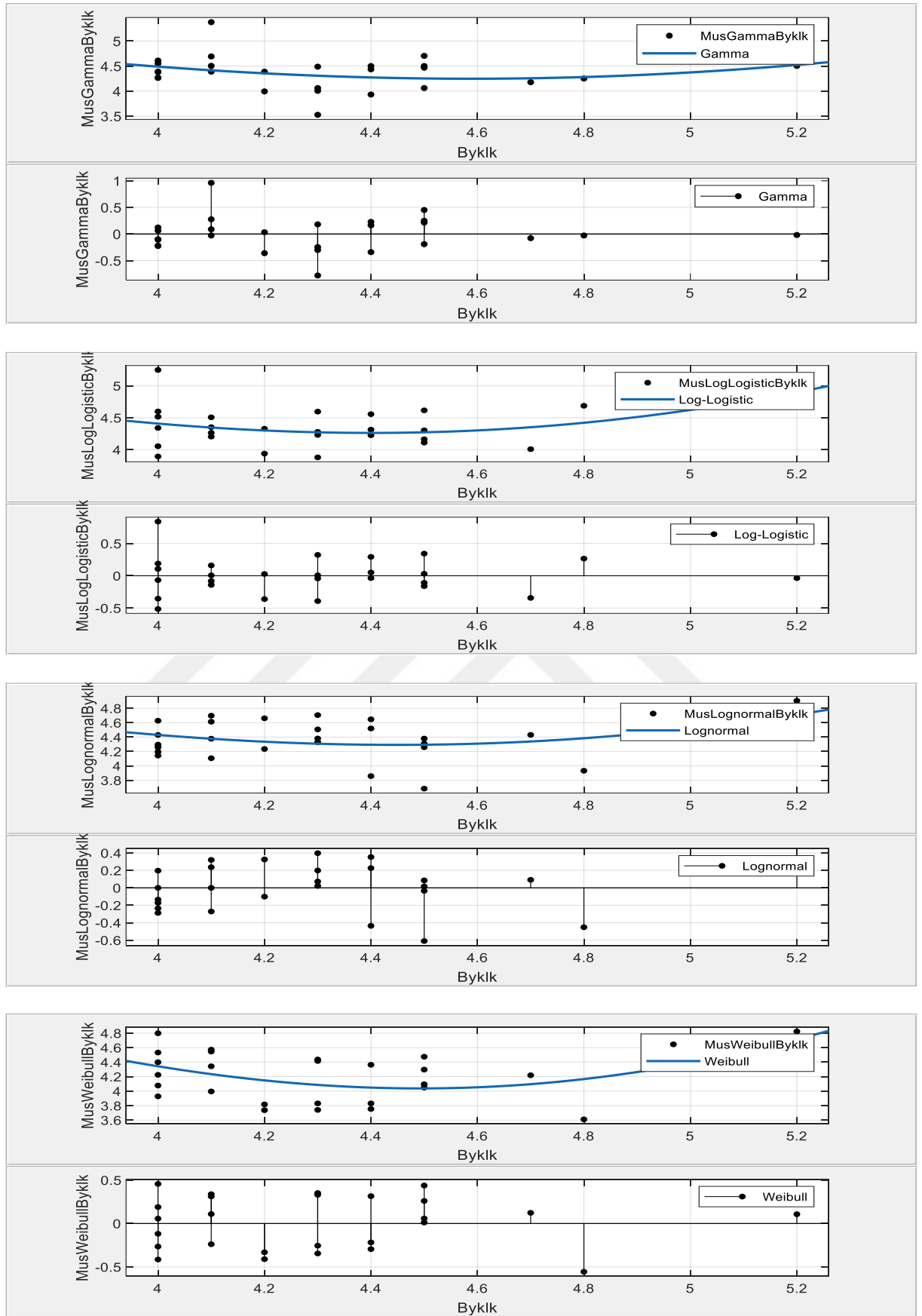
Şekil 3.54. Sırasıyla Muş ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği



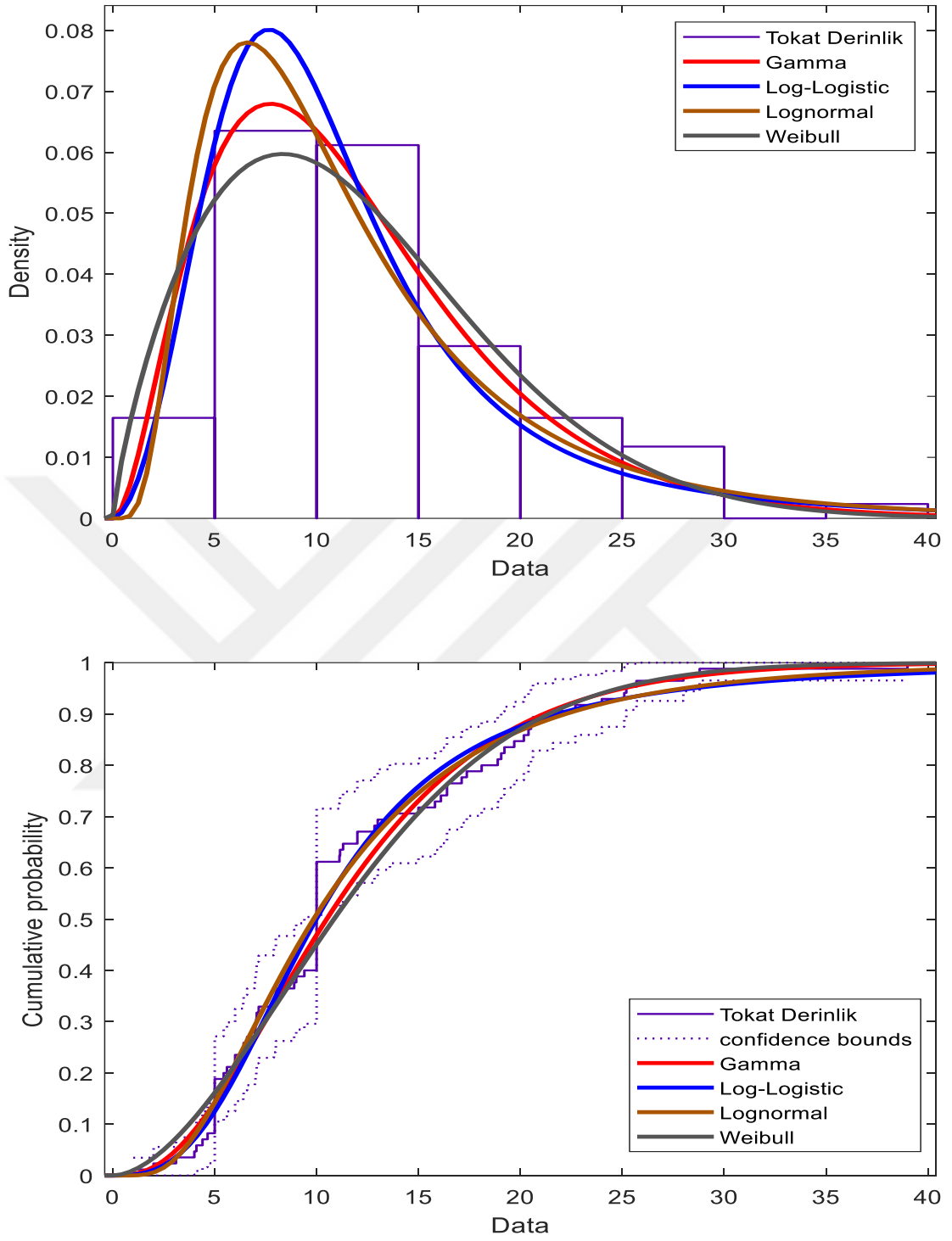
Şekil 3.55. Muş ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri



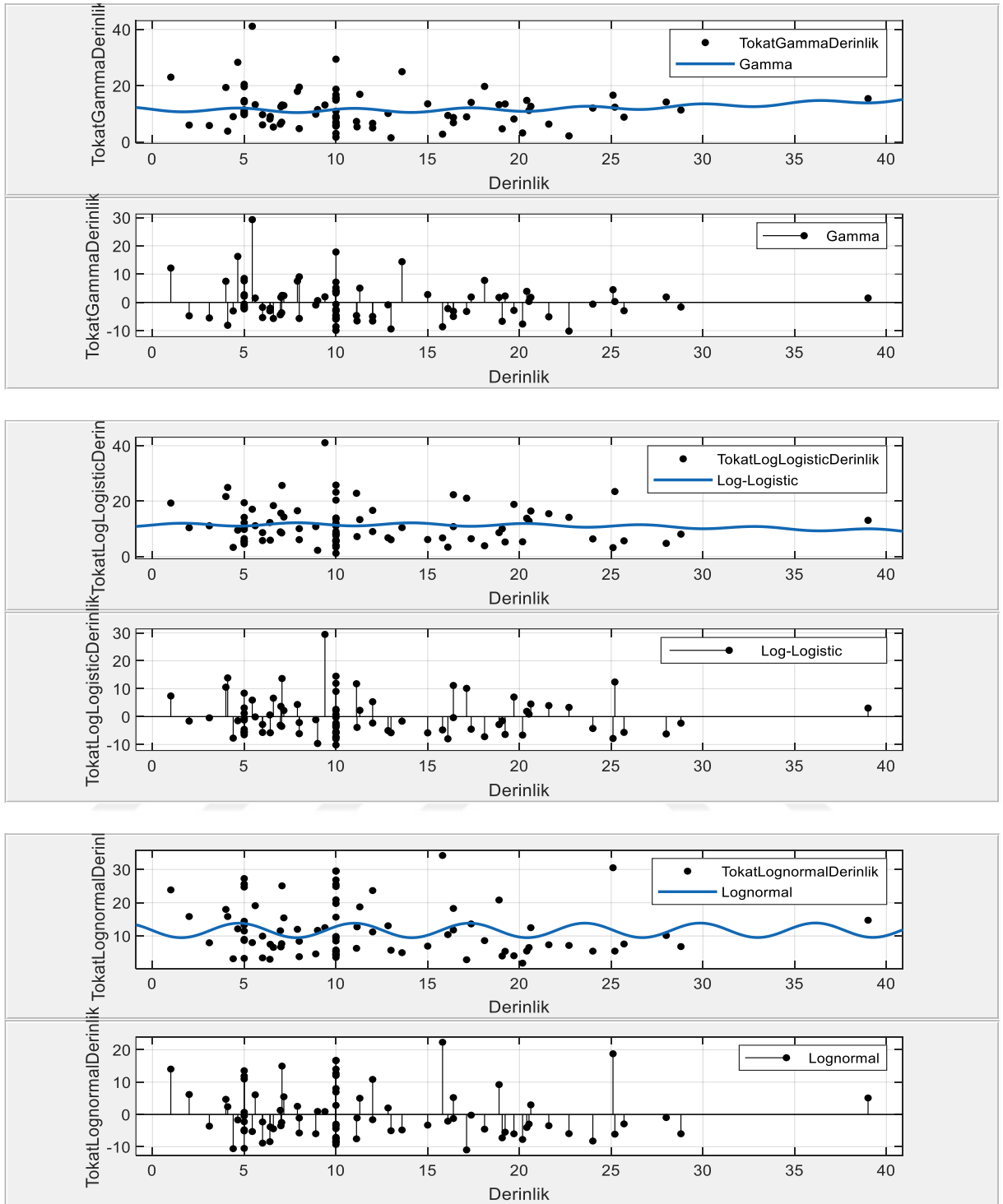
Şekil 3.56. Sırasıyla Muş ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği

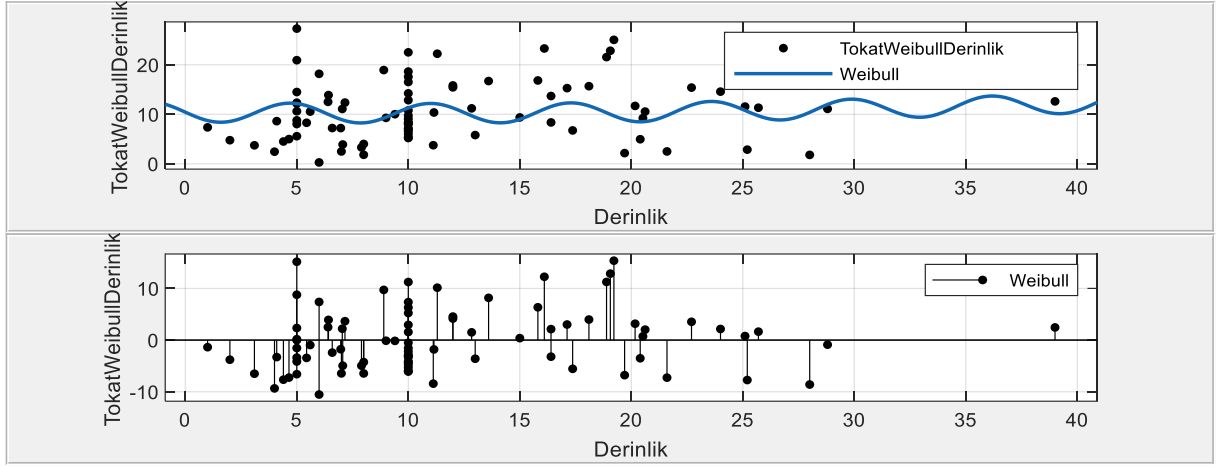


Şekil 3.57. Muş ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri

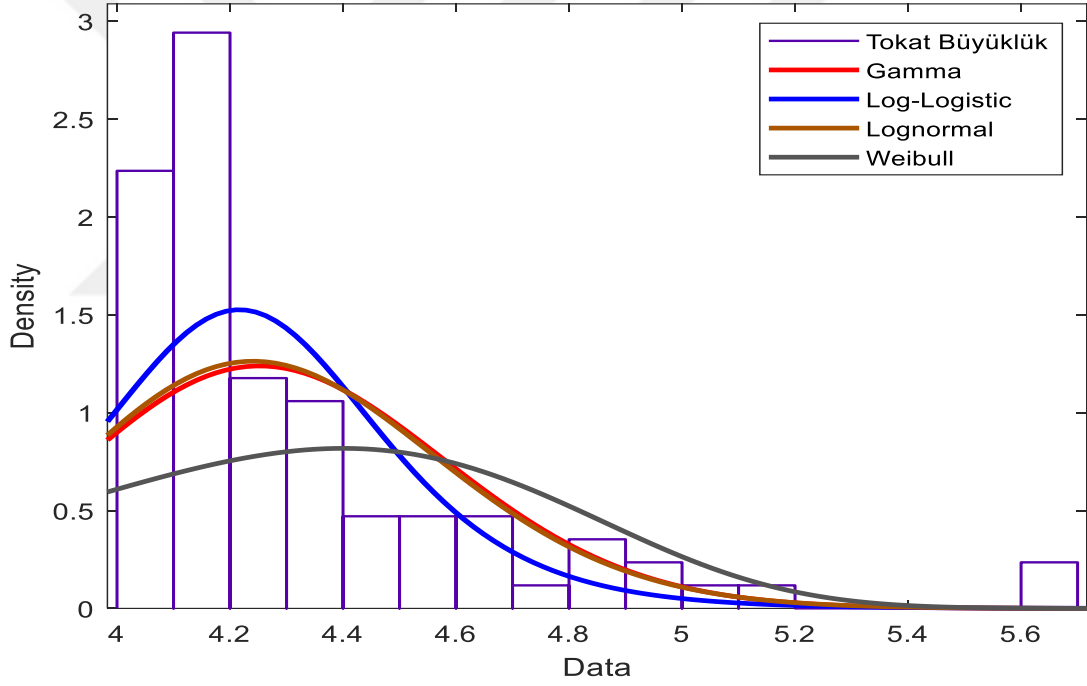


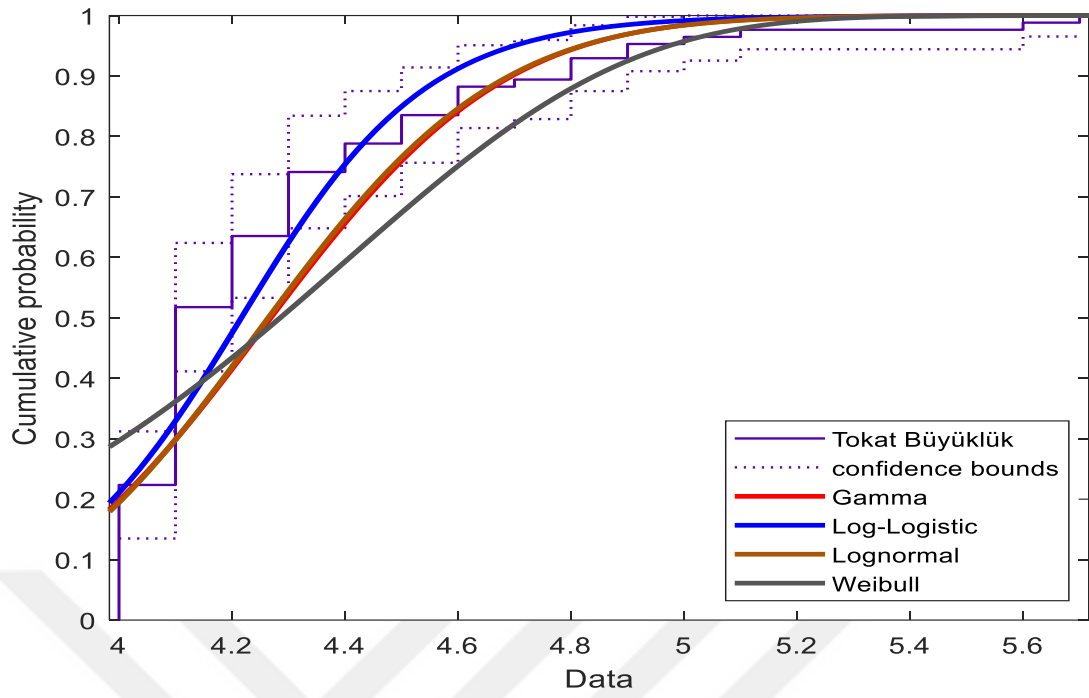
Şekil 3.58. Sırasıyla Tokat ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği



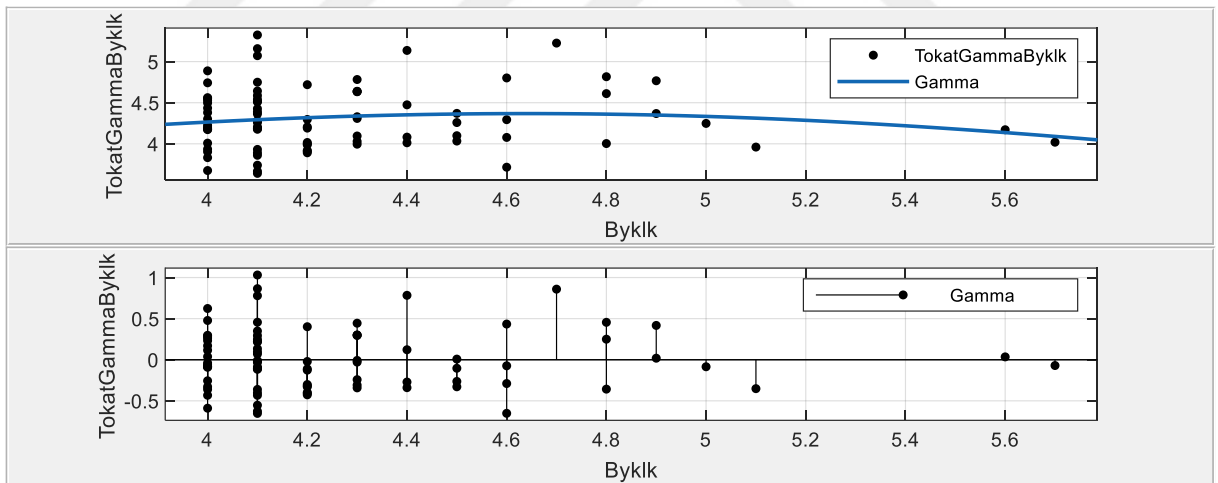


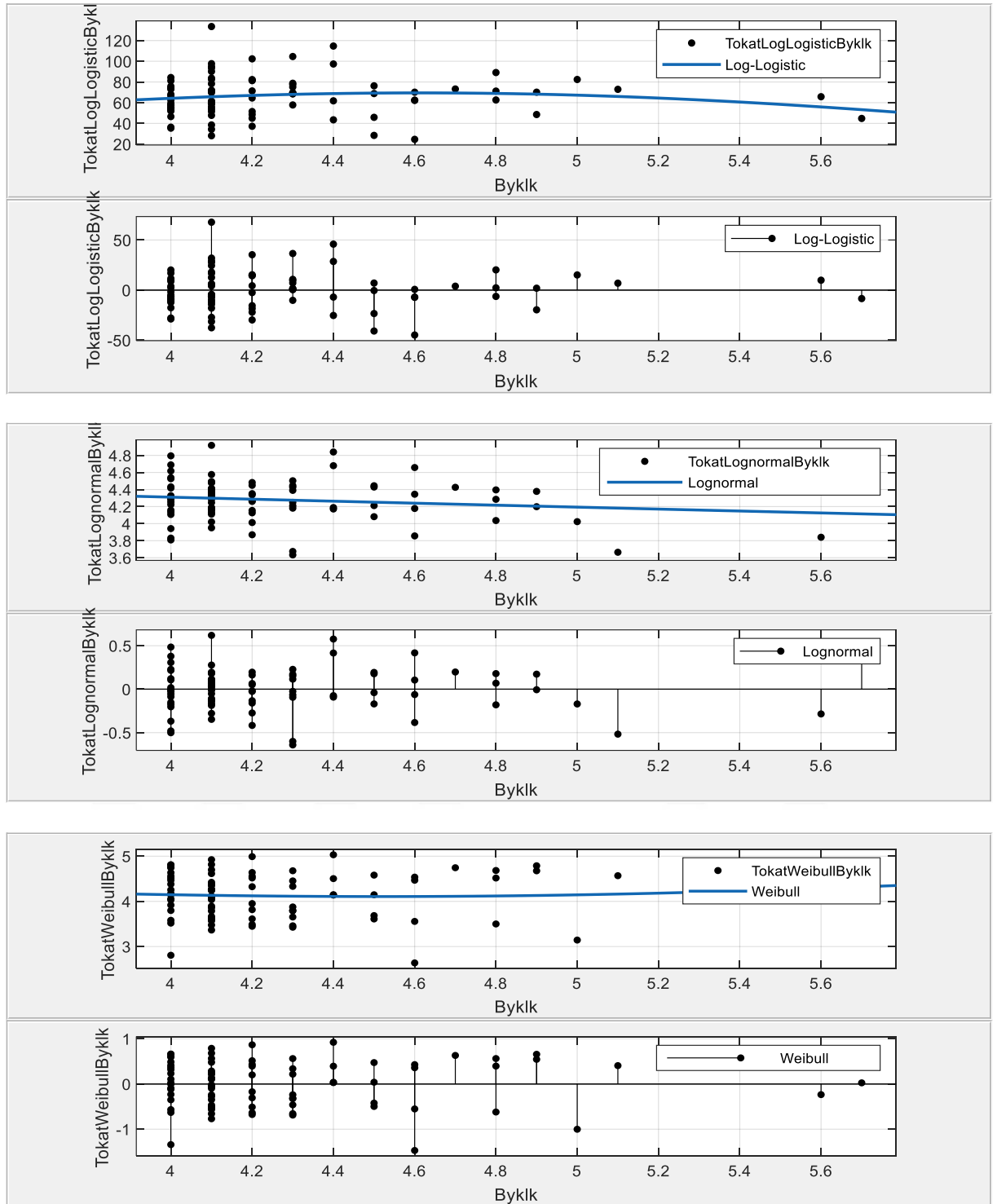
Şekil 3.59. Tokat ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri



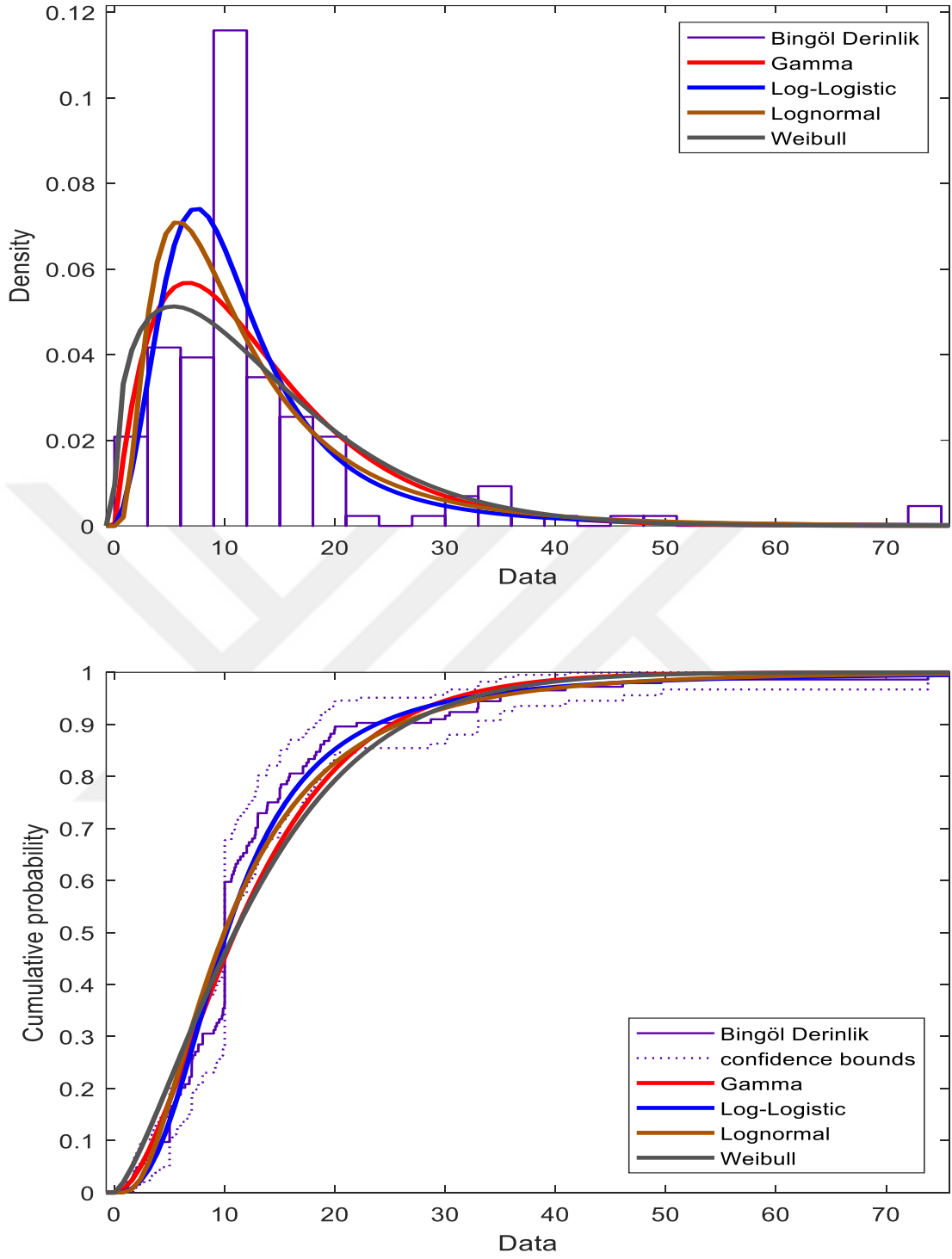


Şekil 3.60. Sırasıyla Tokat ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği

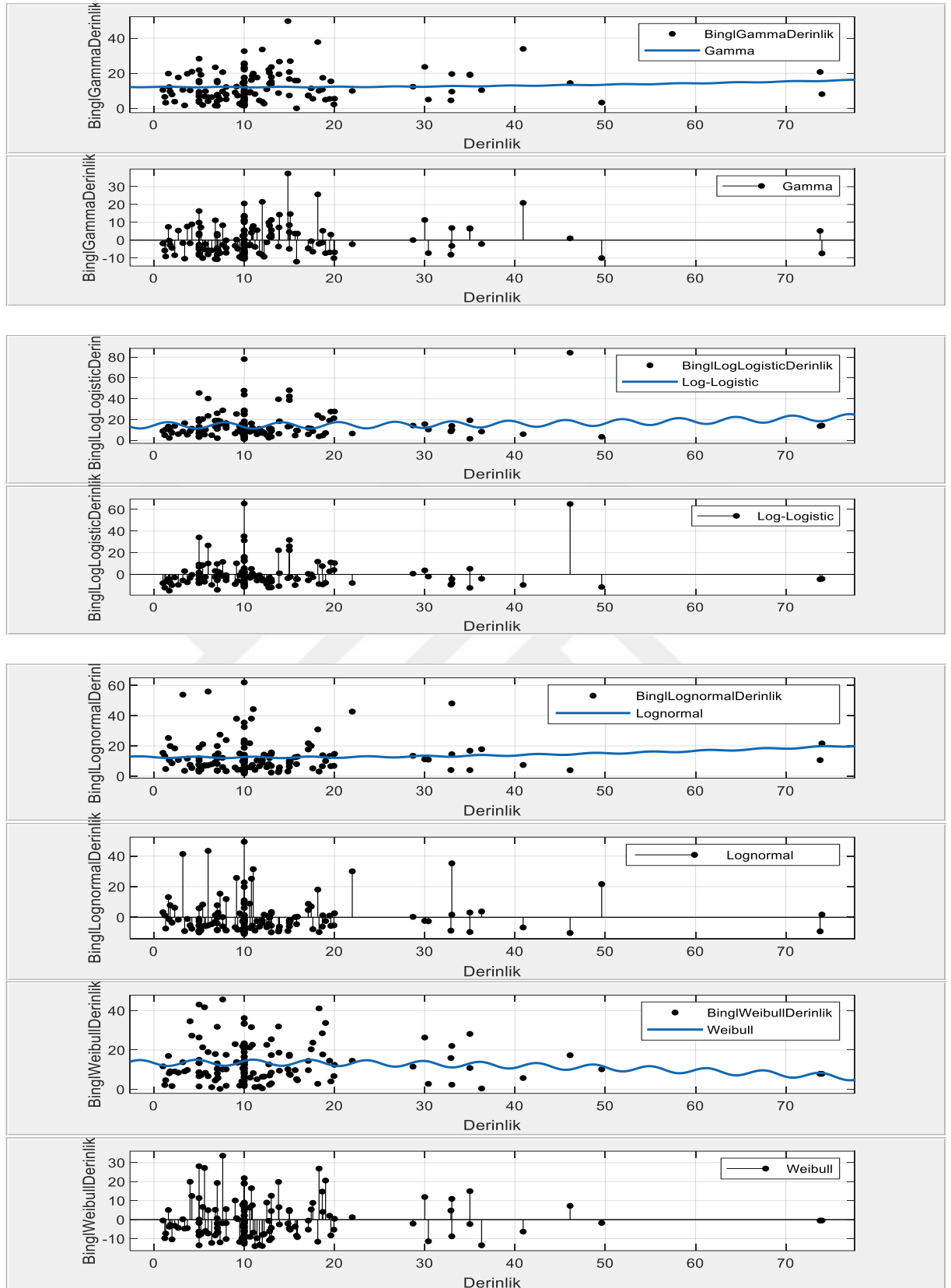




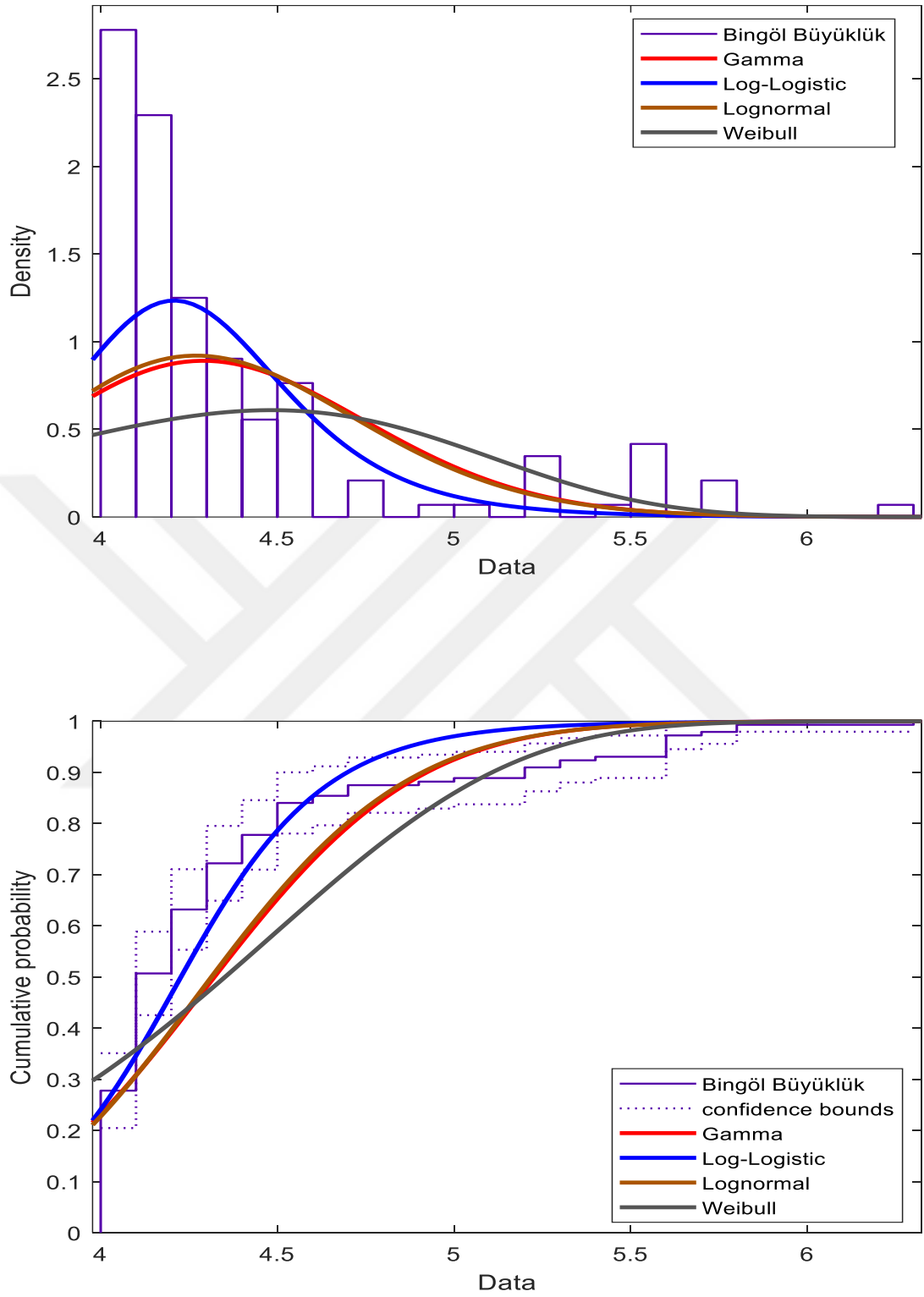
Şekil 3.61. Tokat ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri



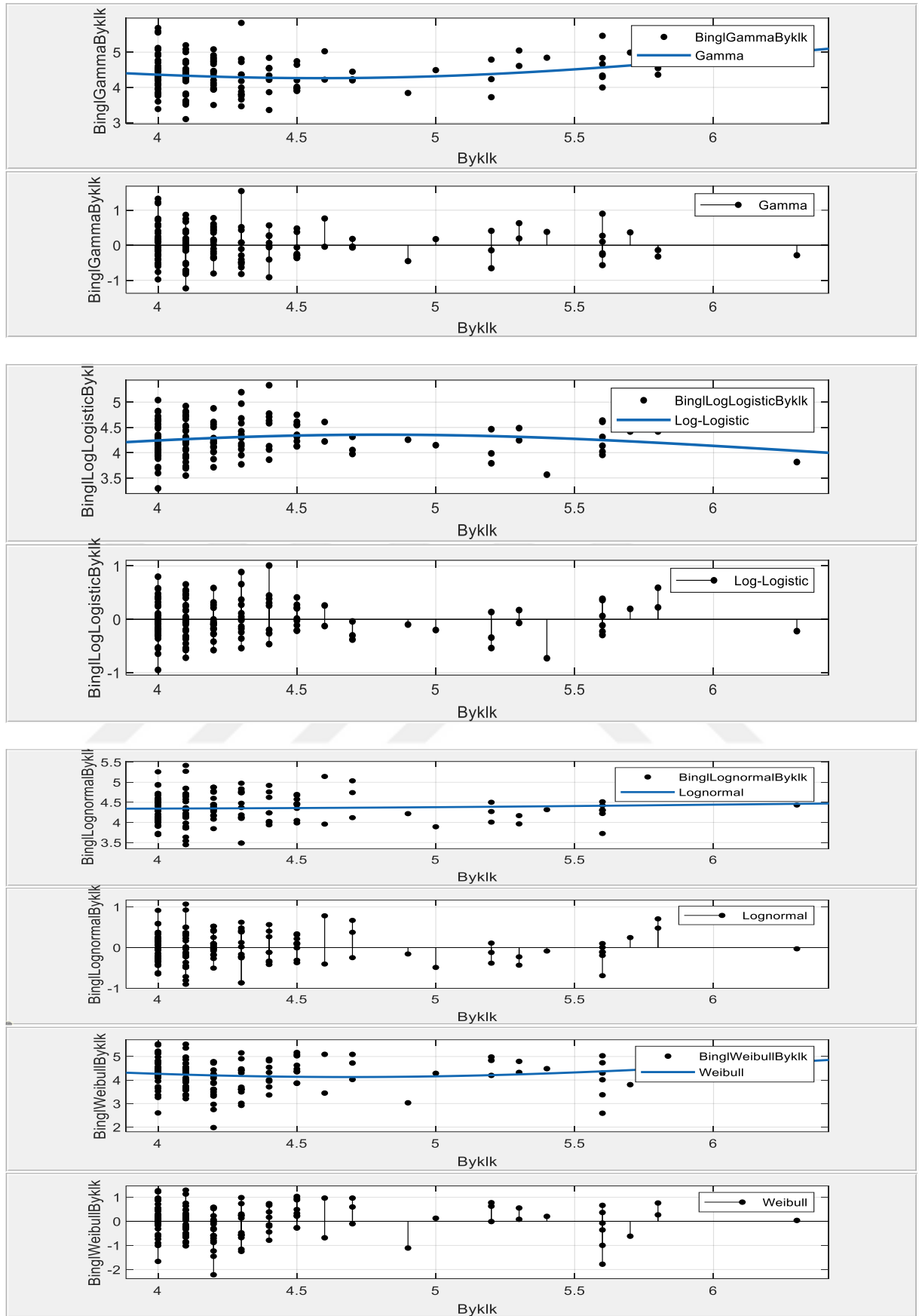
Şekil 3.62. Sırasıyla Bingöl ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği



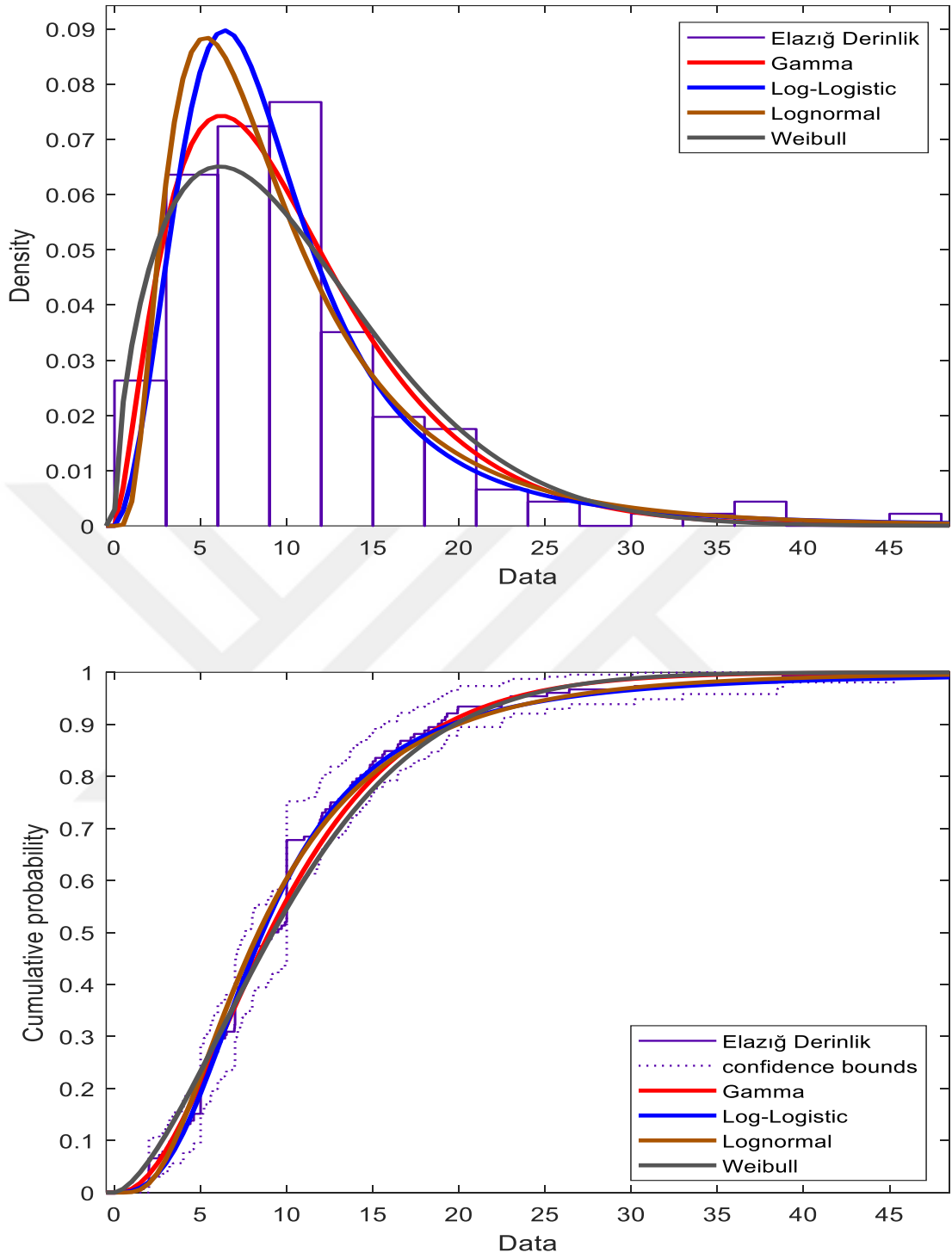
Şekil 3.63. Bingöl ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri



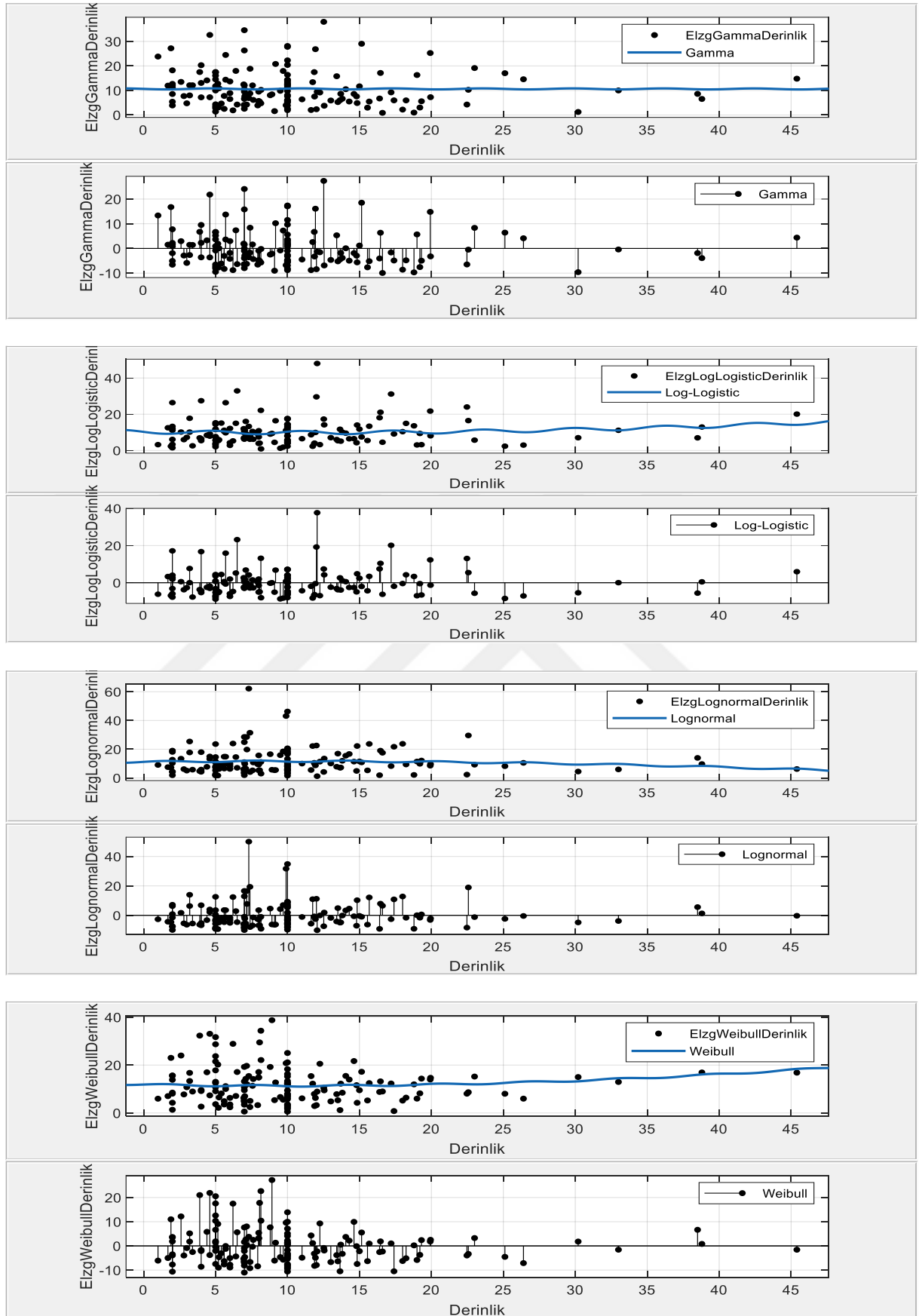
Şekil 3.64. Sırasıyla Bingöl ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği



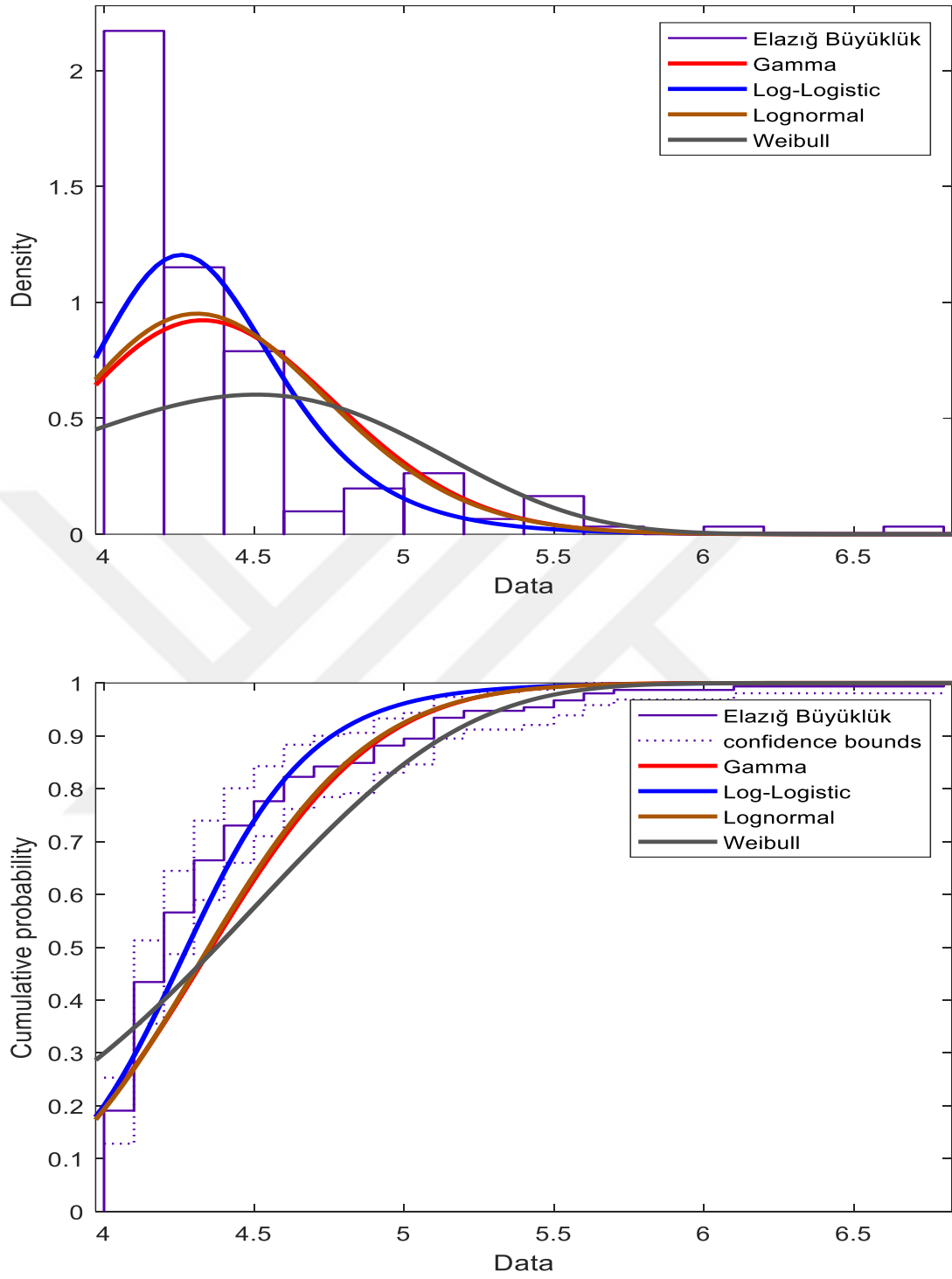
Şekil 3.65. Bingöl ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri



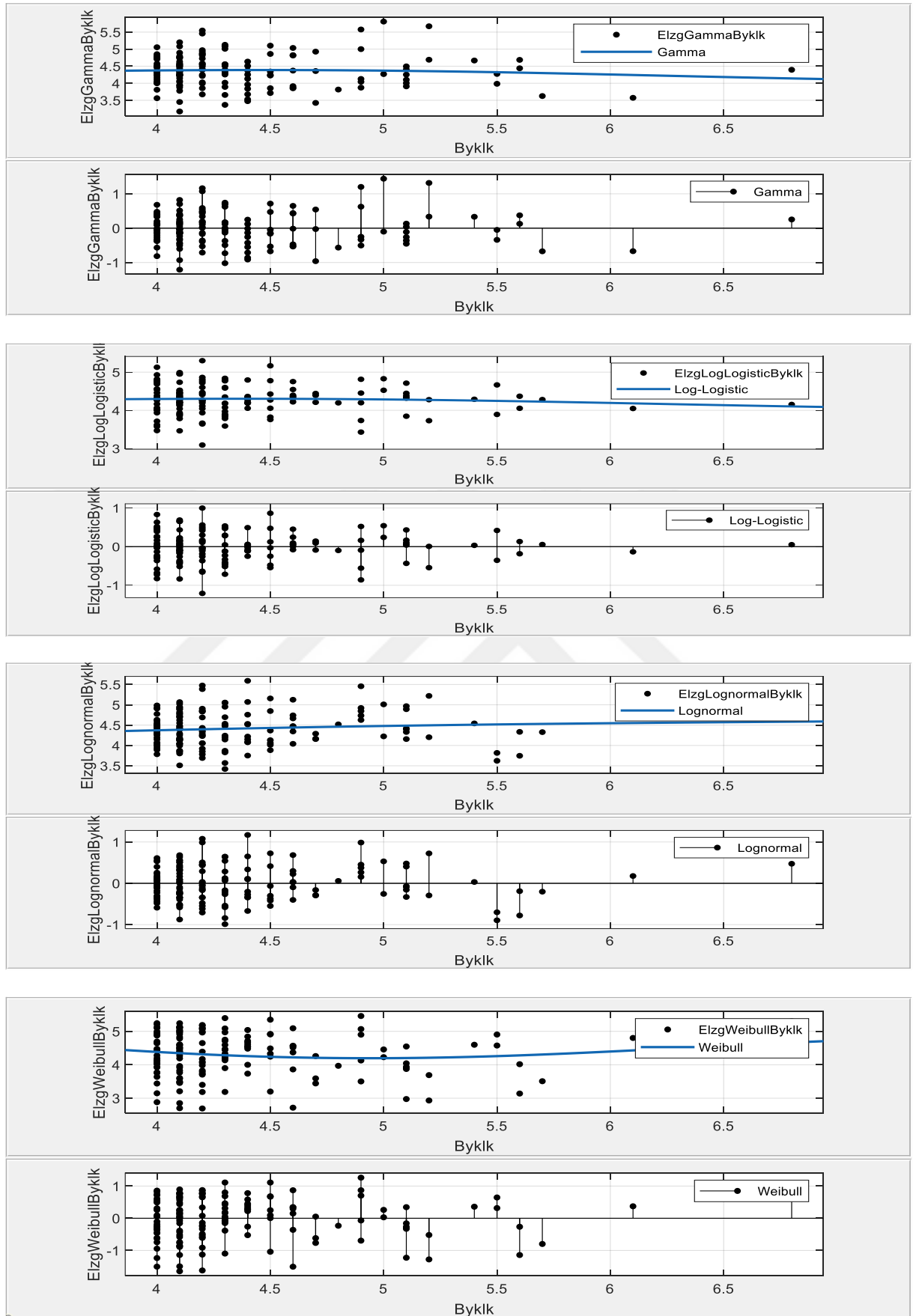
Şekil 3.66. Sırasıyla Elazığ ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği



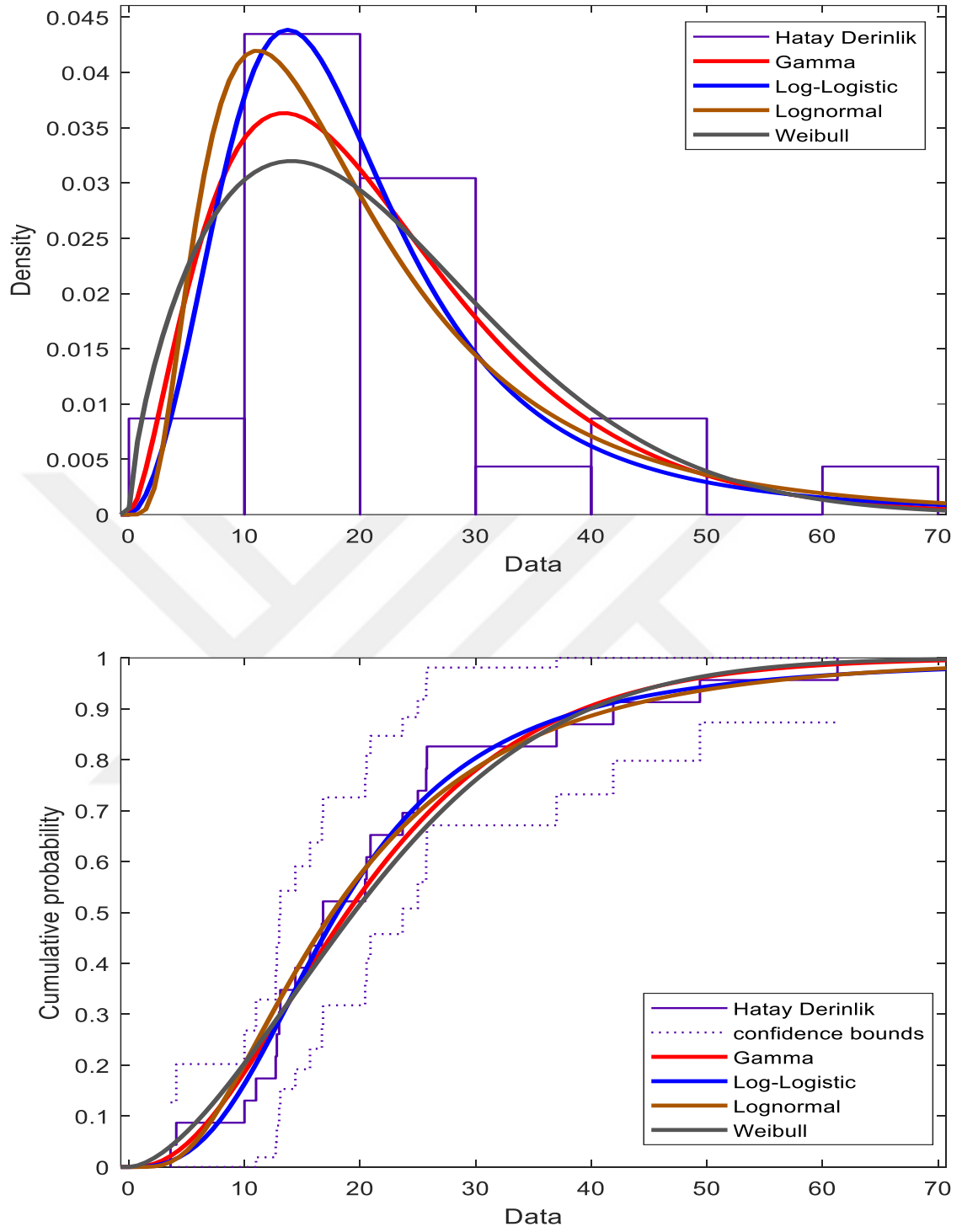
Şekil 3.67. Elazığ ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri



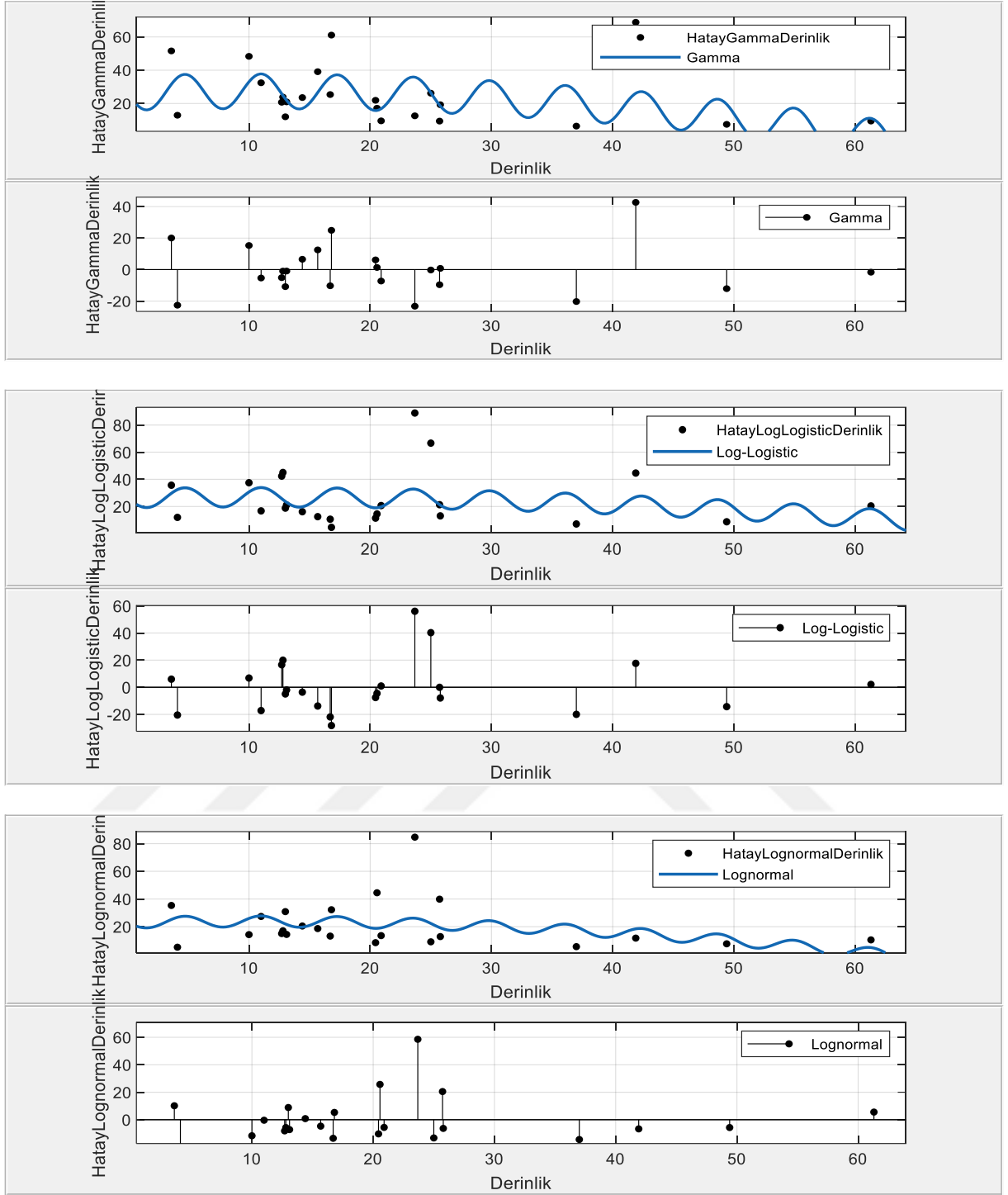
Şekil 3.68. Sırasıyla Elazığ ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği

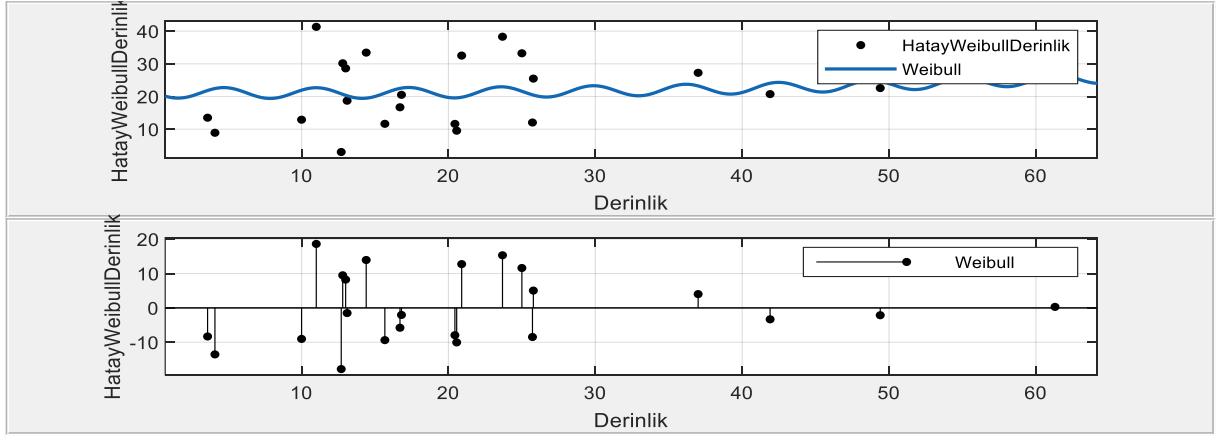


Şekil 3.69. Elazığ ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri

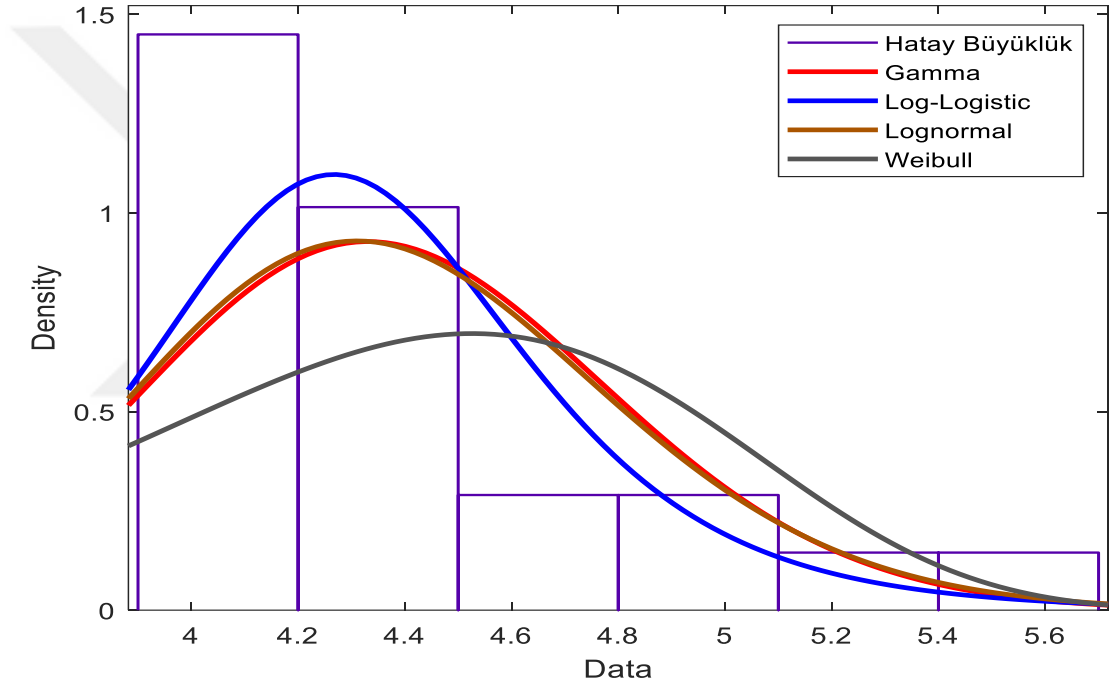


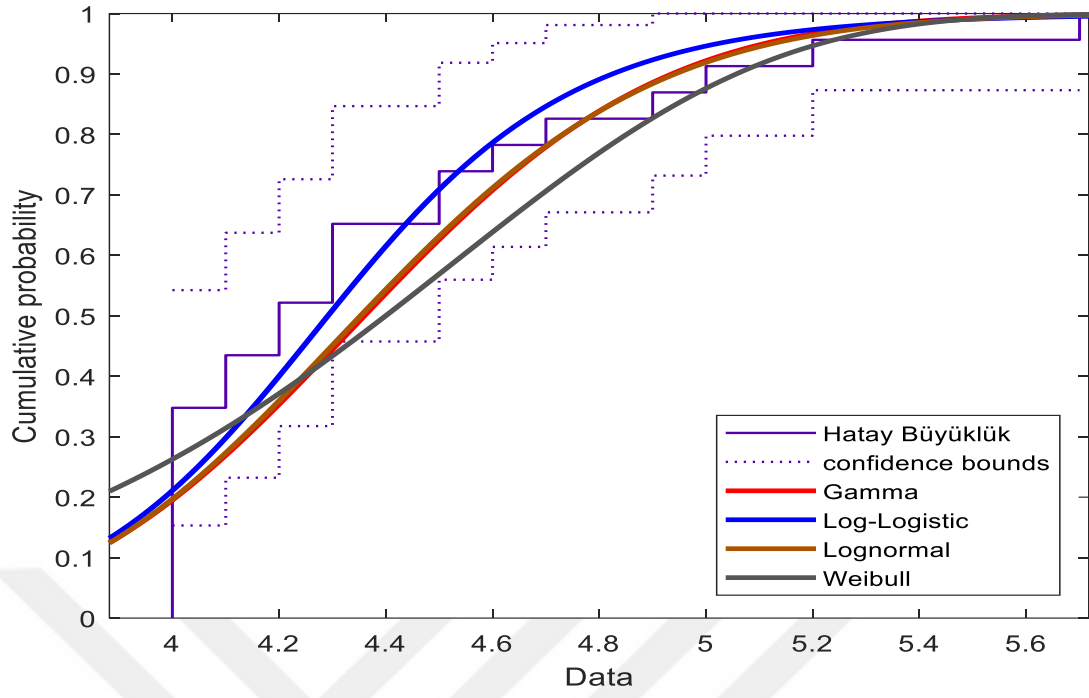
Şekil 3.70. Sırasıyla Hatay ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği



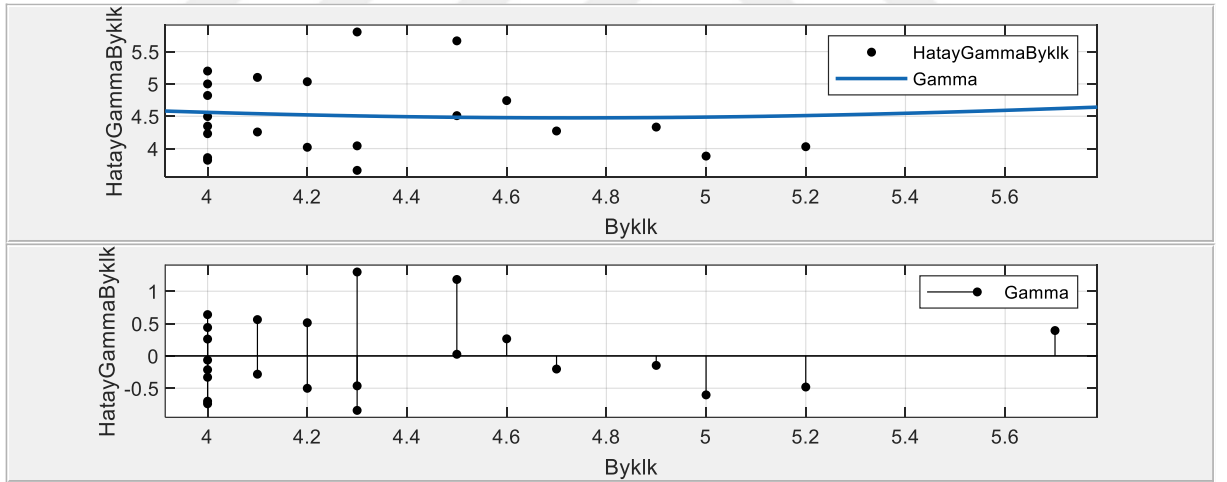


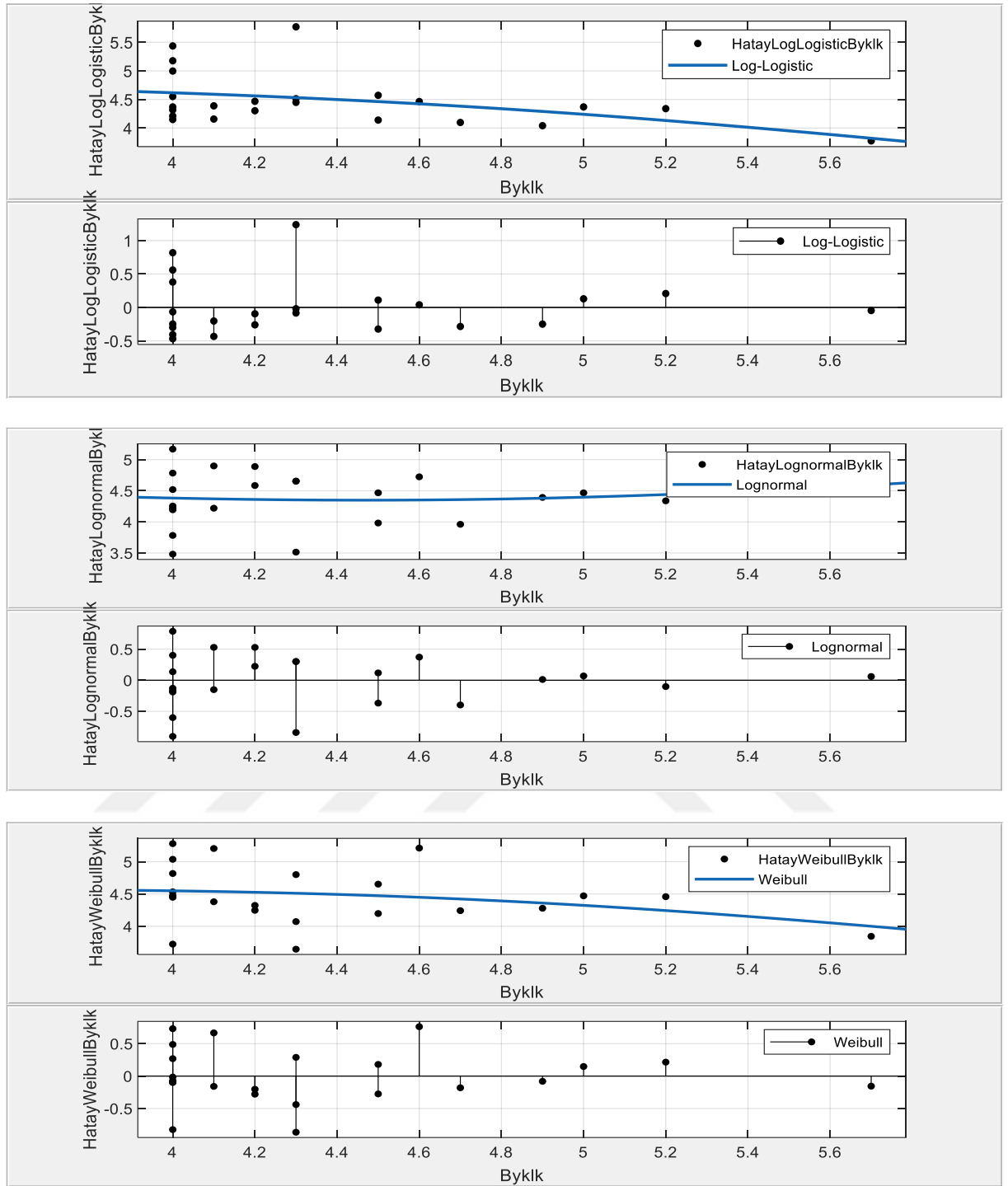
Şekil 3.71. Hatay ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri



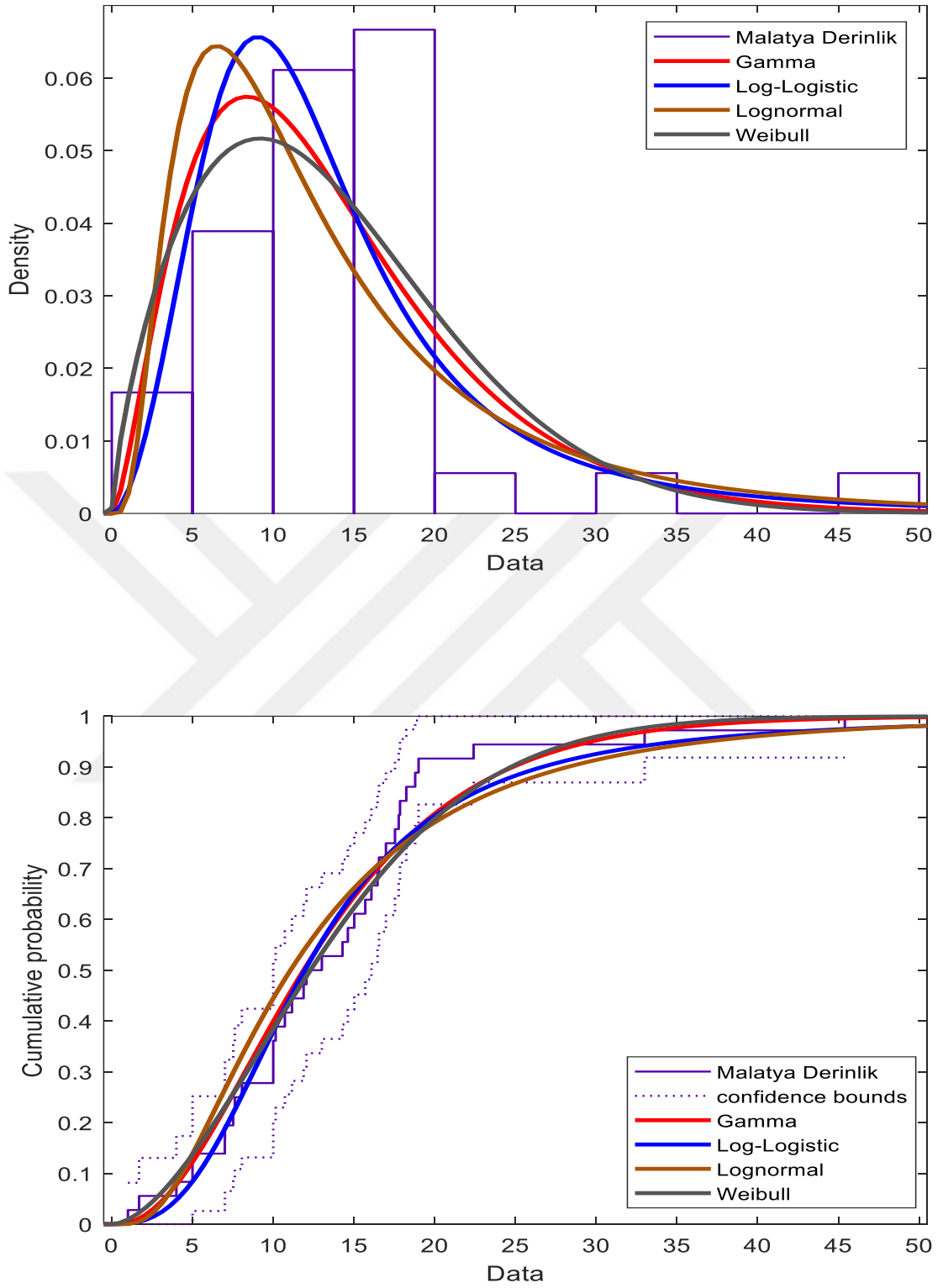


Şekil 3.72. Sırasıyla Hatay ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği

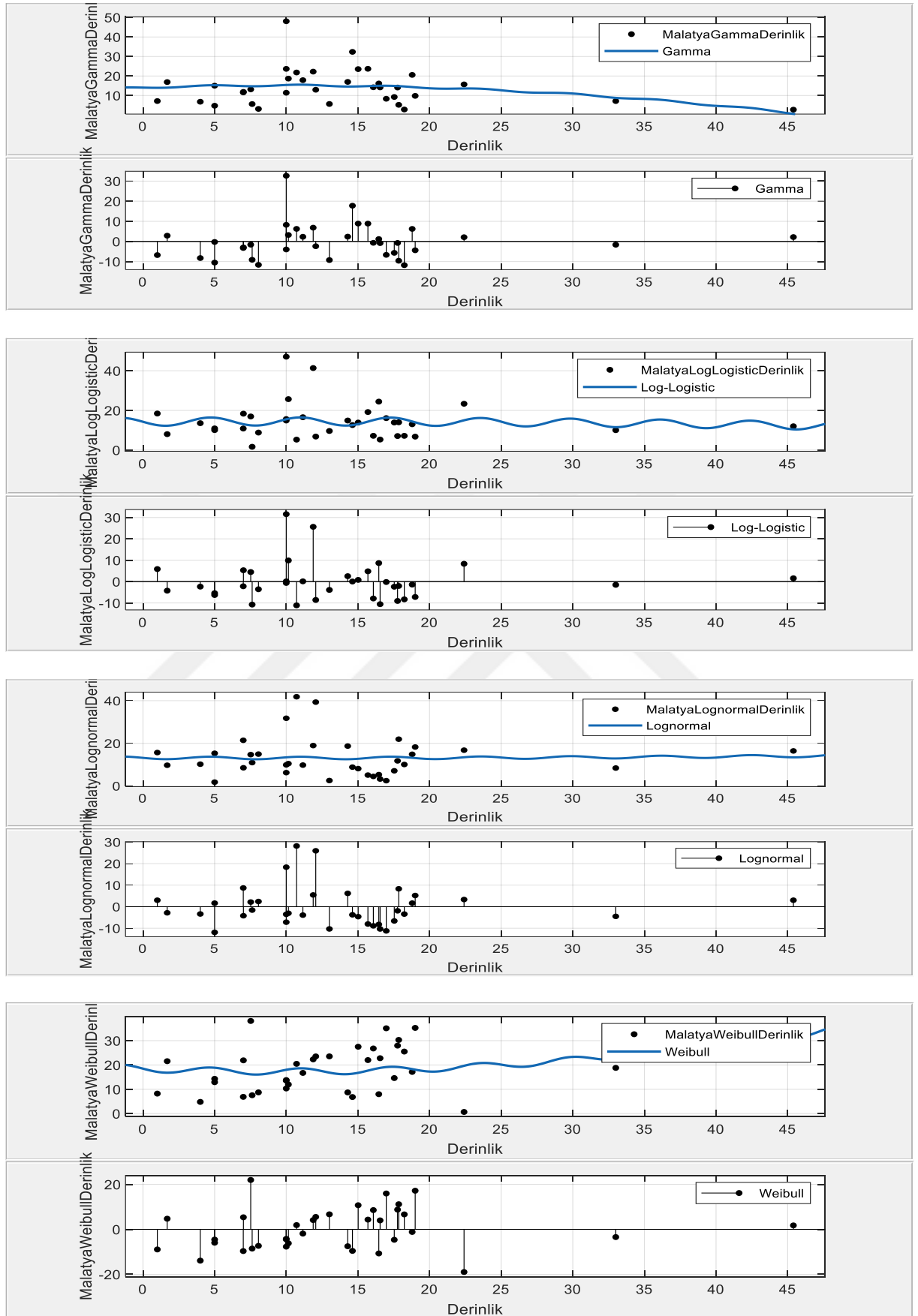




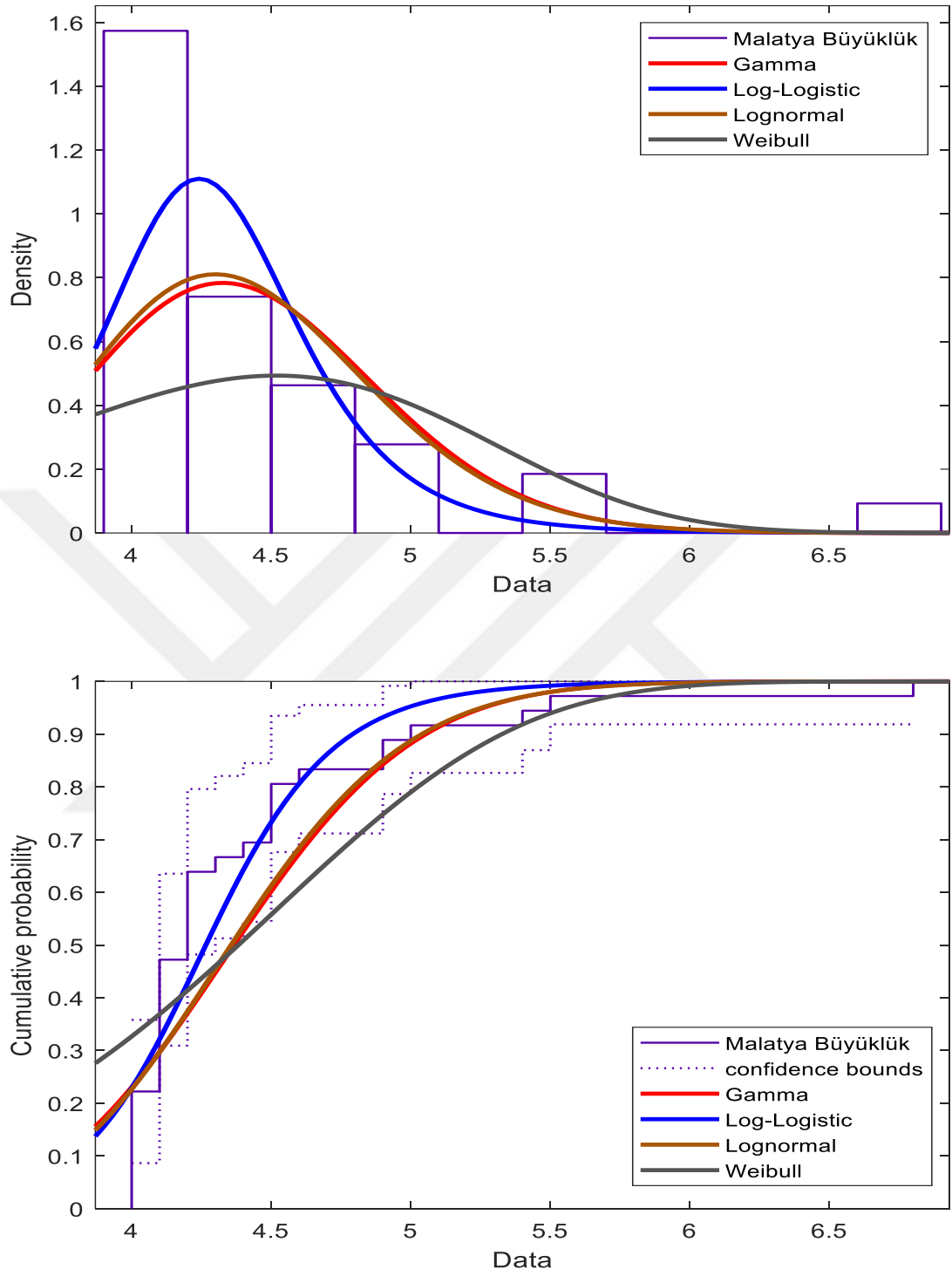
Şekil 3.73. Hatay ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri



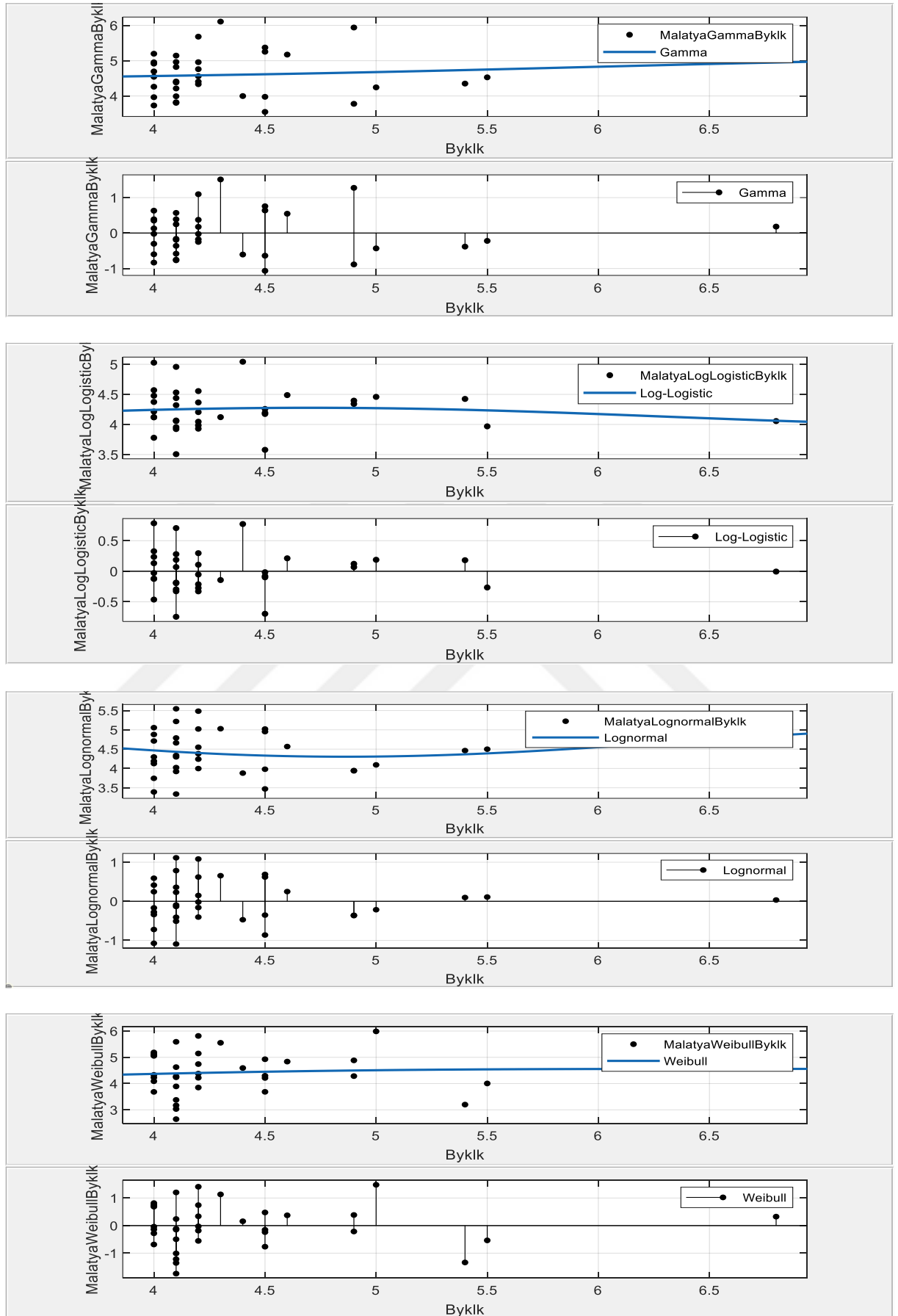
Şekil 3.74. Sırasıyla Malatya ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği



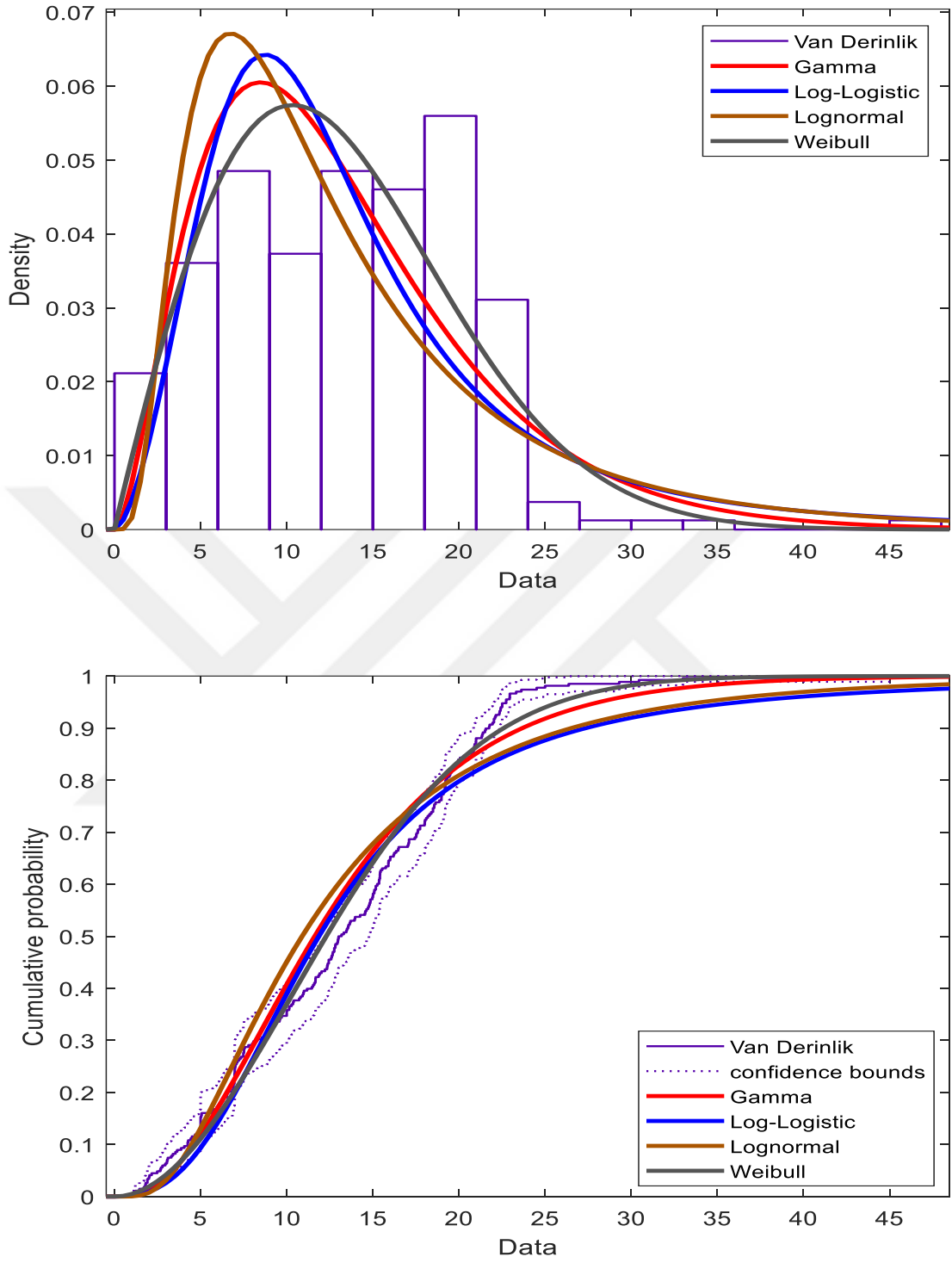
Şekil 3.75. Malatya ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri



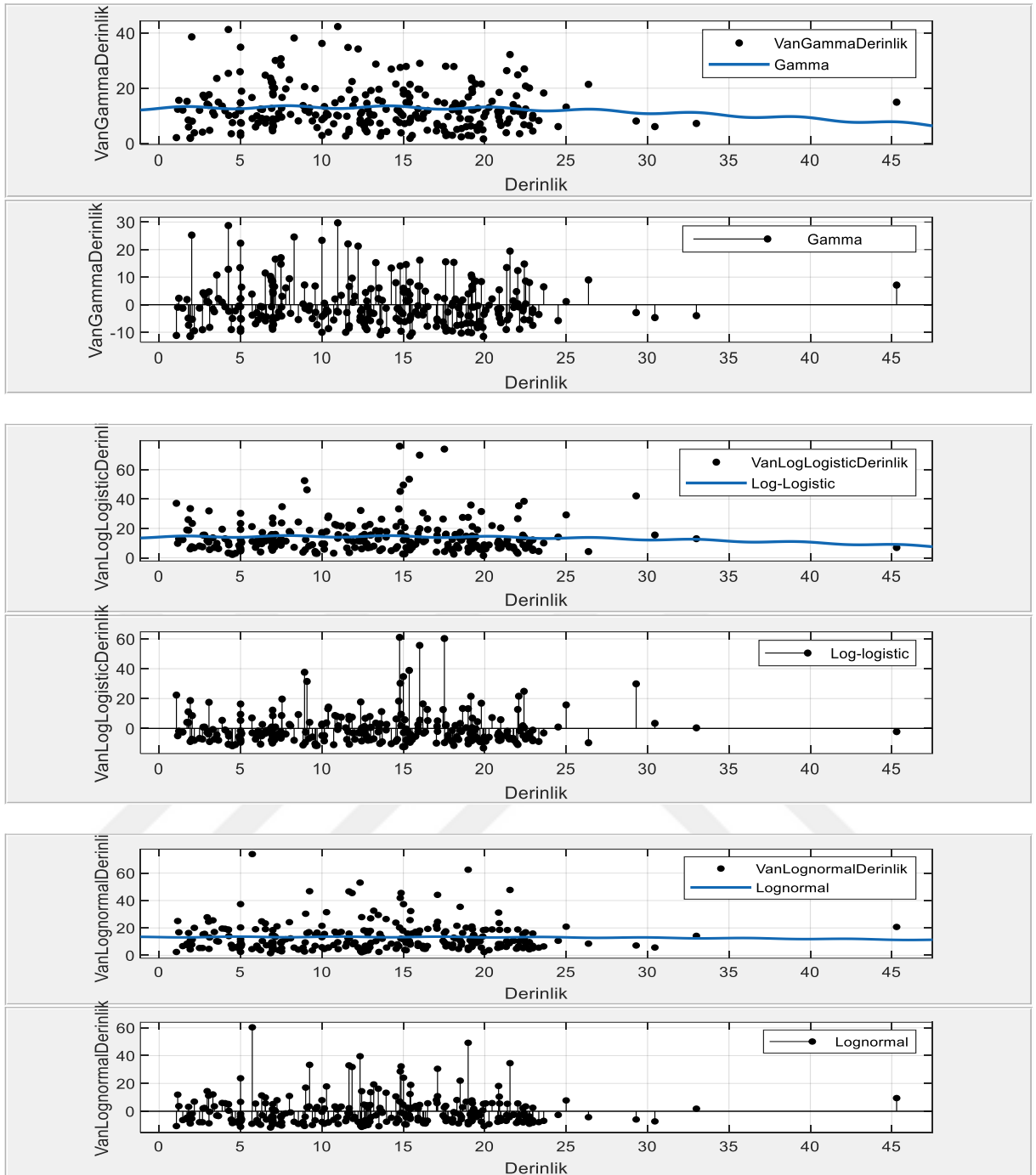
Şekil 3.76. Sırasıyla Malatya ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği

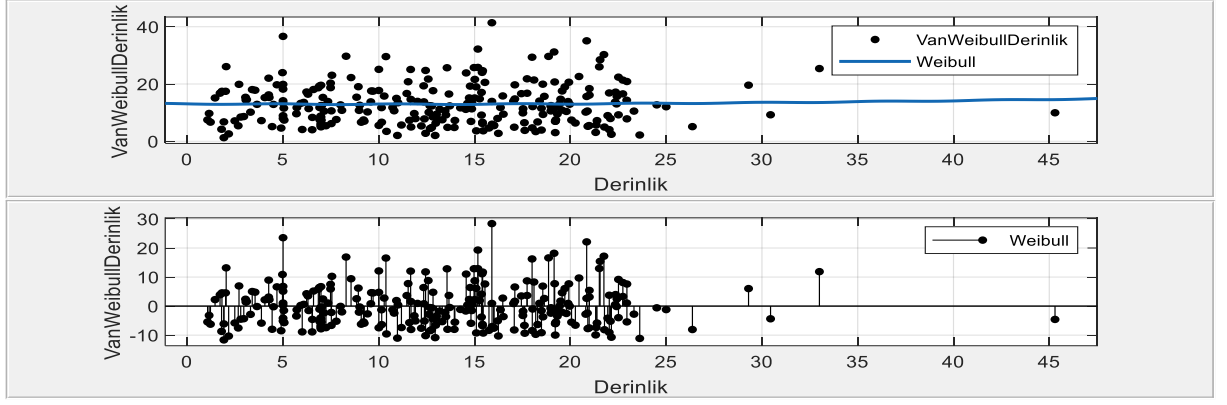


Şekil 3.77. Malatya ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri

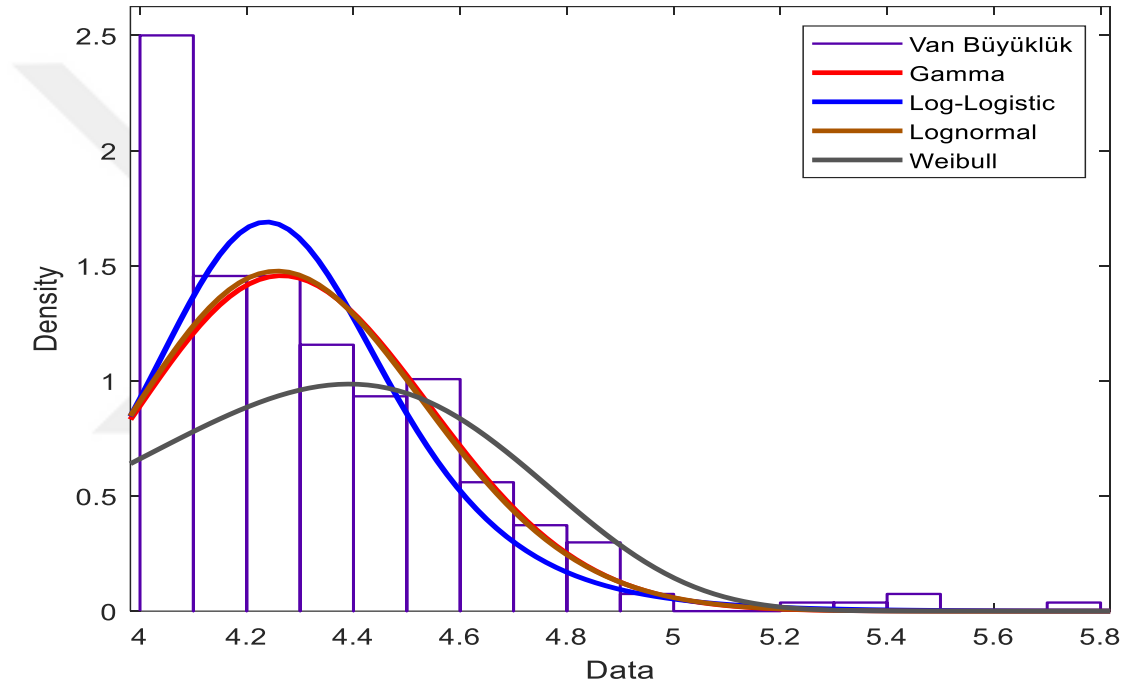


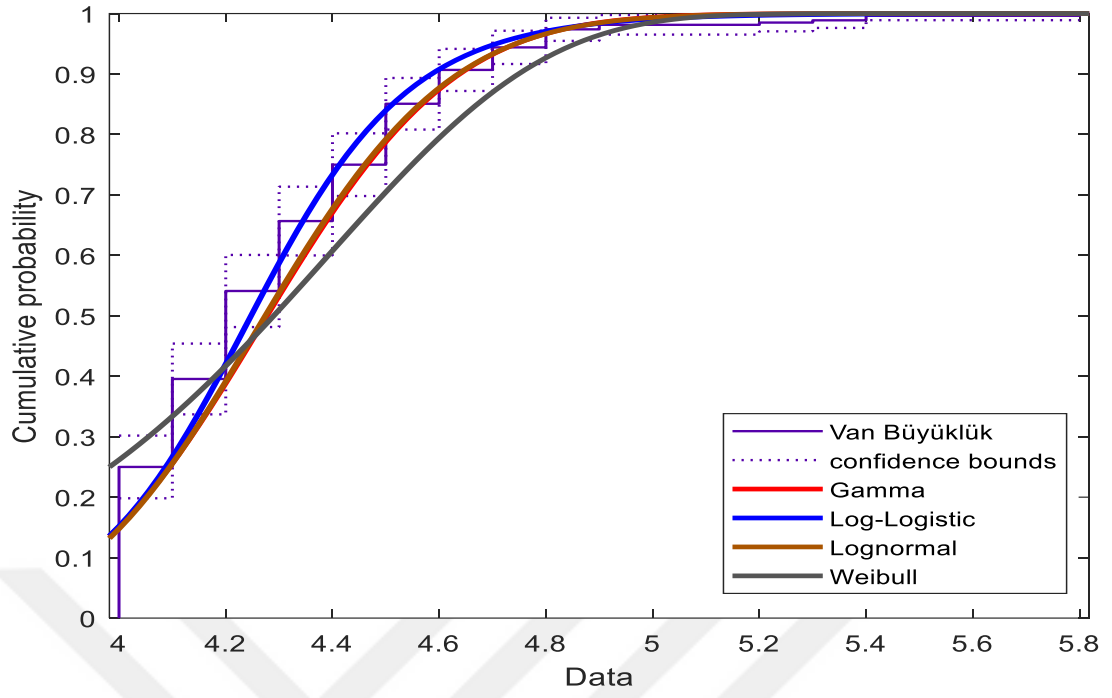
Şekil 3.78. Sırasıyla Van ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği



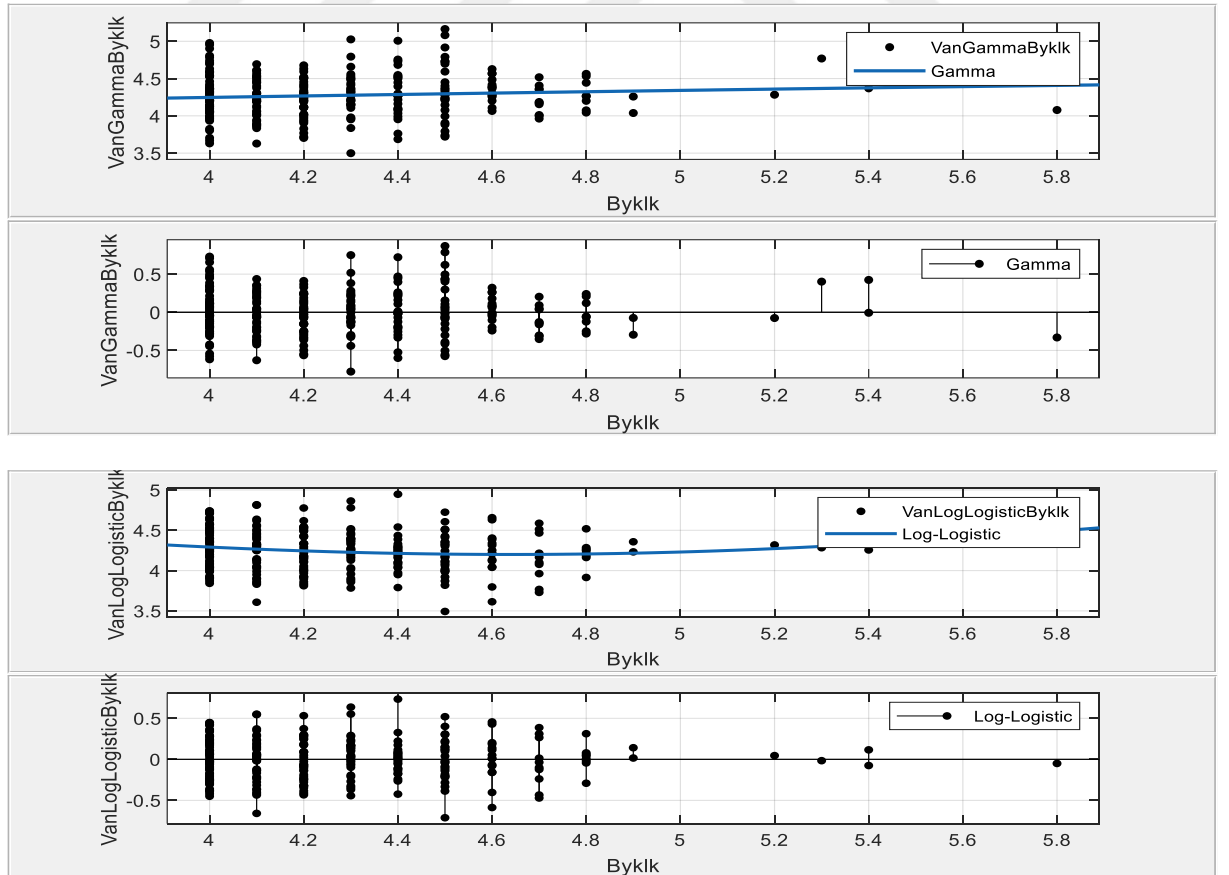


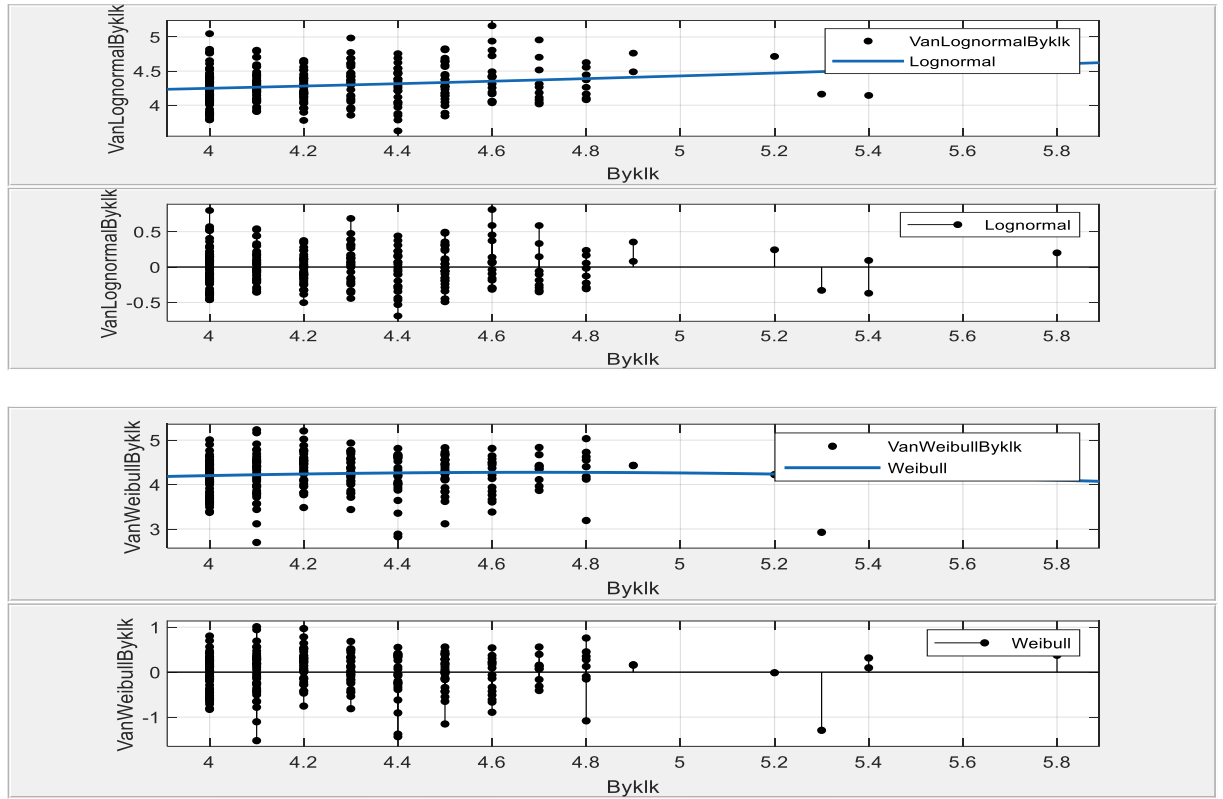
Şekil 3.79. Van ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri



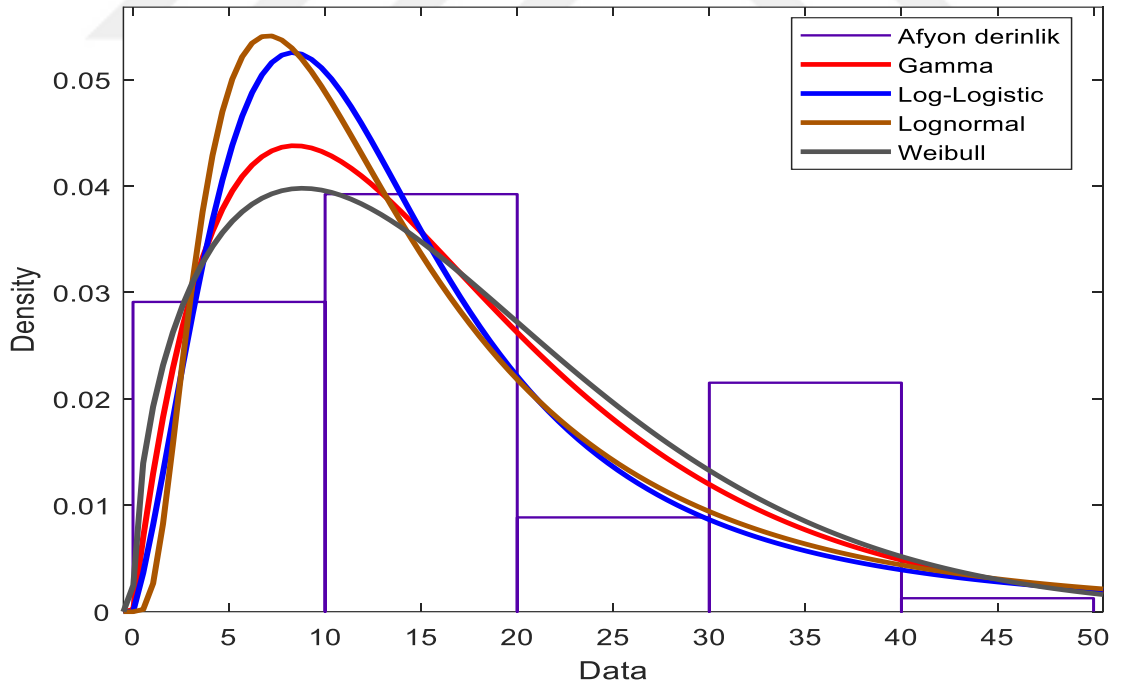


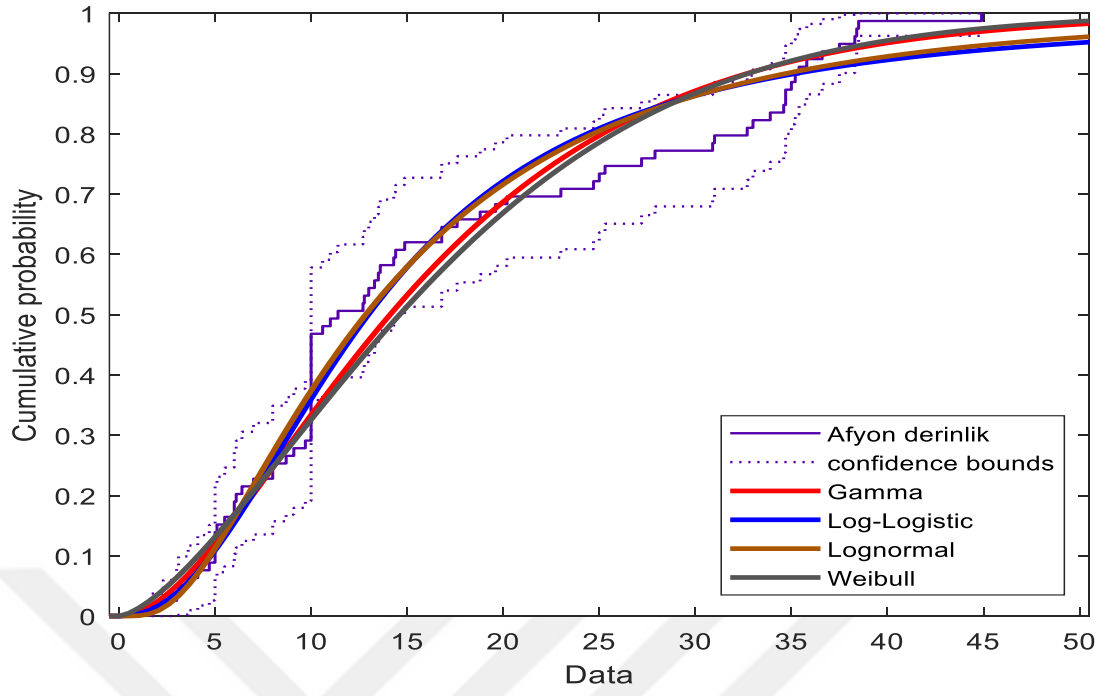
Şekil 3.80. Sırasıyla Van ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği



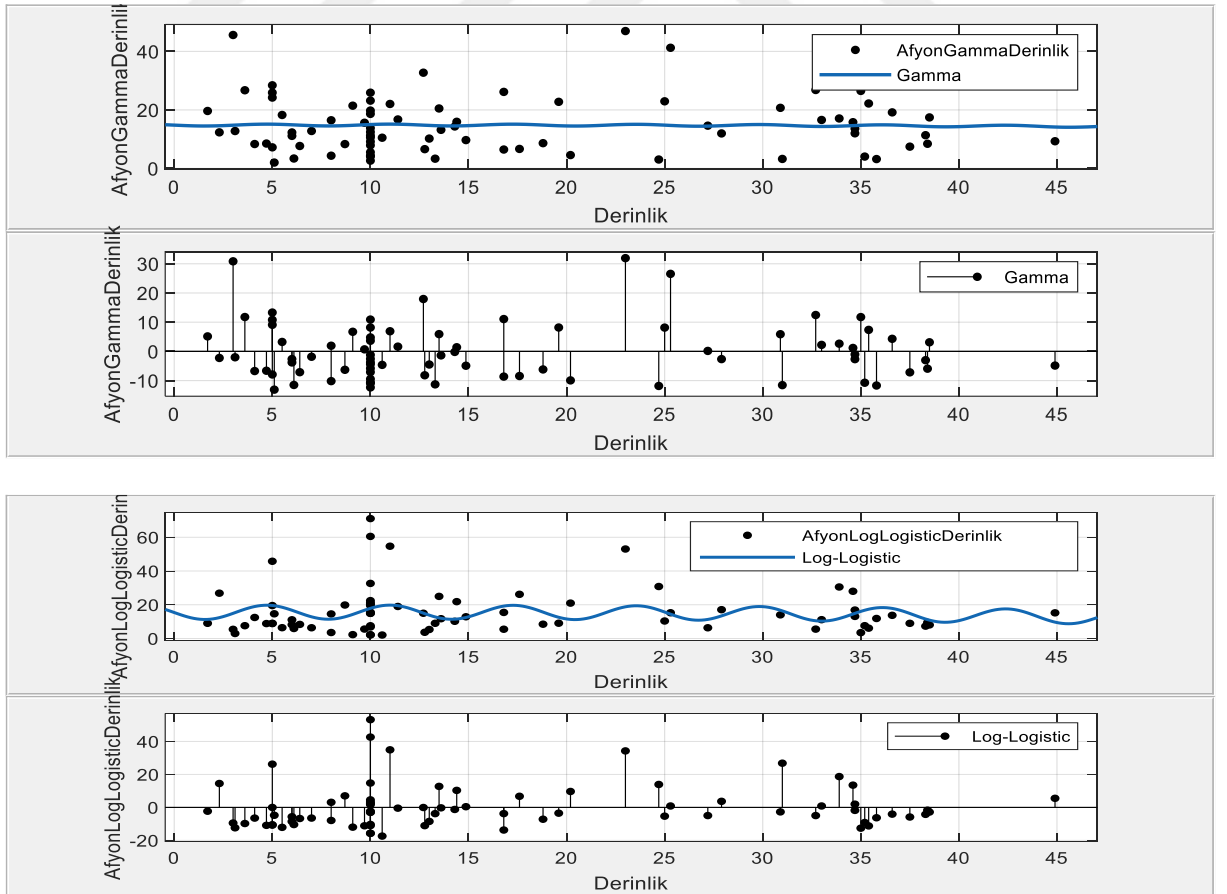


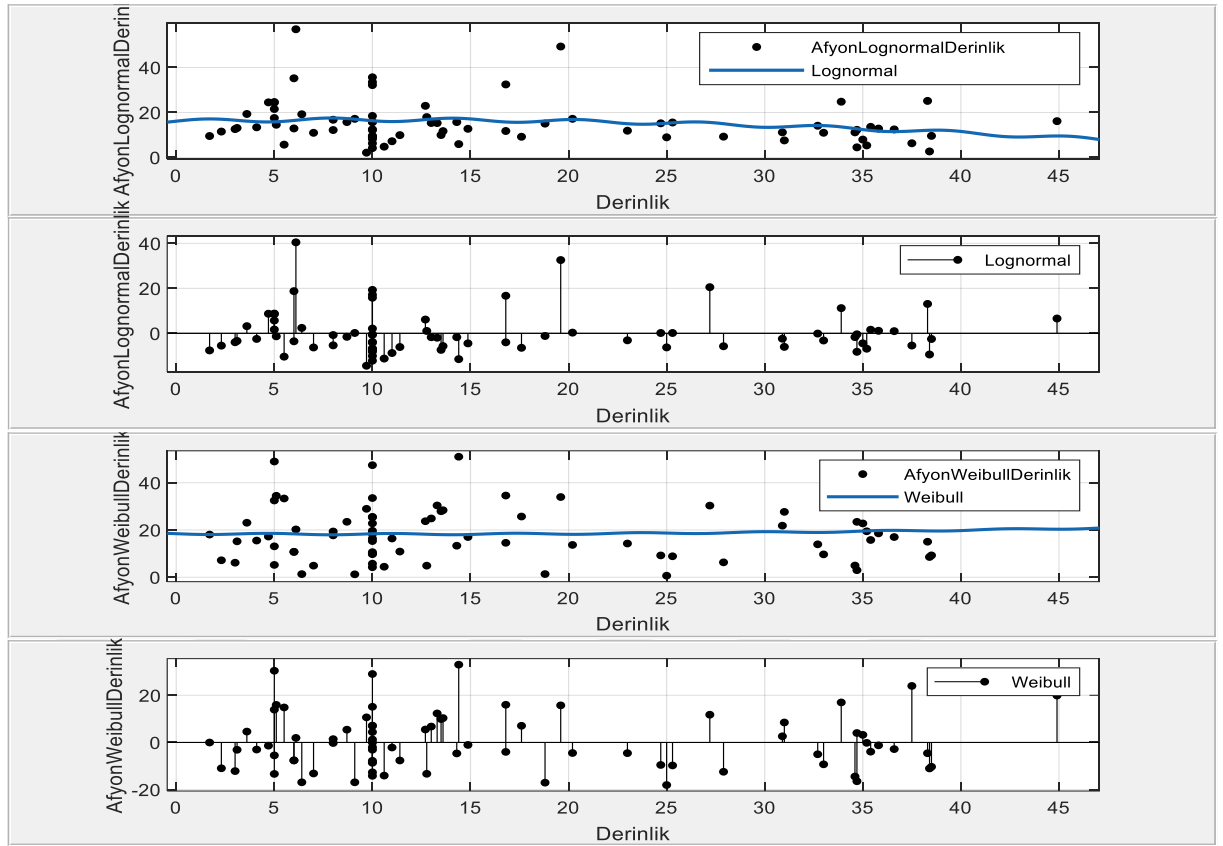
Şekil 3.81. Van ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri



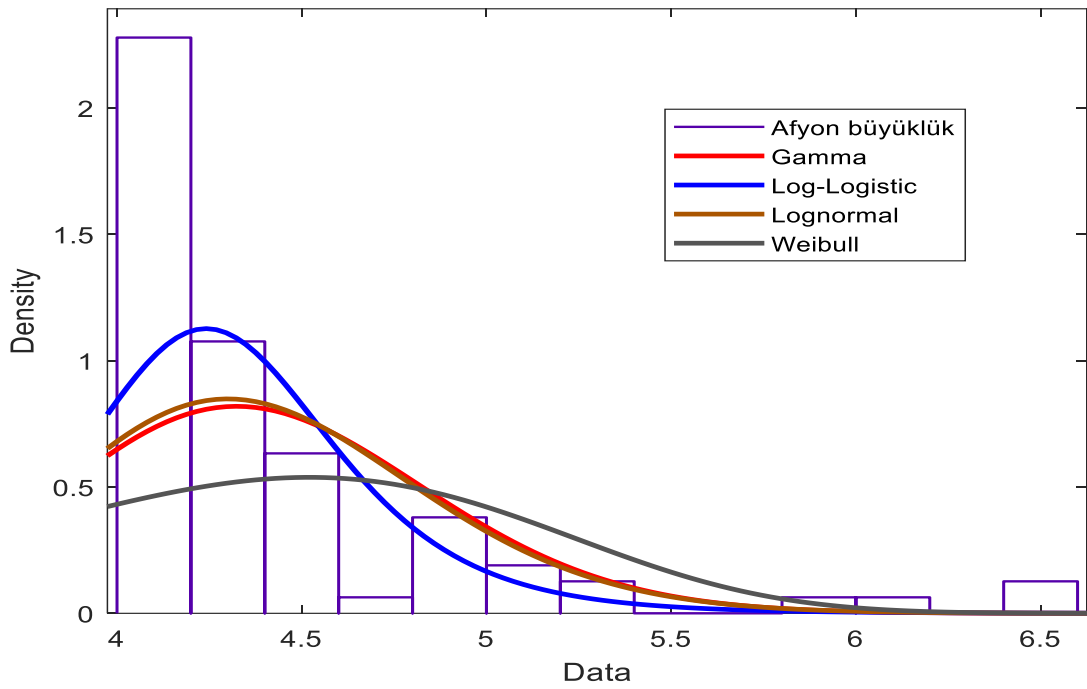


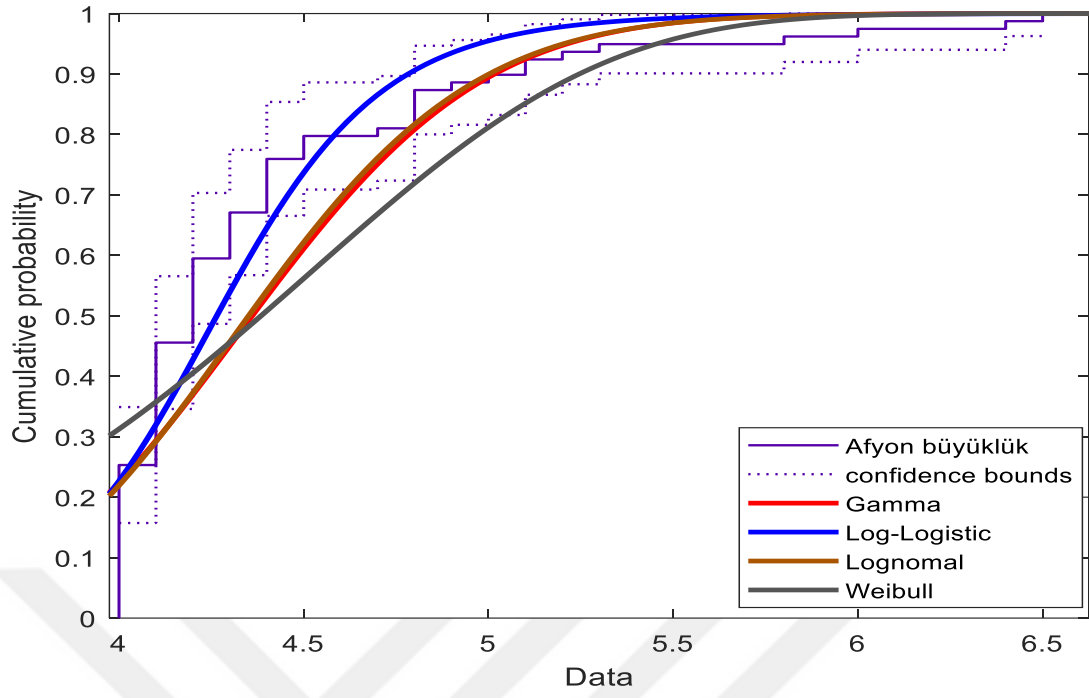
Şekil 3.82. Sırasıyla Afyon ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği



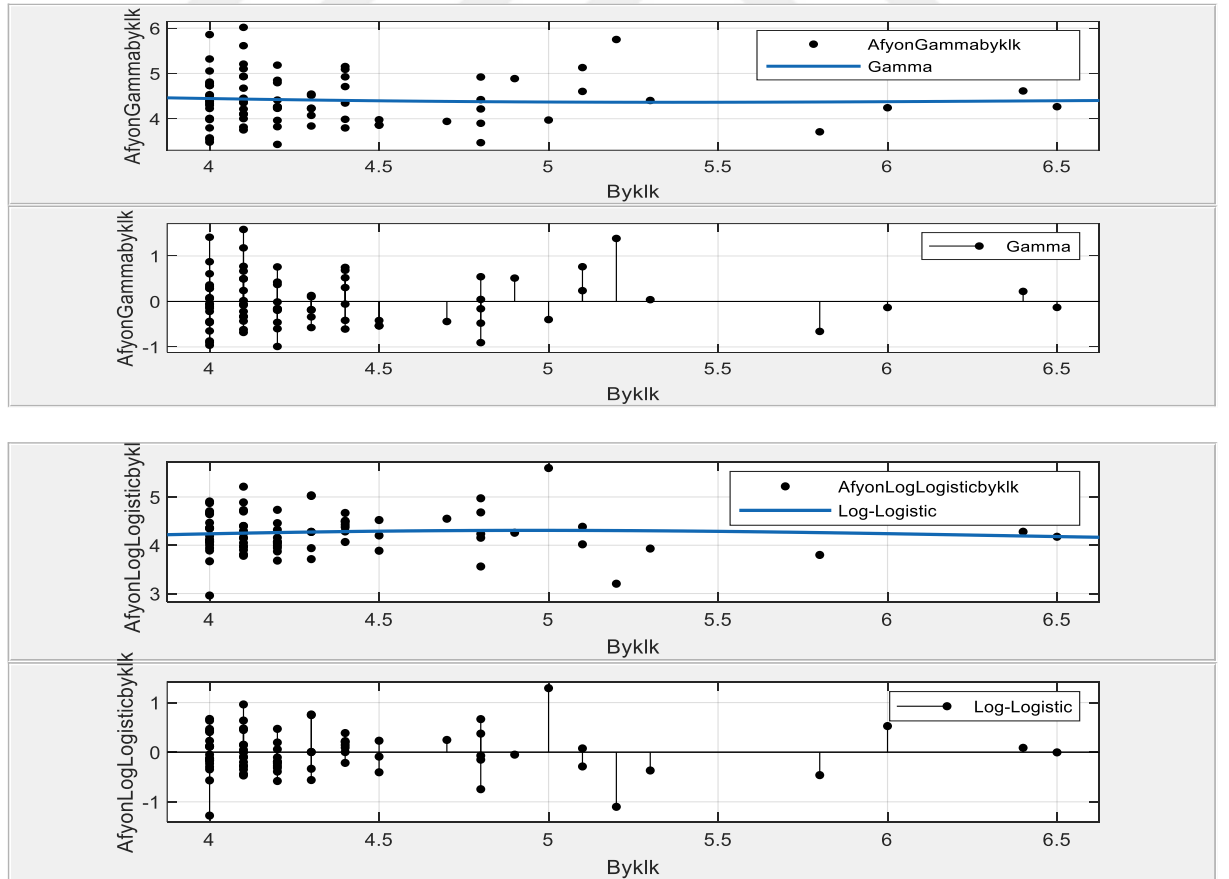


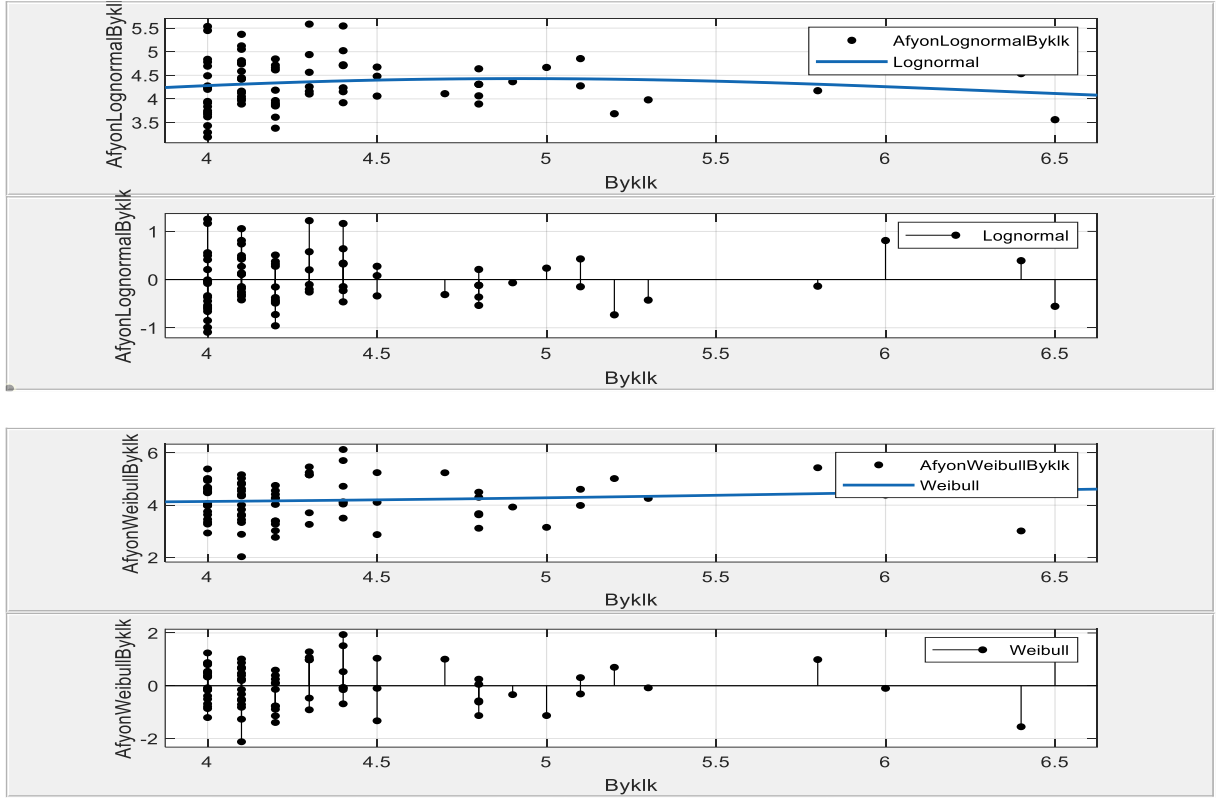
Şekil 3.83. Afyon ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri



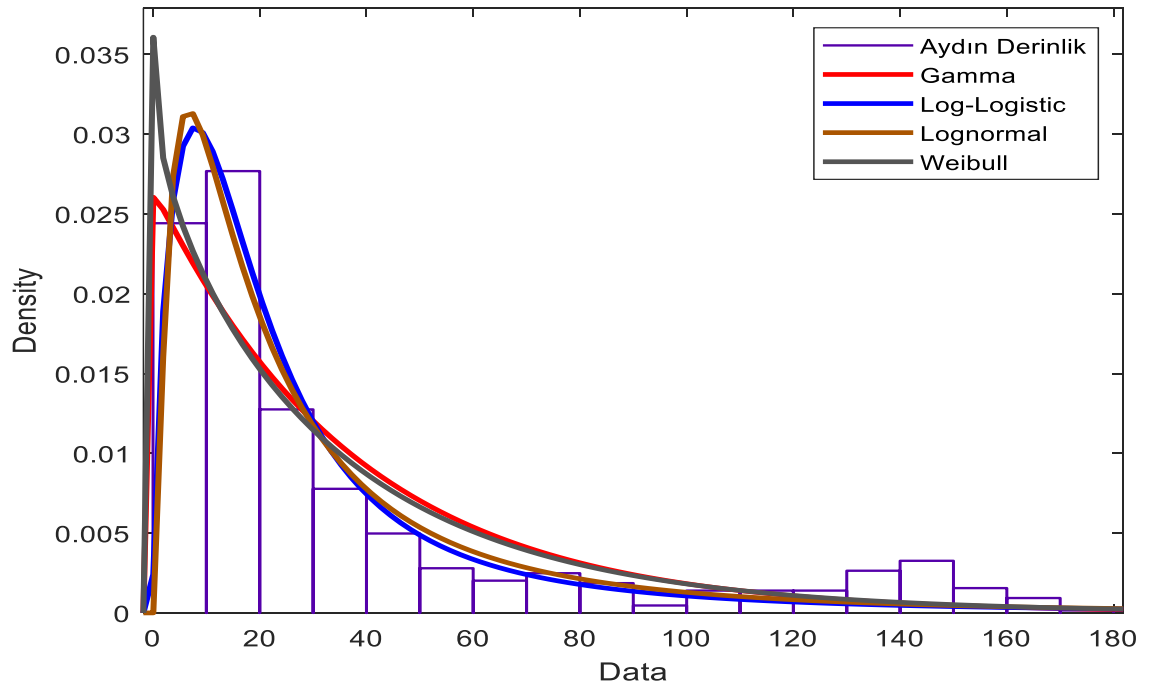


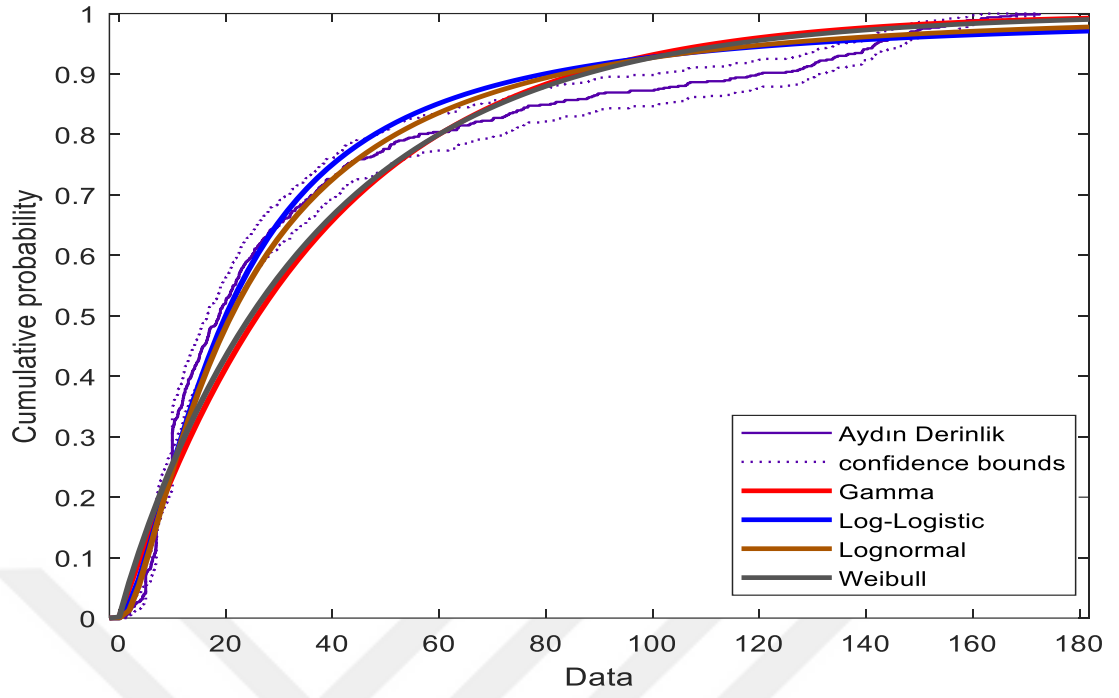
Şekil 3.84. Sırasıyla Afyon ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği



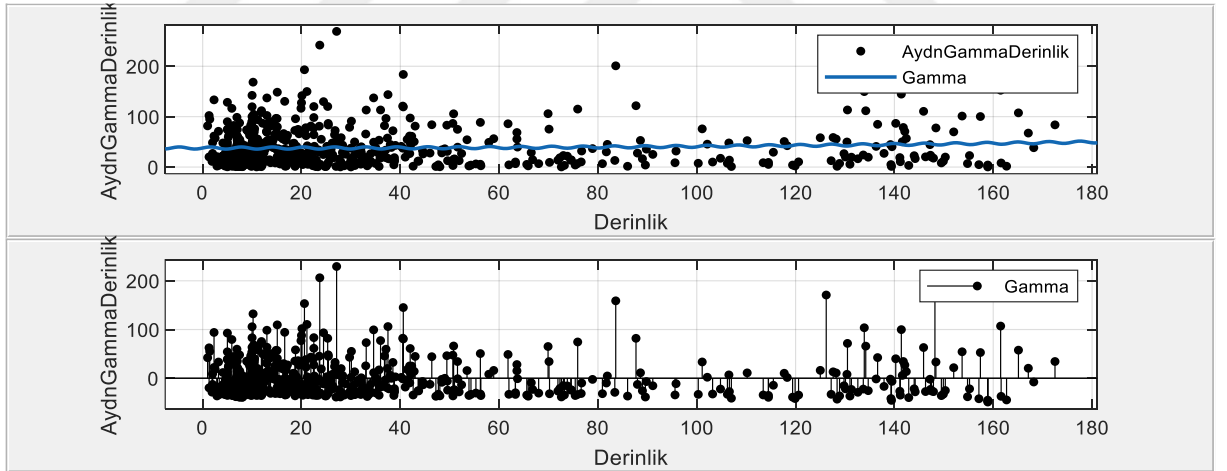


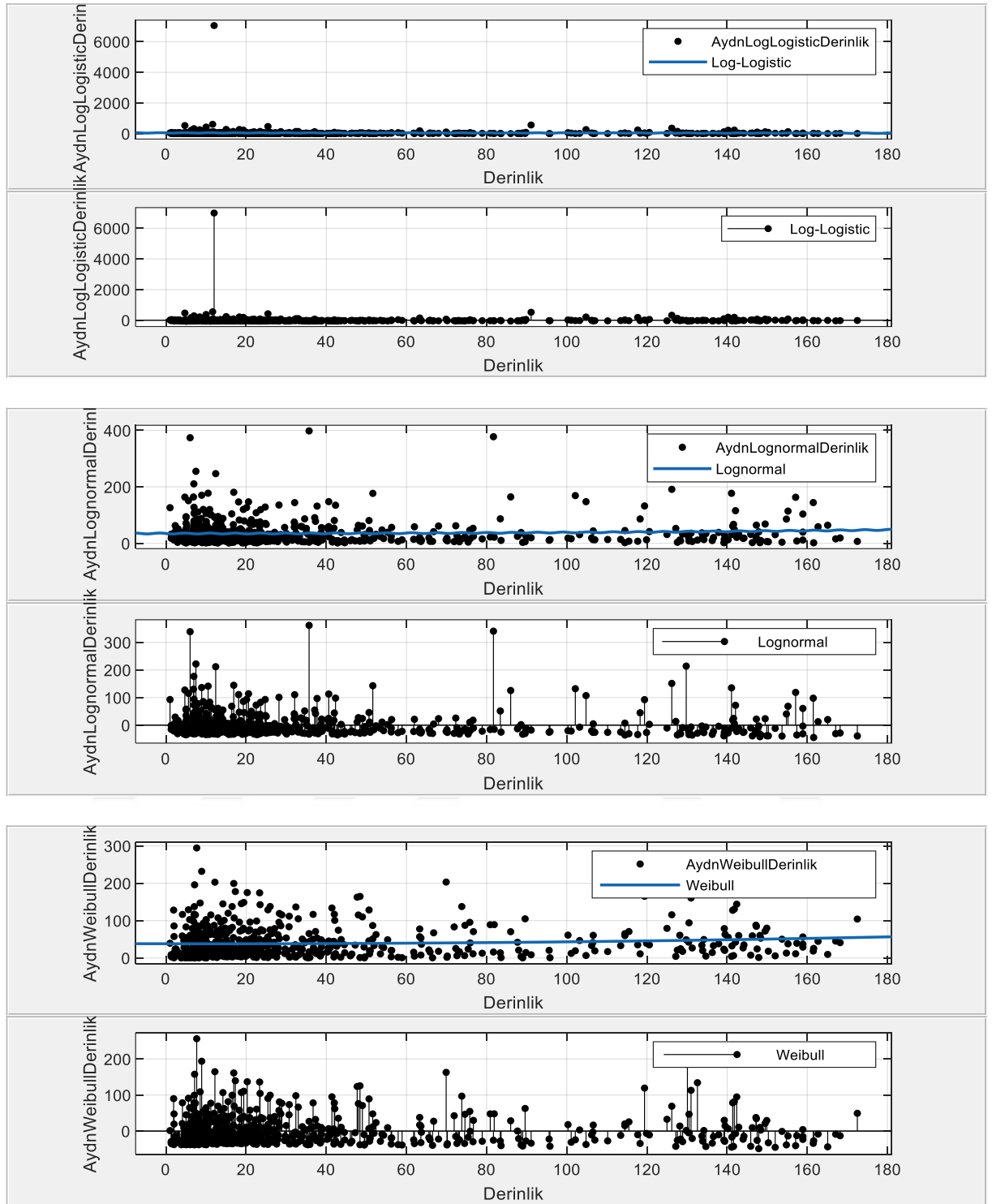
Şekil 3.85. Afyon ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri



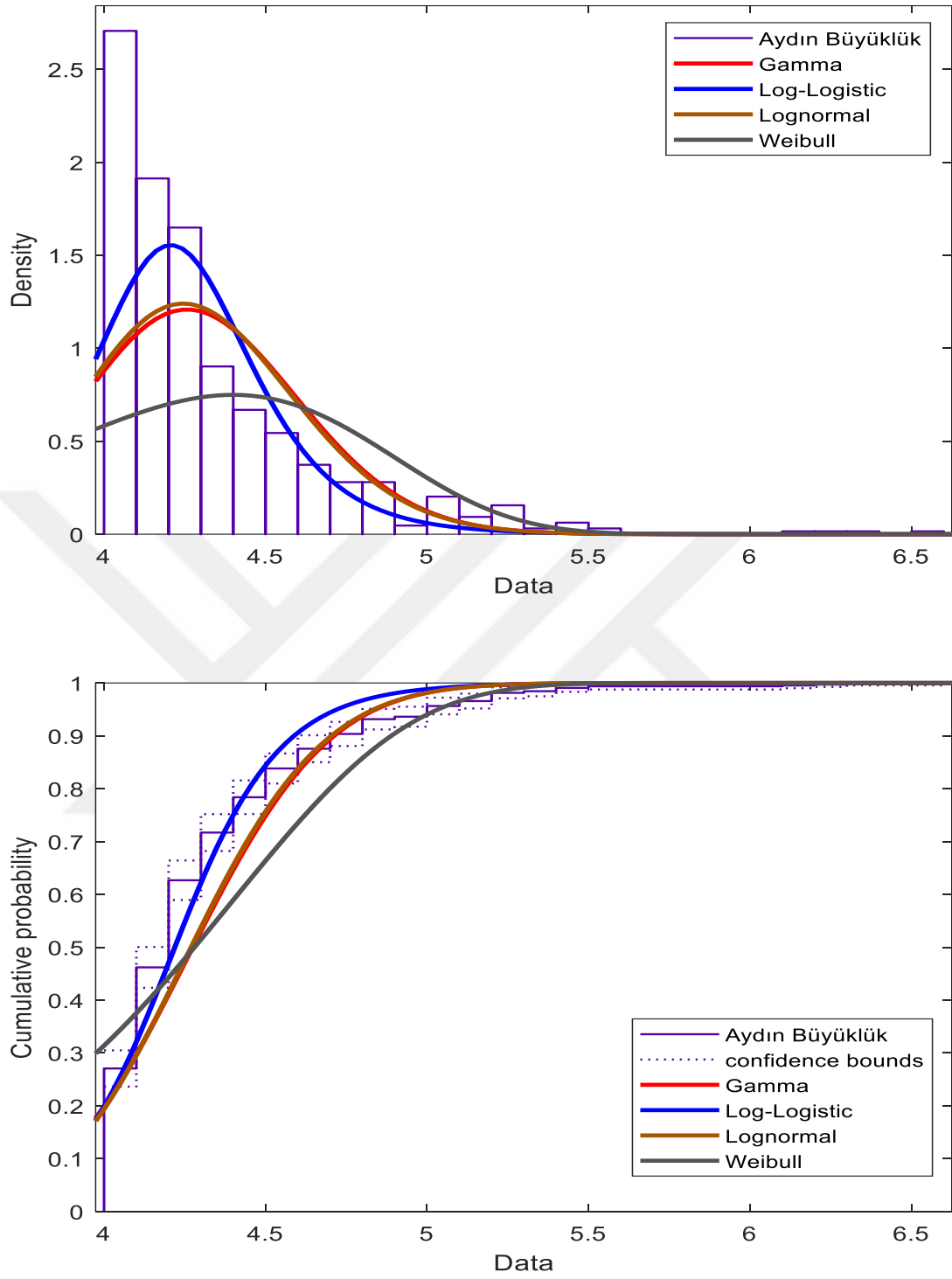


Şekil 3.86. Sırasıyla Aydın ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği

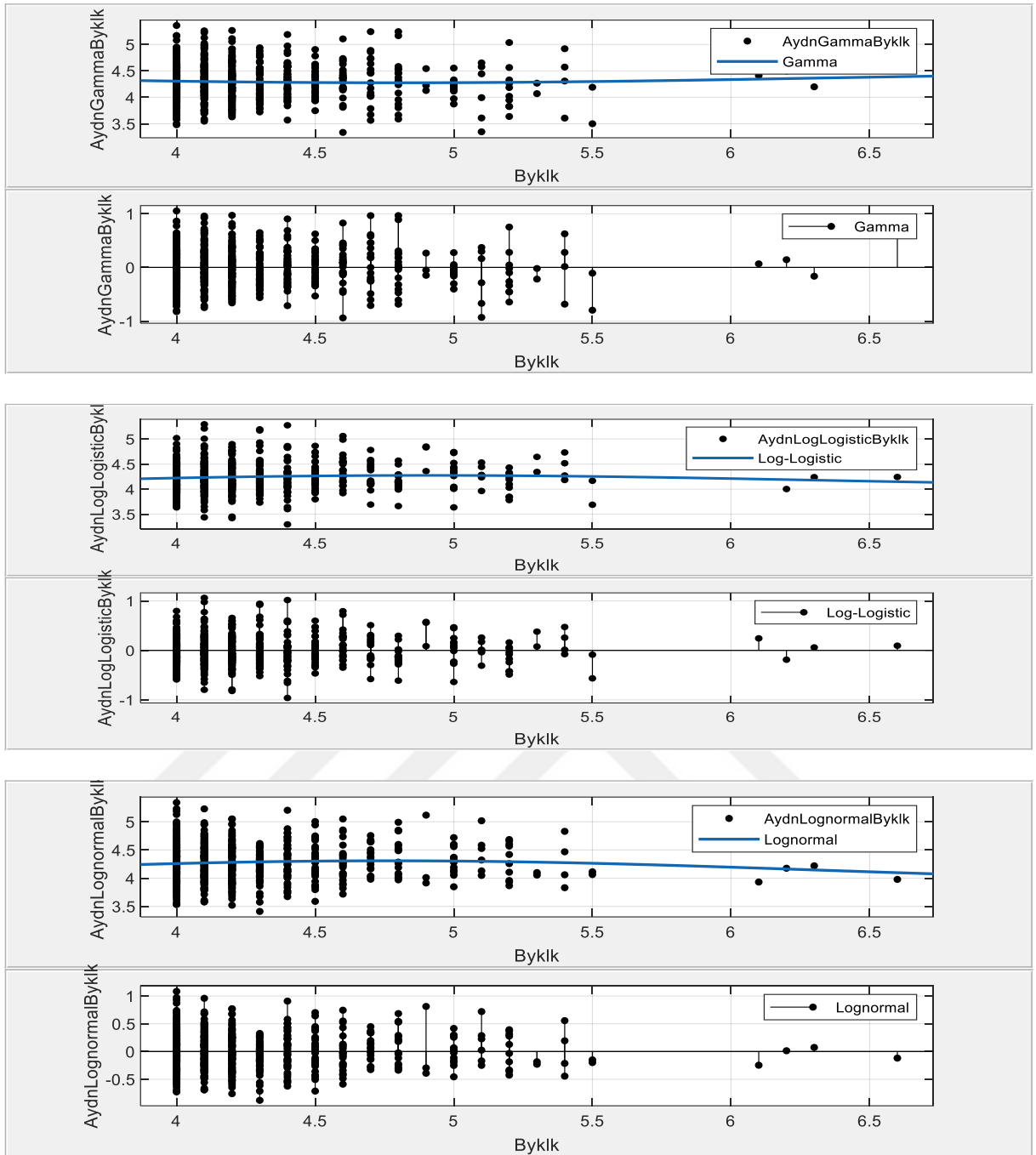


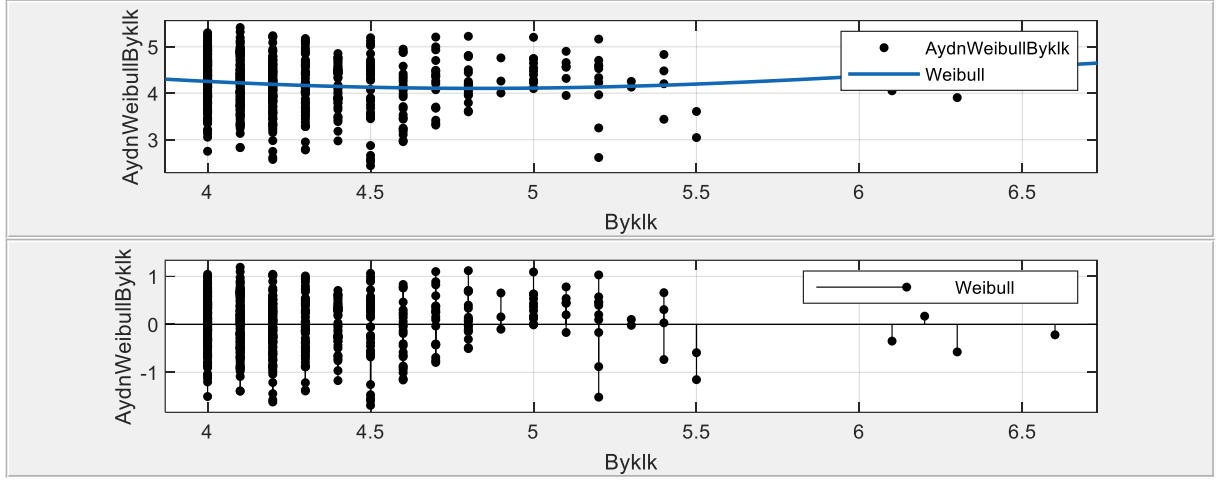


Şekil 3.87. Aydın ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri

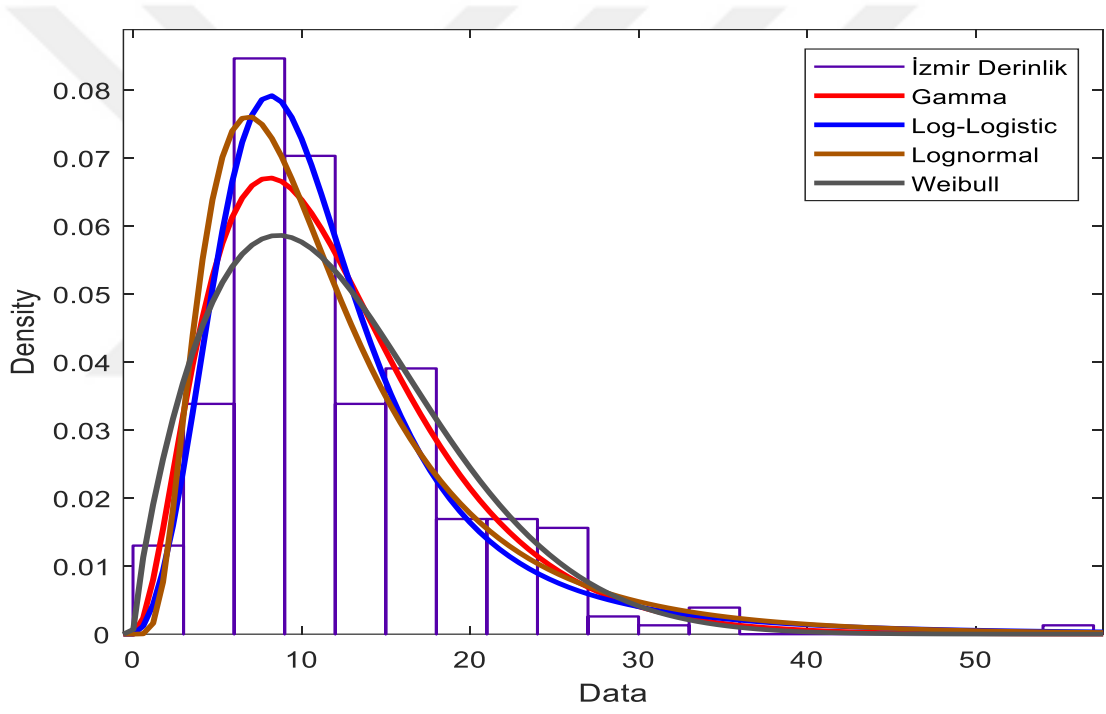


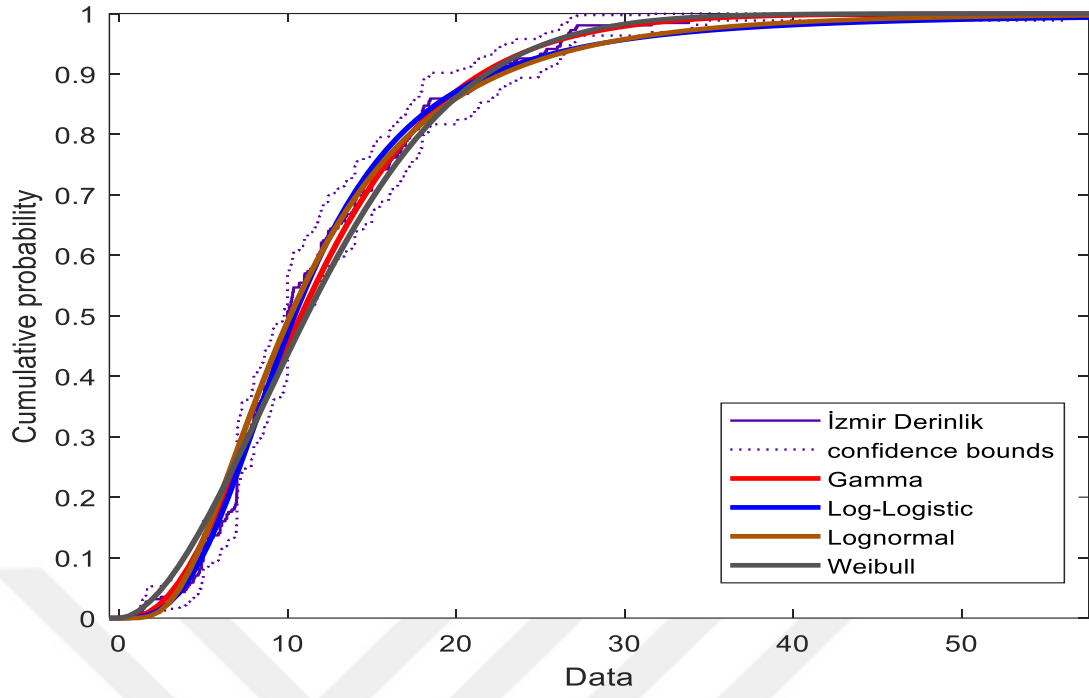
Şekil 3.88. Sırasıyla Aydın ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği



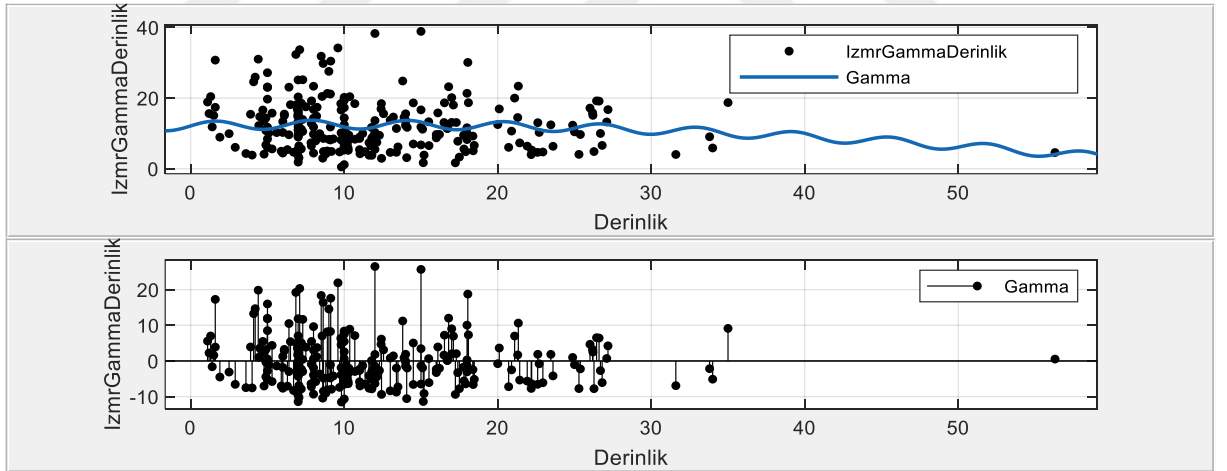


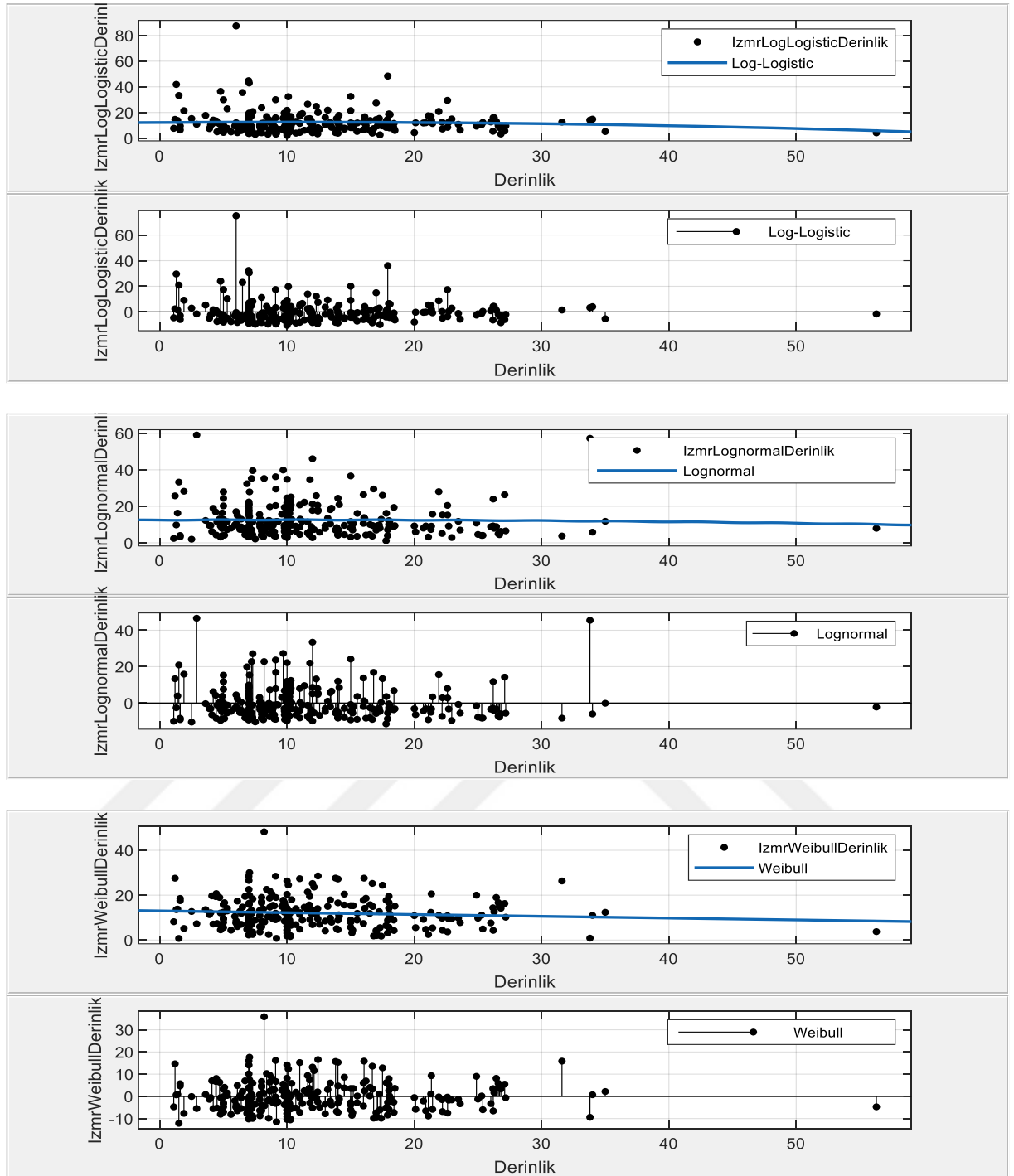
Şekil 3.89. Aydın ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri



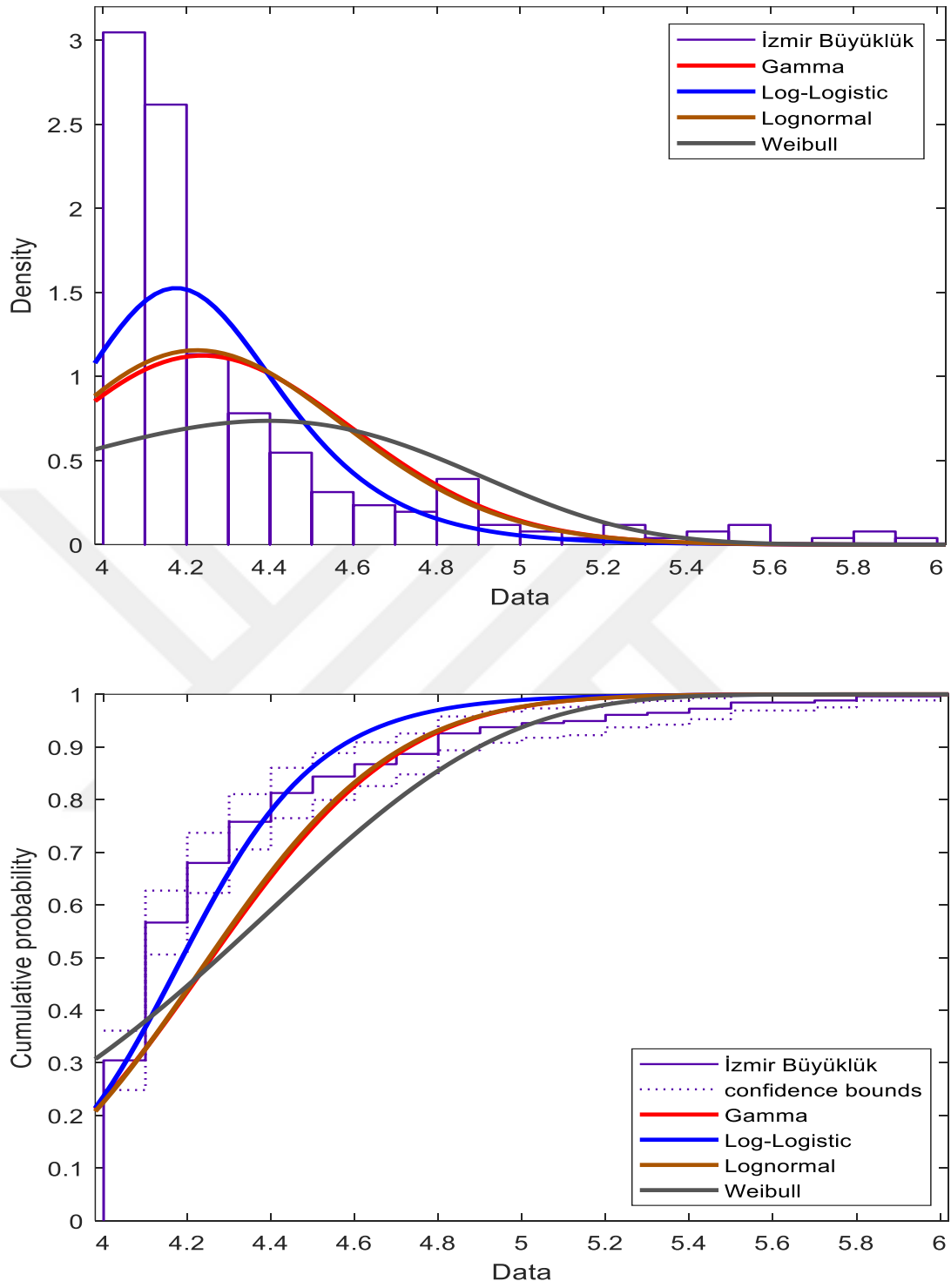


Şekil 3.90. Sırasıyla İzmir ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği

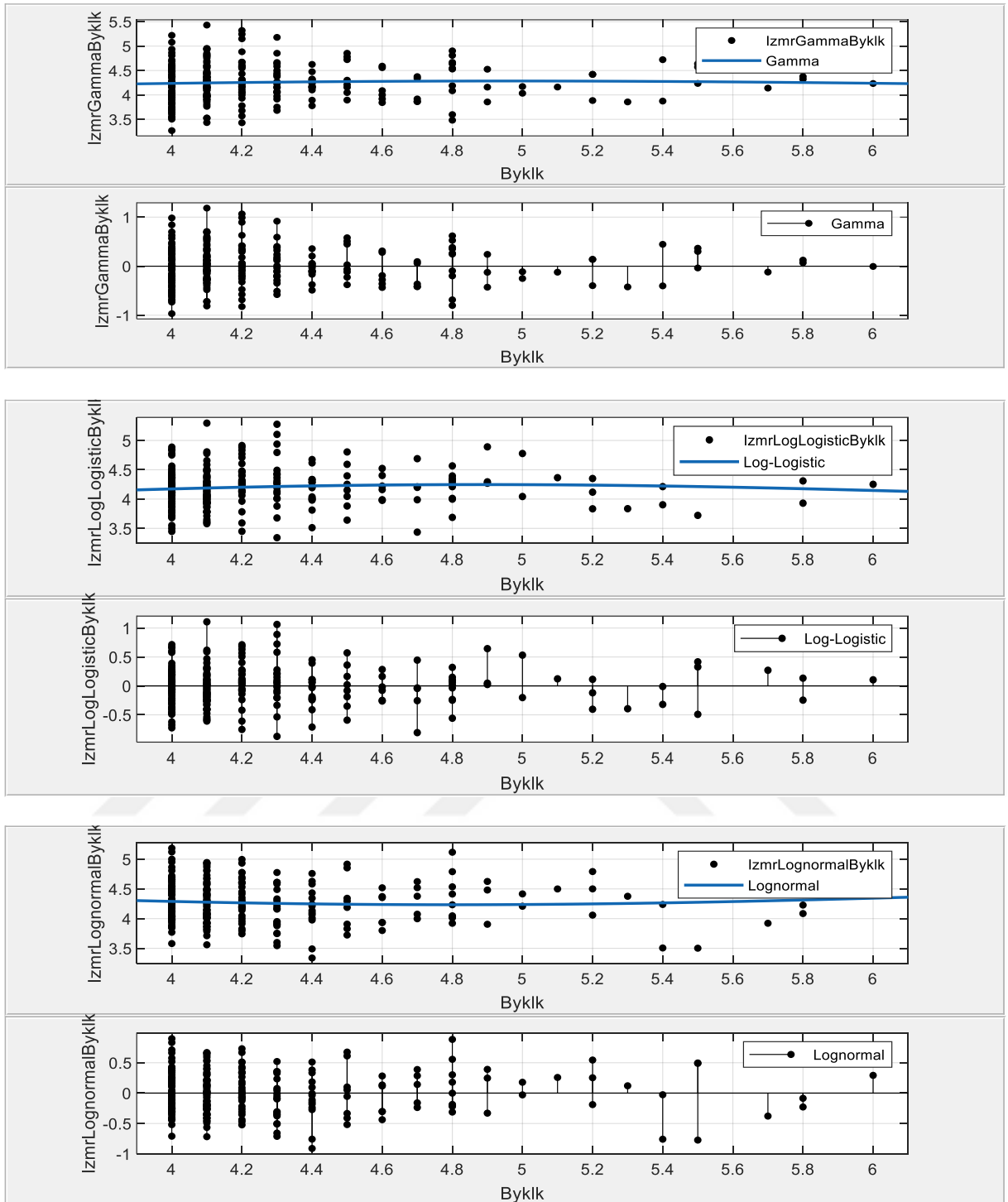


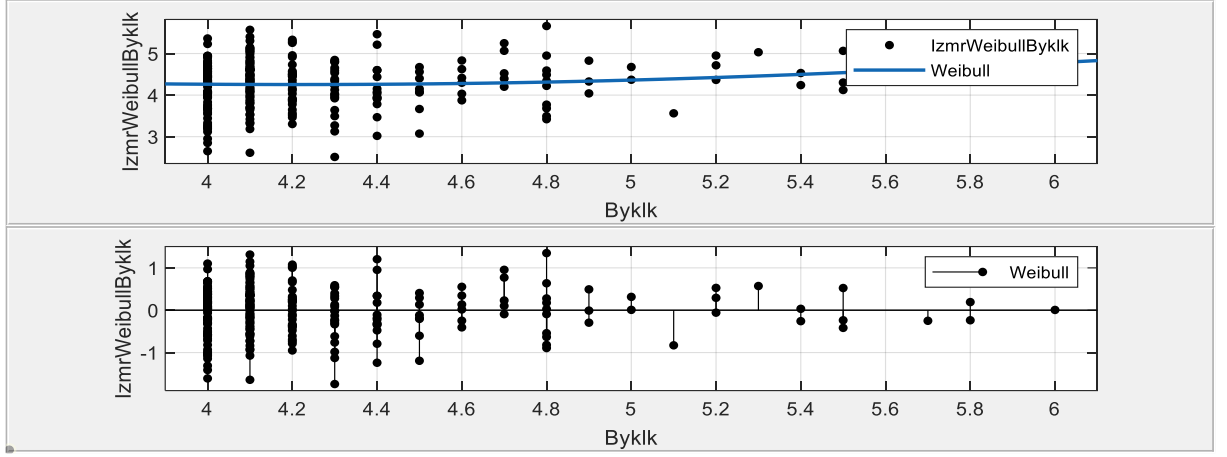


Şekil 3.91. İzmir ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri

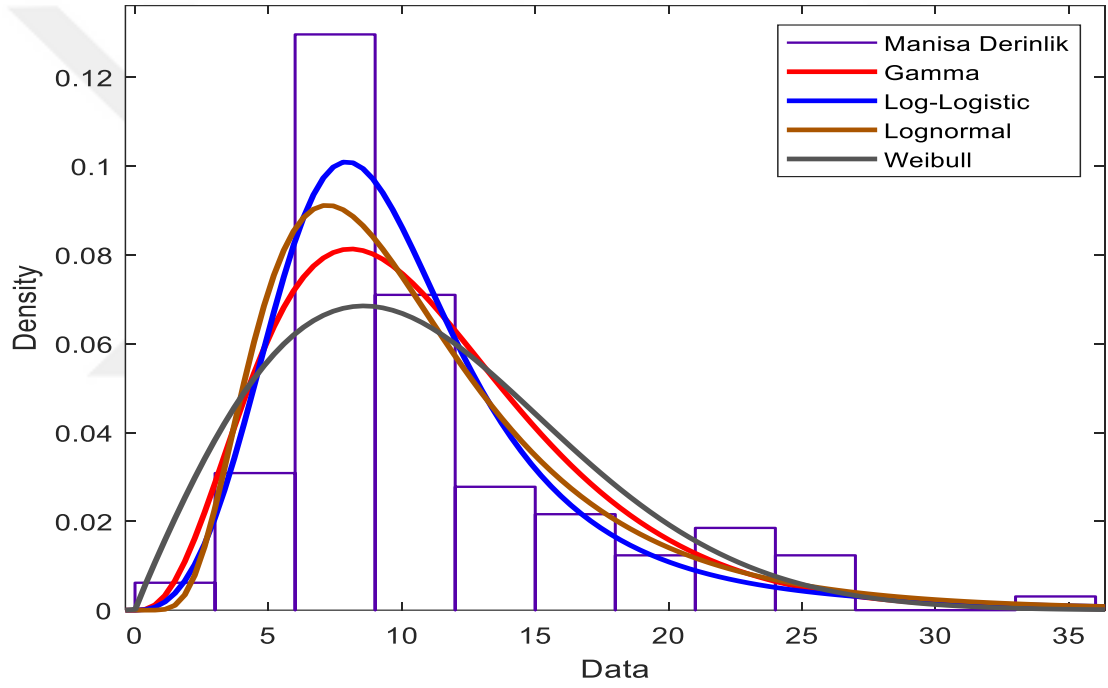


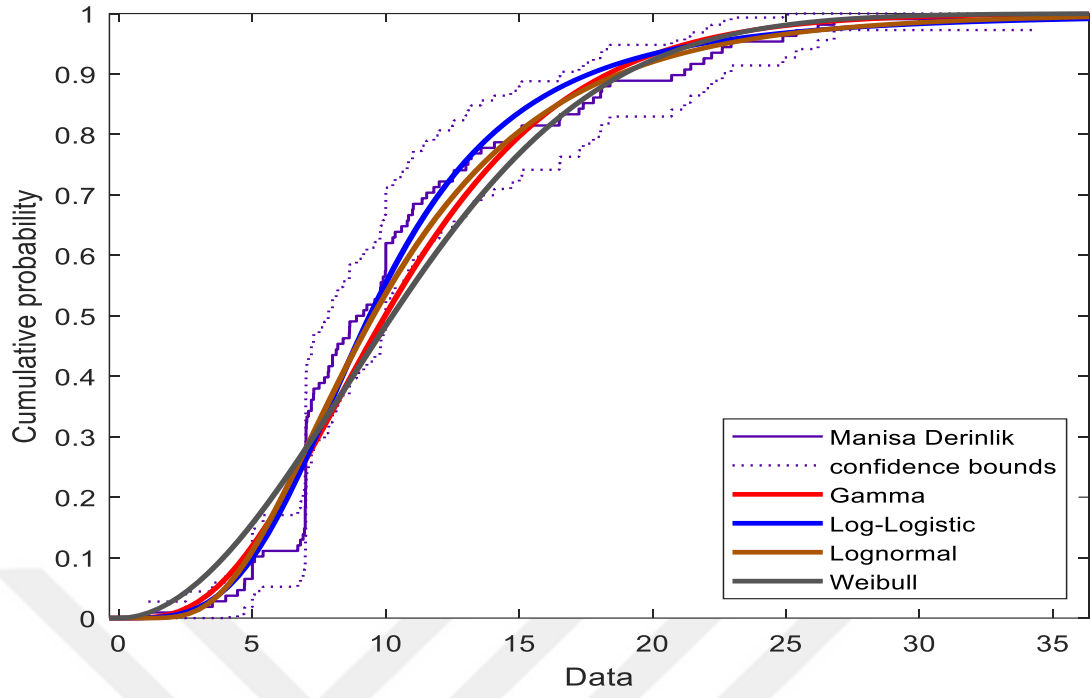
Şekil 3.92. Sırasıyla İzmir ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği



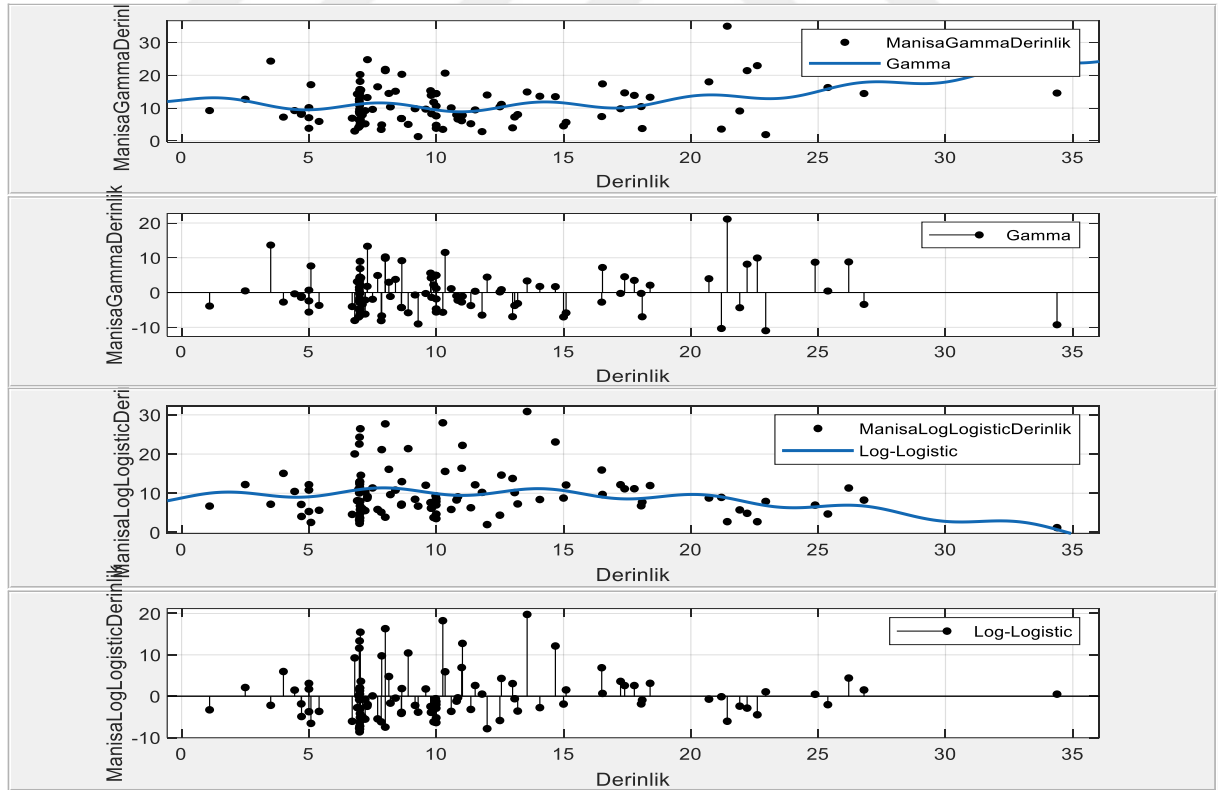


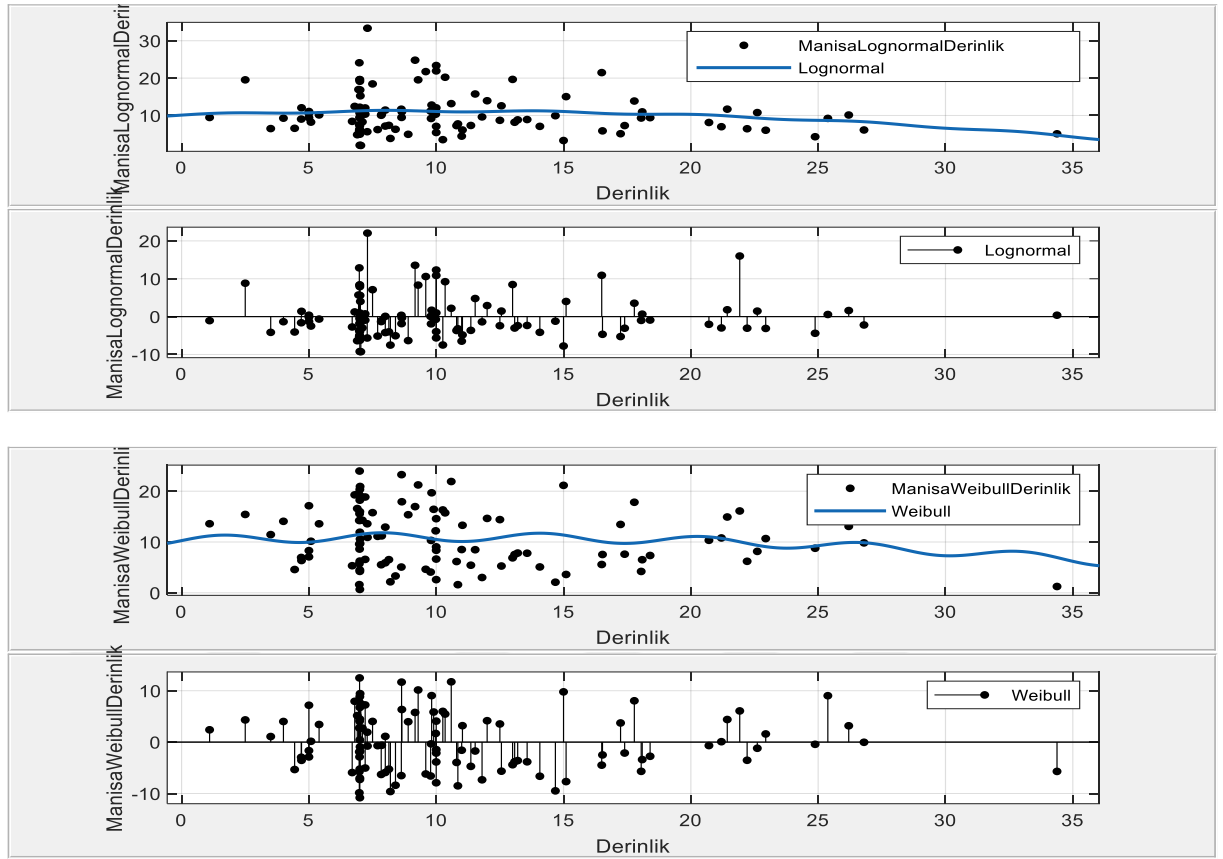
Şekil 3.93. İzmir ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri



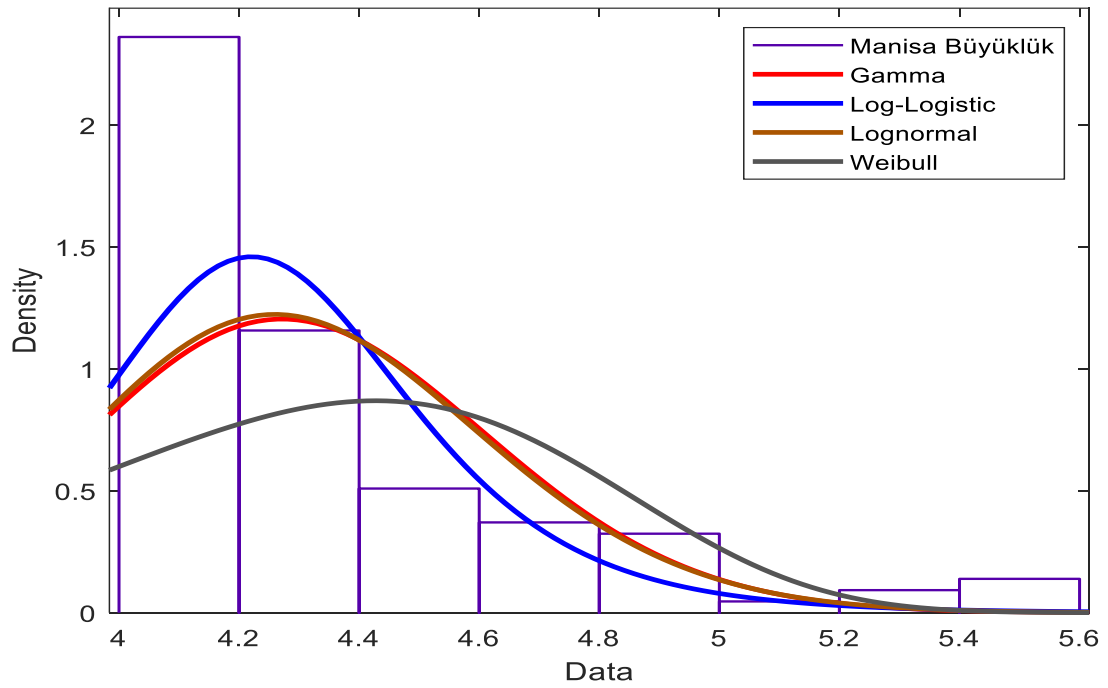


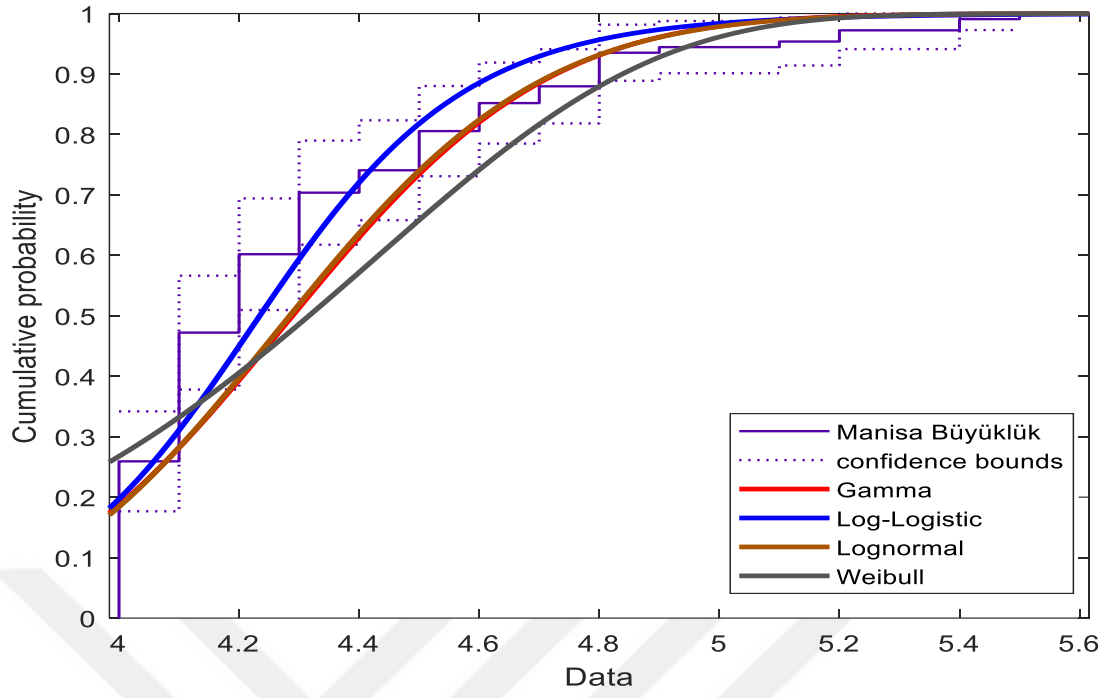
Şekil 3.94. Sırasıyla Manisa ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği



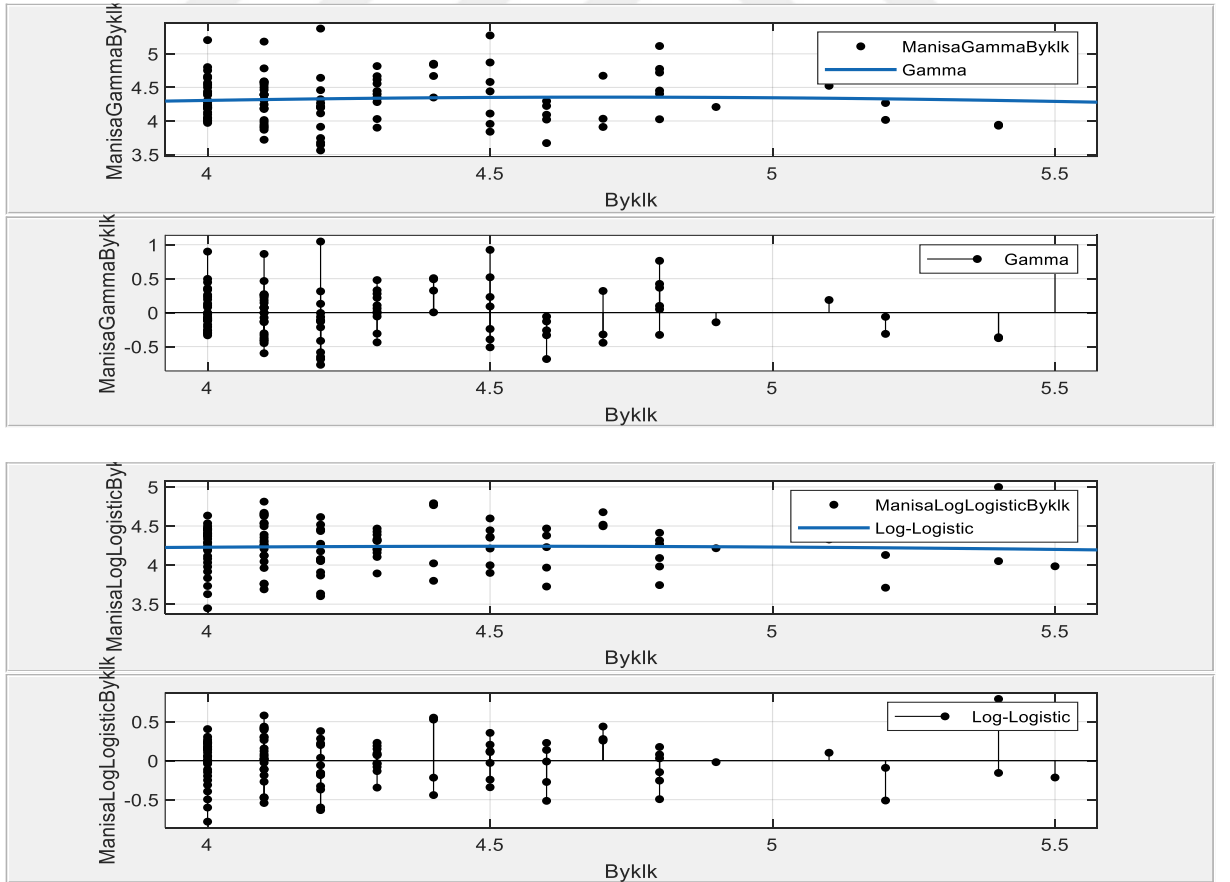


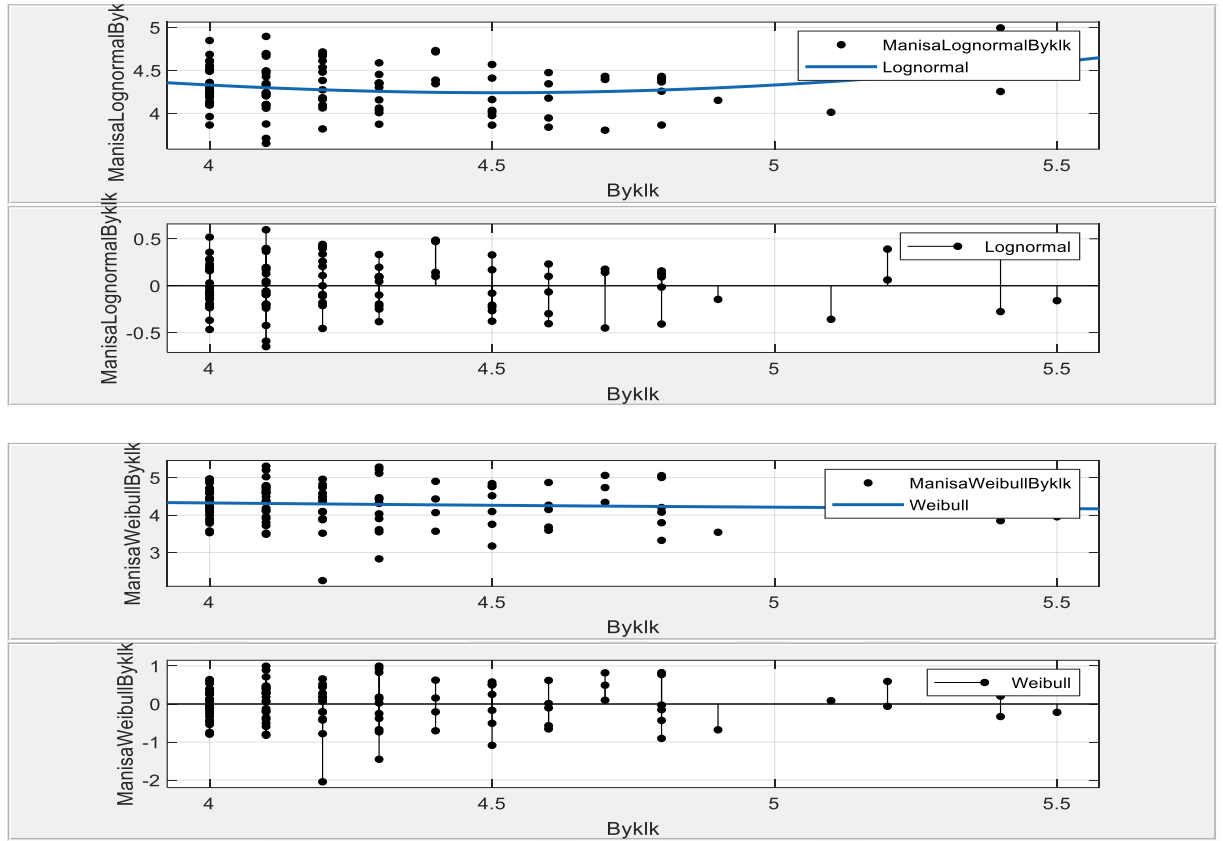
Şekil 3.95. Manisa ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri



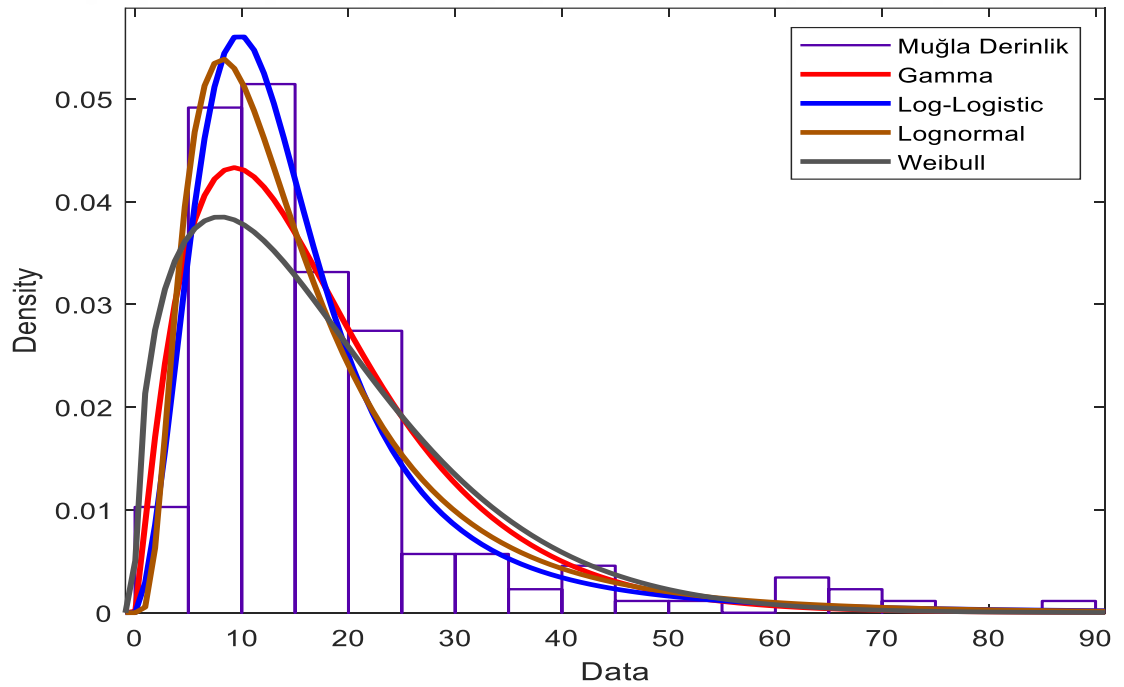


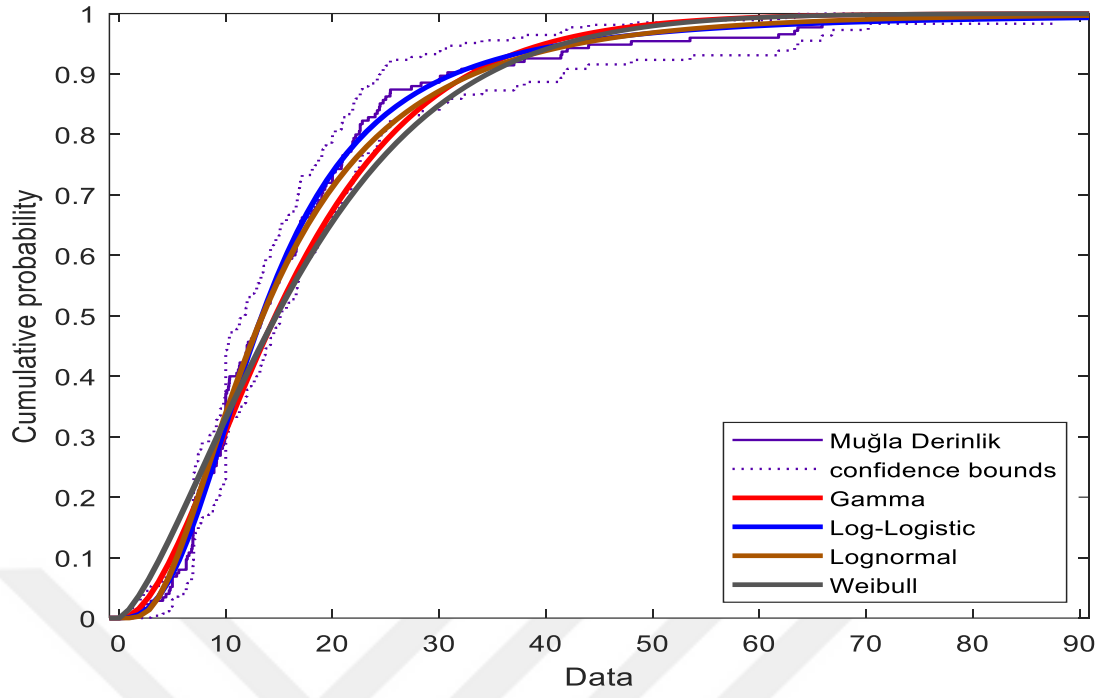
Şekil 3.96. Sırasıyla Manisa ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği



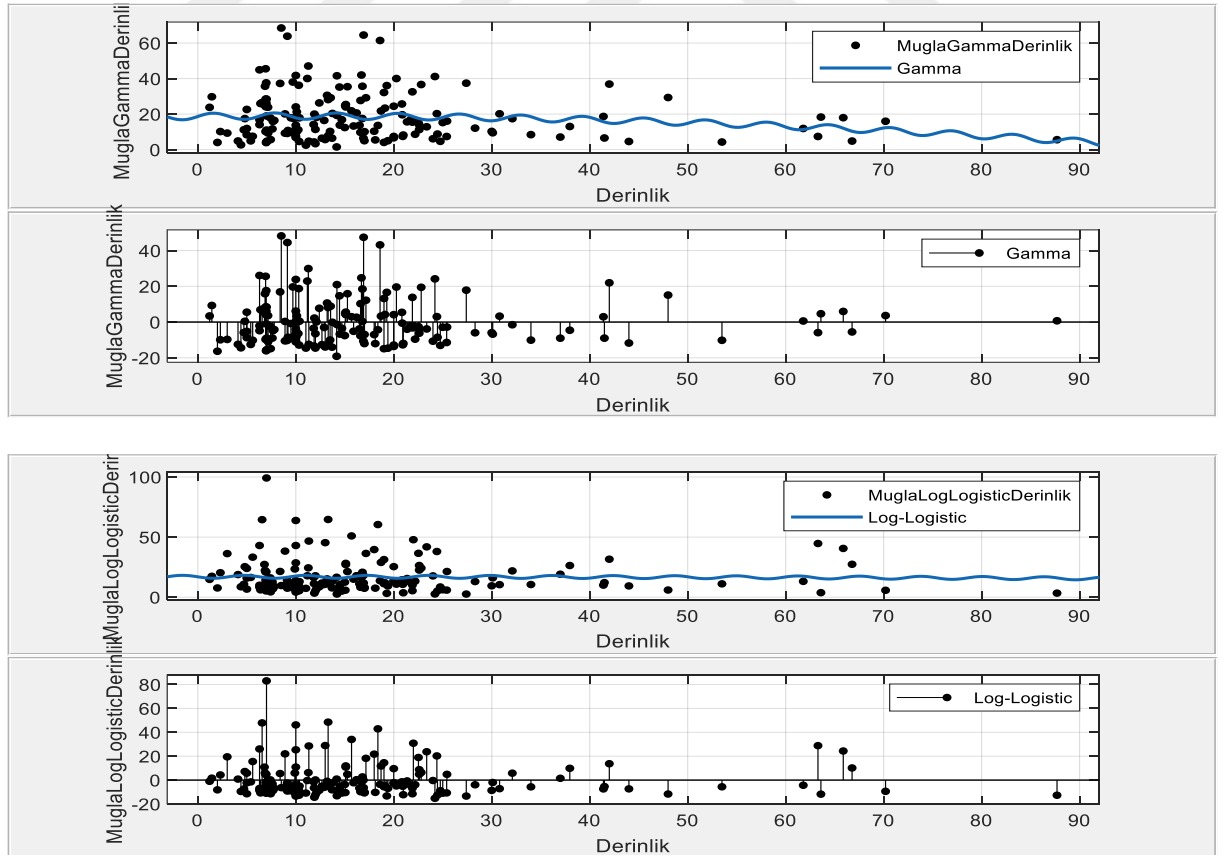


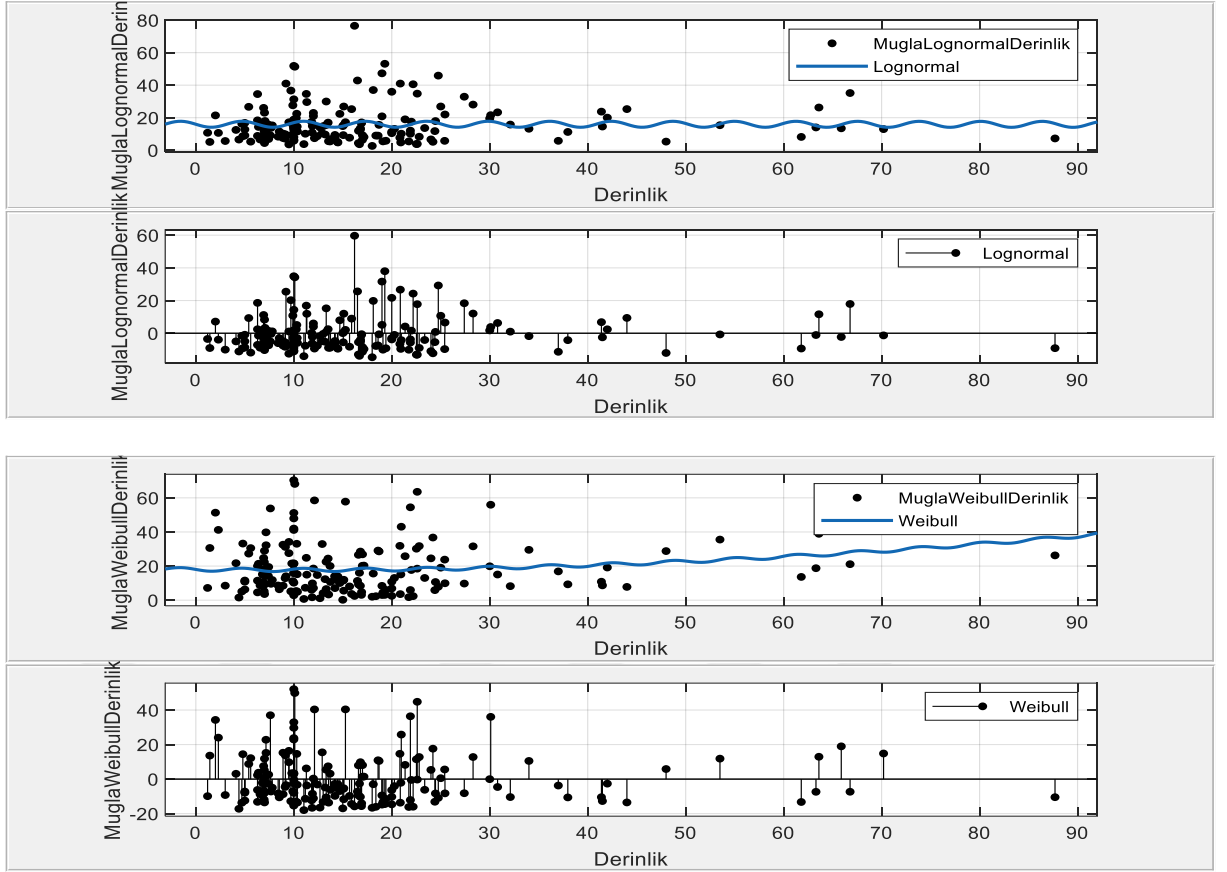
Şekil 3.97. Manisa ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri



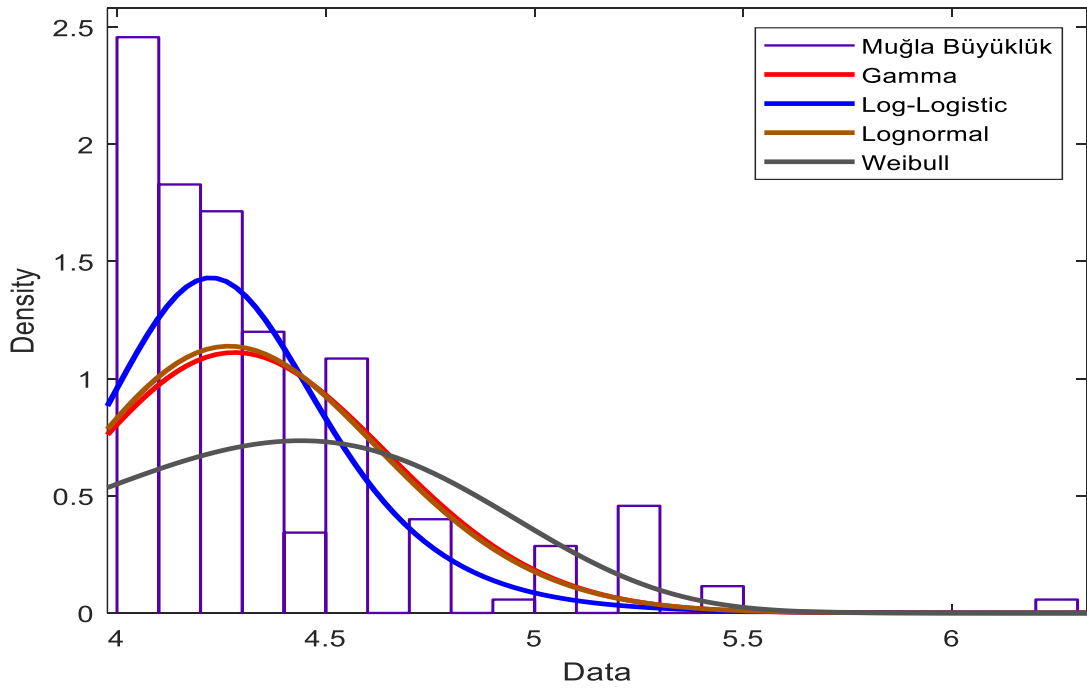


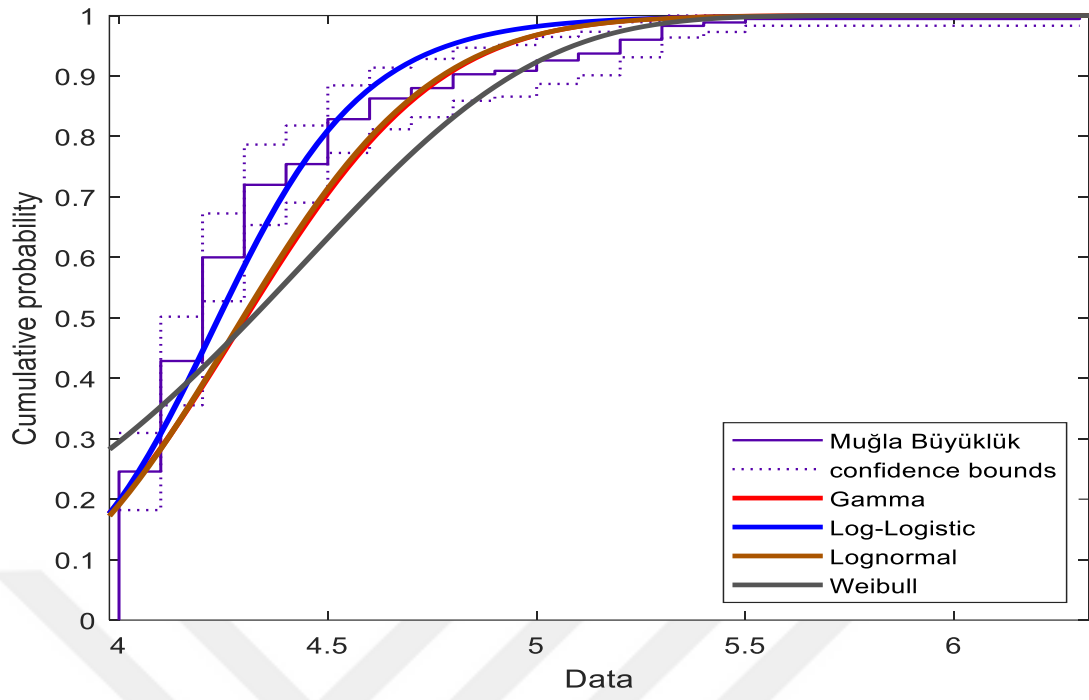
Şekil 3.98. Sırasıyla Muğla ilinin derinlik veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği



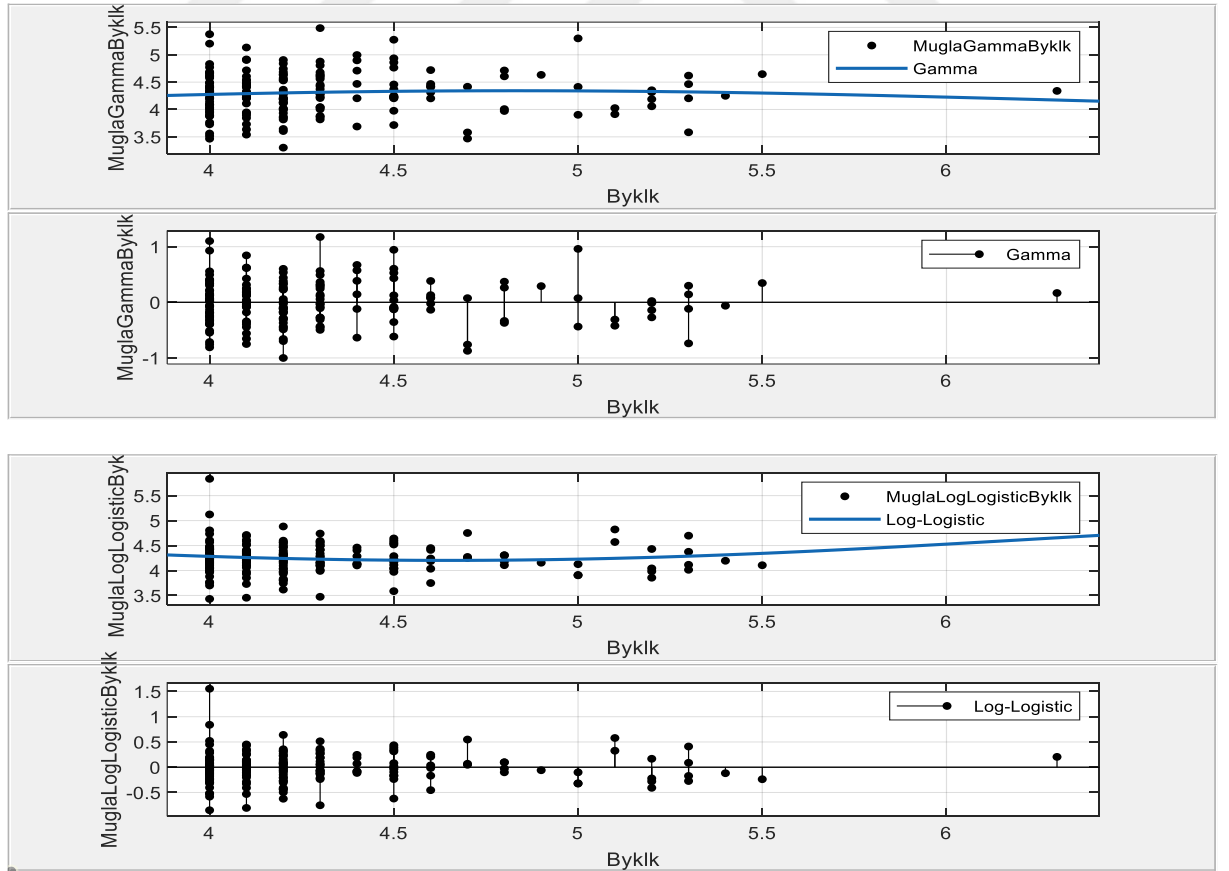


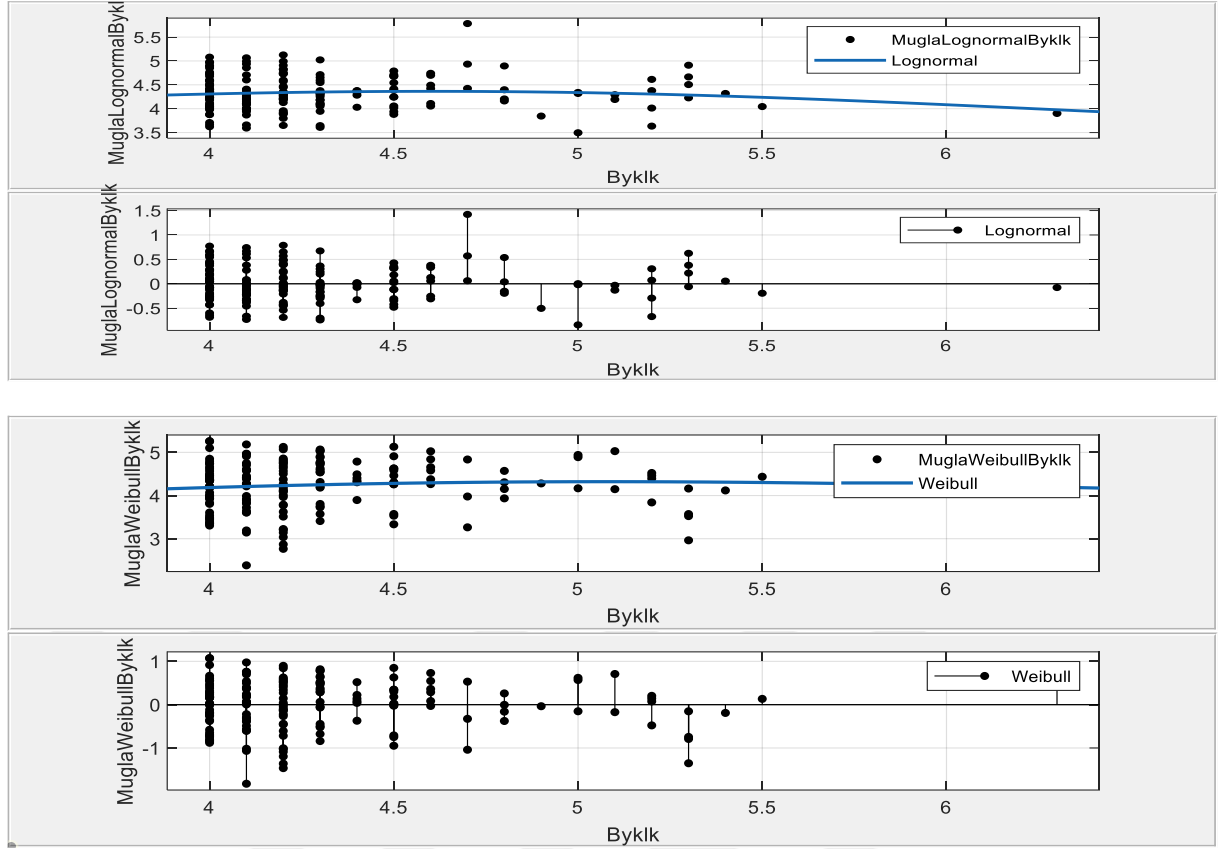
Şekil 3.99. Muğla ilinin derinlik veri setinin simülasyon saçılım grafikleri





Şekil 3.100. Sırasıyla Muğla ilinin büyüklük veri setinin olasılık ve kümülatif fonksiyonu grafiği





Şekil 3.101. Muğla ilinin büyüklük veri setinin simülasyon saçılım grafikleri

3.3. Entropi Yaklaşımı

Entropi, fizikte kullanılan bir termodinamik terimdir. Çoğunlukla bir sistemdeki tesadüf ve düzensizlik olarak tanımlanır. Entropi zaman açısından gelecek ve geçmiş arasında ayrım yapması onu fizikte tüm kurallardan farklı kılar. Doğal fiziksel olayların canlıların tümünün yaşamlarında kurdukları düzenlilikleri arttırmak değil azaltmak yönündedir. Örneğin bazı depremlerde canlıların tamamıyla düzenlerinin bozulması, evlerini ve canlarını kaybetmeleri gibi. Entropi ilk olarak 1948’de Claude E. Shannon tarafından tanımlanmıştır. Yine Buddha’nın bir düşüncesinde entropi yaklaşımı için evrensel düzensizliğe gidiş olgusu yer almaktadır.

Çalışmamızda, Kuzey Anadolu Fay Hattı (KAF), Doğu Anadolu Fay Hattı (DAF) ve Batı Anadolu Fay Hattı (BAF) için seçilen bölgelerin derinlik ve büyüklük veri setinde volatilité ölçümü için Entropi yaklaşımı kullanıldı. Bunun için Shannon, Renyi, Tsallis ve Yaklaşık entropi değerleri hesaplandı. Bunu R programında kodlar yardımıyla yaptık. Ayrıca Shannon, Tsallis, Renyi entropileri için çeşitli tahmin ediciler kullanılarak değerler hesaplandı.

Çalışmamızda seri düzensizliğinin ölçüsü için matematiksel bir model olan Yaklaşık entropisine karar verdik. Yaklaşık entropi (ApEn) tamamen düzensiz değişkenlerinin sürekliliğini derecelendirir. Aynı zamanda ApEn matematiksel olarak Markov zincirlerini bir sürece yaklaştırmada da kullanılır. Bizim çalışmamızda KAF bölgeleri için derinlik ve büyüklük verileri hesaplanıp Çizelge 3.(13-17). tablolarından elde edilen değerlere bakılarak derinlik bakımından en yüksek volatilité Erzincan bölgesi, büyüklük bakımından en büyük volatilitéde Erzincan bölgesinde gözlemlenmektedir. Benzer şekilde DAF bölgeleri için derinlik ve büyüklük verileri hesaplanıp Çizelge 3.(18-22). tablolarından elde edilen değerlere bakılarak derinlik bakımından en yüksek volatilité Elazığ bölgesinde, büyüklük bakımından en yüksek volatilité Hatay bölgesinde gözlemlenmektedir. BAF bölgeleri için derinlik ve büyüklük verileri hesaplanıp Çizelge 3.(23-27). tablolarından elde edilen değerlere bakılarak derinlik bakımından en yüksek volatilité İzmir bölgesinde, büyüklük bakımından en yüksek volatilité Afyon bölgesine ait olduğu gözlemlenmektedir. Yine Şekil 3.102. ile de ApEn değerleri değişim grafiği verilmiştir.

Çizelge 3.13. Düzce ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri

	Shannon		Tsallis		Renyi		Approximate Entropy	
	Value	q	Value	r	Value		Value	
Derinlik								
ML	3.574726	0	45.0000000	0	3.828641			
MM	3.623322	0.2	24.5284228	0.25	3.771441			
Jefferys	3.596798	0.4	14.0147719	0.5	3.711720			
Laplace	3.615766	0.6	8.4233298	1	3.574726			
SG	3.575762	0.8	5.3403269	2	3.208638		0.7204304	
Minimax	3.595478	1	3.5747255	4	2.596441			
CS	3.586627	1.2	2.5224753	8	2.243611			
Shrink	3.624616	1.4	1.8689066	16	2.094229			
		1.6	1.4456266	32	2.026673			
		1.8	1.1600000	64	1.994504			
		2	0.9595884	Infinite	1.963340			
Büyüklik								
ML	3.828031	0	45.0000000	0	3.828641			
MM	3.949652	0.2	25.4847529	0.25	3.828497			
Jefferys	3.828154	0.4	14.9079099	0.5	3.828347			
Laplace	3.828244	0.6	9.0606237	1	3.828031			
SG	3.828037	0.8	5.7517641	2	3.827327		0.1111888	
Minimax	3.828109	1	3.8280306	4	3.825583			
CS	3.895207	1.2	2.6746784	8	3.820206			
Shrink	3.828641	1.4	1.9592584	16	3.797093			
		1.6	1.4989949	32	3.726269			
		1.8	1.1915064	64	3.668234			
		2	0.9782323	Infinite	3.610918			

Çizelge 3.14. Erzincan ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri

	Shannon		Tsallis		Renyi	Approximate Entropy	
	Value	q	Value	r	Value	Value	
Derinlik							
ML	4.076401	0	79.0000000	0	4.382027		
MM	4.117291	0.2	38.5202739	0.25	4.310527		
Jefferys	4.09921	0.4	19.8915015	0.5	4.236568		
Laplace	4.119276	0.6	10.9459301	1	4.076401		
SG	4.077009	0.8	6.4497735	2	3.719208	0.8506691	
Minimax	4.094382	1	4.0764007	4	3.211478		
CS	4.088789	1.2	2.7566498	8	2.895666		
Shrink	4.12435	1.4	1.9821780	16	2.742731		
		1.6	1.5025593	32	2.664761		
		1.8	1.1897612	64	2.623675		
		2	0.9757468	Infinite	2.582704		
Büyüklik							
ML	4.377529	0	79.0000000	0	4.382027		
MM	4.496864	0.2	40.3496634	0.25	4.380971		
Jefferys	4.378415	0.4	21.4144644	0.5	4.379871		
Laplace	4.379063	0.6	11.9119521	1	4.377529		
SG	4.377555	0.8	7.0027493	2	4.372226	0.2997965	
Minimax	4.377969	1	4.3775291	4	4.358713		
CS	4.449722	1.2	2.9163305	8	4.318120		
Shrink	4.382027	1.4	2.0656540	16	4.216986		
		1.6	1.5458940	32	4.117034		
		1.8	1.2122036	64	4.063013		
		2	0.9873769	Infinite	4.010359		

Çizelge 3.15. Erzurum ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri

	Shannon		Tsallis		Renyi		Approximate Entropy
	Value	q	Value		r	Value	Value
Derinlik							
ML	3.808712	0	59.0000000		0	4.094345	
MM	3.846581	0.2	30.2214965		0.25	4.017373	
Jefferys	3.830369	0.4	16.4117247		0.5	3.944403	
Laplace	3.849365	0.6	9.4744109		1	3.808712	
SG	3.809484	0.8	5.8234773		2	3.581367	0.6342164
Minimax	3.828953	1	3.8087119		4	3.314107	
CS	3.823779	1.2	2.6420513		8	3.113534	
Shrink	3.870423	1.4	1.9332007		16	2.967288	
		1.6	1.4817541		32	2.876607	
		1.8	1.1810311		64	2.831045	
		2	0.9721624	Infinite	2.786810		
Büyüklik							
ML	4.092993	0	59.0000000		0	4.094345	
MM	4.214392	0.2	31.8129750		0.25	4.094023	
Jefferys	4.093266	0.4	17.7692085		0.5	4.093691	
Laplace	4.093464	0.6	10.3547404		1	4.092993	
SG	4.093003	0.8	6.3372459		2	4.091453	0.2027708
Minimax	4.093146	1	4.0929928		4	4.087711	
CS	4.164031	1.2	2.7946245		8	4.076890	
Shrink	4.094345	1.4	2.0135735		16	4.040731	
		1.6	1.5235979		32	3.972981	
		1.8	1.2026542		64	3.927830	
		2	0.9832851	Infinite	3.883624		

Çizelge 3.16. Muş ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri

	Shannon		Tsallis		Renyi		Approximate Entropy
	Value	q	Value	r	Value	Value	
Derinlik							
ML	2.889552	0	24.0000000	0	3.218876		
MM	2.917988	0.2	14.2985237	0.25	3.134039		
Jefferys	2.908391	0.4	8.9324497	0.5	3.049667		
Laplace	2.925545	0.6	5.8551362	1	2.889552		
SG	2.891127	0.8	4.0228743	2	2.636567	0.3443138	
Minimax	2.919607	1	2.8895520	4	2.377004		
CS	2.893939	1.2	2.1615526	8	2.202168		
Shrink	2.93406	1.4	1.6764753	16	2.094114		
		1.6	1.3418387	32	2.030839		
		1.8	1.1033998	64	1.998697		
		2	0.9283933	Infinite	1.967468		
Büyüklik							
ML	3.217779	0	24.0000000	0	3.218876		
MM	3.336591	0.2	15.1630715	0.25	3.218615		
Jefferys	3.218001	0.4	9.8281765	0.5	3.218346		
Laplace	3.218162	0.6	6.5574263	1	3.217779		
SG	3.2178	0.8	4.5166228	2	3.216526	0.1859114	
Minimax	3.217963	1	3.2177794	4	3.213458		
CS	3.271375	1.2	2.3727714	8	3.204390		
Shrink	3.218876	1.4	1.8096997	16	3.171652		
		1.6	1.4248083	32	3.102032		
		1.8	1.1546584	64	3.053392		
		2	0.9599059	Infinite	3.005683		

Çizelge 3.17. Tokat ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri

	Shannon		Tsallis		Renyi	Approximate Entropy
	Value	q	Value	r	Value	Value
Derinlik						
ML	4.260126	0	83.000000	0	4.430817	
MM	4.302473	0.2	40.787227	0.25	4.385331	
Jefferys	4.274371	0.4	21.121026	0.5	4.341805	
Laplace	4.286793	0.6	11.601113	1	4.260126	
SG	4.26049	0.8	6.796822	2	4.117262	0.6912133
Minimax	4.270932	1	4.260126	4	3.903282	
CS	4.268127	1.2	2.854098	8	3.646600	
Shrink	4.330271	1.4	2.034018	16	3.438055	
		1.6	1.530229	32	3.327989	
		1.8	1.204580	64	3.275165	
		2	0.983711	Infinite	3.223991	
Büyüklik						
ML	4.429525	0	83.0000000	0	4.430817	
MM	4.551584	0.2	42.0261231	0.25	4.430510	
Jefferys	4.429786	0.4	22.1174474	0.5	4.430192	
Laplace	4.429975	0.6	12.2068834	1	4.429525	
SG	4.429532	0.8	7.1265512	2	4.428052	0.1803734
Minimax	4.429651	1	4.4295252	4	4.424468	
CS	4.507298	1.2	2.9381807	8	4.414049	
Shrink	4.430817	1.4	2.0748414	16	4.378617	
		1.6	1.5497593	32	4.310395	
		1.8	1.2138308	64	4.264479	
		2	0.9880623	Infinite	4.219508	

Çizelge 3.18. Bingöl ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri

	Shannon		Tsallis		Renyi		Approximate Entropy
	Value	q	Value	r	Value	Value	
Derinlik							
ML	4.684184	0	142.0000000	0	4.962845		
MM	4.723088	0.2	62.0912252	0.25	4.892900		
Jefferys	4.704793	0.4	28.9569489	0.5	4.824063		
Laplace	4.722903	0.6	14.5283546	1	4.684184		
SG	4.684492	0.8	7.9047766	2	4.391240	0.9344469	
Minimax	4.696831	1	4.6841839	4	3.928641		
CS	4.694081	1.2	3.0179485	8	3.565721		
Shrink	4.736667	1.4	2.0978375	16	3.379535		
		1.6	1.5552529	32	3.292570		
		1.8	1.2144450	64	3.250597		
		2	0.9876146	Infinite	3.205270		
Büyüklik							
ML	4.959448	0	142.000000	0	4.962845		
MM	5.079787	0.2	64.964774	0.25	4.962036		
Jefferys	4.960124	0.4	31.045555	0.5	4.961201		
Laplace	4.960616	0.6	15.685682	1	4.959448		
SG	4.959459	0.8	8.483551	2	4.955586	0.2134737	
Minimax	4.959703	1	4.959448	4	4.946260		
CS	5.04235	1.2	3.145352	8	4.920179		
Shrink	4.962845	1.4	2.155924	16	4.846163		
		1.6	1.581529	32	4.734890		
		1.8	1.226293	64	4.661192		
		2	0.992956	Infinite	4.588363		

Çizelge 3.19. Elazığ ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri

	Shannon		Tsallis		Renyi		Approximate Entropy
	Value	q	Value	r	Value		Value
Derinlik							
ML	4.804889	0	150.000000	0	5.017280		
MM	4.854037	0.2	65.506902	0.25	4.961415		
Jefferys	4.824973	0.4	30.412864	0.5	4.907746		
Laplace	4.842113	0.6	15.154605	1	4.804889		
SG	4.805178	0.8	8.177769	2	4.609679		0.9996997
Minimax	4.815695	1	4.804889	4	4.281528		
CS	4.826245	1.2	3.072043	8	3.952784		
Shrink	4.879976	1.4	2.122376	16	3.749777		
		1.6	1.566504	32	3.637123		
		1.8	1.219652	64	3.579675		
		2	0.990045	Infinite	3.523743		
Büyüklik							
ML	5.01345	0	150.0000000	0	5.017280		
MM	5.133643	0.2	67.9076954	0.25	5.016373		
Jefferys	5.014209	0.4	32.1283643	0.5	5.015434		
Laplace	5.014763	0.6	16.0841685	1	5.013450		
SG	5.013462	0.8	8.6302294	2	5.009034		0.2821741
Minimax	5.01373	1	5.0134505	4	4.998129		
CS	5.097059	1.2	3.1652383	8	4.966485		
Shrink	5.01728	1.4	2.1632494	16	4.879284		
		1.6	1.5842279	32	4.771099		
		1.8	1.2272873	64	4.707108		
		2	0.9933226	Infinite	4.644391		

Çizelge 3.20. Hatay ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri

	Shannon		Tsallis		Renyi		Approximate Entropy	
	Value	q	Value	r	Value		Value	
Derinlik								
ML	2.889949	0	21.0000000	0	3.091042			
MM	2.912775	0.2	13.0693158	0.25	3.037592			
Jefferys	2.899593	0.4	8.4564687	0.5	2.986466			
Laplace	2.908494	0.6	5.6900852	1	2.889949			
SG	2.890859	0.8	3.9798107	2	2.718788		0.06953872	
Minimax	2.908063	1	2.8899492	4	2.481271			
CS	2.892414	1.2	2.1742395	8	2.278728			
Shrink	2.928796	1.4	1.6900857	16	2.152935			
		1.6	1.3529505	32	2.085496			
		1.8	1.1115470	64	2.052422			
		2	0.9340454	Infinite	2.020353			
Büyüklik								
ML	3.087783	0	21.0000000	0	3.091042			
MM	3.203168	0.2	13.5625866	0.25	3.090259			
Jefferys	3.088434	0.4	8.9741033	0.5	3.089455			
Laplace	3.088908	0.6	6.1015424	1	3.087783			
SG	3.087852	0.8	4.2732164	2	3.084183		0.3483463	
Minimax	3.088359	1	3.0877832	4	3.075924			
CS	3.134993	1.2	2.3033245	8	3.055545			
Shrink	3.091042	1.4	1.7725887	16	3.010673			
		1.6	1.4049711	32	2.959415			
		1.8	1.1440514	64	2.930038			
		2	0.9542326	Infinite	2.901422			

Çizelge 3.21. Malatya ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri

	Shannon		Tsallis		Renyi	Approximate Entropy	
	Value	q	Value	r	Value	Value	
Derinlik							
ML	3.382636	0	34.0000000	0	3.555348		
MM	3.418807	0.2	19.5450972	0.25	3.504981		
Jefferys	3.396115	0.4	11.7644755	0.5	3.460844		
Laplace	3.407822	0.6	7.4149638	1	3.382636		
SG	3.383463	0.8	4.8948272	2	3.237380	0.29233	
Minimax	3.399055	1	3.3826364	4	2.964774		
CS	3.389364	1.2	2.4430725	8	2.668637		
Shrink	3.445378	1.4	1.8385625	16	2.502009		
		1.6	1.4358820	32	2.421748		
		1.8	1.1583592	64	2.383309		
		2	0.9607334	Infinite	2.346070		
Büyüklik							
ML	3.550578	0	34.0000000	0	3.555348		
MM	3.667819	0.2	20.2211303	0.25	3.554230		
Jefferys	3.551516	0.4	12.3878951	0.5	3.553063		
Laplace	3.552202	0.6	7.8534913	1	3.550578		
SG	3.55064	0.8	5.1732051	2	3.544939	0.3165465	
Minimax	3.551255	1	3.5505777	4	3.530535		
CS	3.607128	1.2	2.5415448	8	3.487511		
Shrink	3.555348	1.4	1.8953363	16	3.384628		
		1.6	1.4682842	32	3.287431		
		1.8	1.1767422	64	3.235529		
		2	0.9711296	Infinite	3.184974		

Çizelge 3.22. Van ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri

	Shannon		Tsallis		Renyi		Approximate Entropy
	Value	q	Value	r	Value		Value
Derinlik							
ML	5.428171	0	266.0000000	0	5.587249		
MM	5.467415	0.2	104.4833848	0.25	5.538008		
Jefferys	5.441753	0.4	43.8492061	0.5	5.496045		
Laplace	5.453475	0.6	19.8912547	1	5.428171		
SG	5.428281	0.8	9.8808455	2	5.329941		0.974602
Minimax	5.434354	1	5.4281707	4	5.184221		
CS	5.440013	1.2	3.3038607	8	4.900050		
Shrink	5.506716	1.4	2.2098963	16	4.609074		
		1.6	1.6000142	32	4.461033		
		1.8	1.2326555	64	4.390225		
		2	0.9951556	Infinite	4.321628		
Büyüklik							
ML	5.586824	0	266.0000000	0	5.587249		
MM	5.710891	0.2	107.9169453	0.25	5.587148		
Jefferys	5.58691	0.4	45.9449698	0.5	5.587044		
Laplace	5.586973	0.6	20.8615418	1	5.586824		
SG	5.586825	0.8	10.2842159	2	5.586334		0.06934519
Minimax	5.586848	1	5.5868239	4	5.585112		
CS	5.689085	1.2	3.3642660	8	5.581281		
Shrink	5.587249	1.4	2.2324272	16	5.563442		
		1.6	1.6083051	32	5.494642		
		1.8	1.2356787	64	5.431042		
		2	0.9962513	Infinite	5.367843		

Çizelge 3.23. Afyon ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri

	Shannon		Tsallis		Renyi	Approximate Entropy	
	Value	q	Value	r	Value	Value	
Derinlik							
ML	4.113284	0	77.0000000	0	4.356709		
MM	4.143176	0.2	37.7781682	0.25	4.288105		
Jefferys	4.128421	0.4	19.6704704	0.5	4.224585		
Laplace	4.142056	0.6	10.9172992	1	4.113284		
SG	4.113693	0.8	6.4786851	2	3.950641	0.669682	
Minimax	4.127272	1	4.1132843	4	3.784912		
CS	4.119765	1.2	2.7866404	8	3.665762		
Shrink	4.170372	1.4	2.0031132	16	3.571499		
		1.6	1.5160916	32	3.484417		
		1.8	1.1981182	64	3.430250		
		2	0.9807576	Infinite	3.376656		
Büyüklik							
ML	4.351262	0	77.0000000	0	4.356709		
MM	4.470089	0.2	39.5099284	0.25	4.355436		
Jefferys	4.352329	0.4	21.0616663	0.5	4.354105		
Laplace	4.35311	0.6	11.7636345	1	4.351262		
SG	4.351294	0.8	6.9403540	2	4.344778	0.3639267	
Minimax	4.351798	1	4.3512619	4	4.328112		
CS	4.422395	1.2	2.9052645	8	4.279073		
Shrink	4.356709	1.4	2.0609886	16	4.172754		
		1.6	1.5439255	32	4.082032		
		1.8	1.2113724	64	4.034863		
		2	0.9870256	Infinite	3.988984		

Çizelge 3.24. Aydın ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri

	Shannon		Tsallis		Renyi		Approximate Entropy
	Value	q	Value	r	Value		Value
Derinlik							
ML	5.9331	0	641.0000000	0	6.464588		
MM	5.946619	0.2	199.2883500	0.25	6.318415		
Jefferys	5.9479	0.4	68.4942480	0.5	6.178241		
Laplace	5.961977	0.6	26.4699849	1	5.933100		
SG	5.933148	0.8	11.6817747	2	5.614979		0.990379
Minimax	5.940294	1	5.9331003	4	5.361856		
CS	5.935493	1.2	3.4486709	8	5.212169		
Shrink	5.955295	1.4	2.2523273	16	5.118536		
		1.6	1.6127026	32	5.049072		
		1.8	1.2365240	64	4.997654		
		2	0.9963571	Infinite	4.926073		
Büyüklik							
ML	6.462437	0	641.0000000	0	6.464588		
MM	6.585093	0.2	218.9401570	0.25	6.464082		
Jefferys	6.462868	0.4	78.9001468	0.5	6.463556		
Laplace	6.46318	0.6	30.6693516	1	6.462437		
SG	6.462439	0.8	13.2108391	2	6.459912		0.1950821
Minimax	6.462516	1	6.4624372	4	6.453450		
CS	6.576483	1.2	3.6269356	8	6.432416		
Shrink	6.464588	1.4	2.3114326	16	6.352670		
		1.6	1.6321308	32	6.226919		
		1.8	1.2428826	64	6.150941		
		2	0.9984351	Infinite	6.076495		

Çizelge 3.25. İzmir ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri

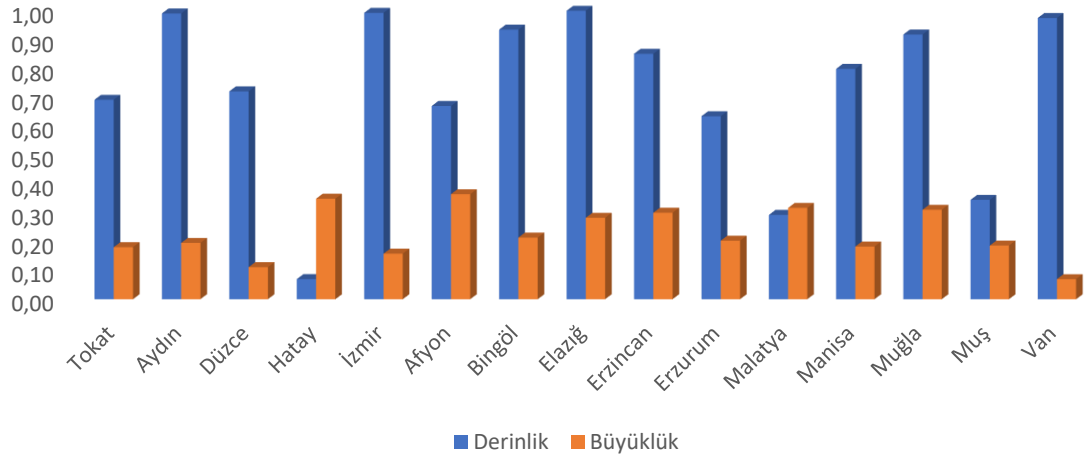
	Shannon		Tsallis		Renyi		Approximate Entropy
	Value	q	Value	r	Value		Value
Derinlik							
ML	5.368996	0	254.0000000	0	5.541264		
MM	5.411371	0.2	100.8372896	0.25	5.494241		
Jefferys	5.383522	0.4	42.6517625	0.5	5.450411		
Laplace	5.396109	0.6	19.4708034	1	5.368996		
SG	5.369119	0.8	9.7256828	2	5.219788		0.992629
Minimax	5.375502	1	5.3689958	4	4.946697		
CS	5.375983	1.2	3.2808427	8	4.534340		
Shrink	5.438644	1.4	2.2008438	16	4.245267		
		1.6	1.5964337	32	4.108403		
		1.8	1.2312353	64	4.043190		
		2	0.9945915	Infinite	3.980015		
Büyüklik							
ML	5.539308	0	254.0000000	0	5.541264		
MM	5.661777	0.2	103.9496454	0.25	5.541264		
Jefferys	5.5397	0.4	44.6330291	0.5	5.540802		
Laplace	5.539985	0.6	20.4275895	1	5.540322		
SG	5.539312	0.8	10.1406400	2	5.539308		0.157874
Minimax	5.53942	1	5.5393082	4	5.537036		
CS	5.636811	1.2	3.3485367	8	5.531314		
Shrink	5.541264	1.4	2.2272188	16	5.513278		
		1.6	1.6065799	32	5.444009		
		1.8	1.2351071	64	5.317129		
		2	10.1406400	Infinite	5.234109		

Çizelge 3.26. Manisa ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri

	Shannon		Tsallis		Renyi		Approximate Entropy
	Value	q	Value	r	Value		Value
Derinlik							
ML	4.529658	0	106.0000000	0	4.672829		
MM	4.576811	0.2	50.0729072	0.25	4.636520		
Jefferys	4.542443	0.4	24.9035655	0.5	4.600621		
Laplace	4.553503	0.6	13.1555821	1	4.529658		
SG	4.529916	0.8	7.4412747	2	4.393631		0.7984607
Minimax	4.537892	1	4.5296584	4	4.175230		
CS	4.536585	1.2	2.9678203	8	3.931381		
Shrink	4.600504	1.4	2.0824231	16	3.728700		
		1.6	1.5510137	32	3.611122		
		1.8	1.2135834	64	3.553817		
		2	0.9876442	Infinite	3.498289		
Büyüklik							
ML	4.67156	0	106.0000000	0	4.672829		
MM	4.793962	0.2	51.2710547	0.25	4.672527		
Jefferys	4.671816	0.4	25.8345525	0.5	4.672215		
Laplace	4.672002	0.6	13.7018552	1	4.671560		
SG	4.671565	0.8	7.7279879	2	4.670112		0.1824799
Minimax	4.67167	1	4.6715598	4	4.666587		
CS	4.754065	1.2	3.0356118	8	4.656321		
Shrink	4.672829	1.4	2.1140744	16	4.621174		
		1.6	1.5655624	32	4.552778		
		1.8	1.2201983	64	4.506567		
		2	0.9906288	Infinite	4.461300		

Çizelge 3.27. Muğla ilinin derinlik ve büyüklüğünün farklı entropi ölçümleri

	Shannon		Tsallis		Renyi		Approximate Entropy
	Value	q	Value	r	Value		Value
Derinlik							
ML	4.903212	0	173.0000000	0	5.159055		
MM	4.933205	0.2	73.1589254	0.25	5.095318		
Jefferys	4.917897	0.4	32.9768616	0.5	5.031649		
Laplace	4.931227	0.6	16.0177427	1	4.903212		
SG	4.903389	0.8	8.4690495	2	4.648947		0.917364
Minimax	4.912449	1	4.9032119	4	4.263049		
CS	4.907393	1.2	3.1051588	8	3.937597		
Shrink	4.946514	1.4	2.1334706	16	3.730422		
		1.6	1.5701857	32	3.613922		
		1.8	1.2208553	64	3.556597		
		2	0.9904283	Infinite	3.501025		
Büüklük							
ML	5.156303	0	173.0000000	0	5.159055		
MM	5.277621	0.2	76.2262636	0.25	5.158403		
Jefferys	5.156852	0.4	35.1380388	0.5	5.157727		
Laplace	5.157252	0.6	17.1734645	1	5.156303		
SG	5.15631	0.8	9.0246260	2	5.153138		0.3098976
Minimax	5.156492	1	5.1563027	4	5.145338		
CS	5.244618	1.2	3.2170006	8	5.122270		
Shrink	5.159055	1.4	2.1820131	16	5.048320		
		1.6	1.5910326	32	4.930445		
		1.8	1.2297561	64	4.853557		
		2	0.9942188	Infinite	5.159055		



Şekil 3.102. Veri setimizin entropi değerlerinin değişim grafiği

4. SONUÇ

Çalışmamızda Kuzey Anadolu Fay Hattı (KAF) için seçilen, Düzce, Erzincan, Erzurum, Muş ve Tokat; Doğu Anadolu Fay Hattı (DAF) için Bingöl, Elazığ, Hatay, Malatya ve Van; Batı Anadolu Fay Hattı (BAF) için Afyon, Aydın, İzmir, Manisa ve Muğla bölgeleri için 1990-2020 yılları arasındaki derinlik ve büyüklük verilerinin marjinal dağılımlarının her birine uyumunu ve oynaklığını açıklamak için entropi yaklaşımını ele aldık. Entropi uygulamasına geçmeden önce, tanımlayıcı istatistikler ve bunlara bağlı olarak yıllara göre değişim grafikleri, normal dağılımda saçılımları gösteren Quantile grafikleri vardır. Daha sonra seçtiğim deprem veri seti için özel bazlı olasılık dağılımlarının performanslarını değerlerini hesapladık. Bu dağılımlara karar verilirken veri değerlerimiz için simülasyon çalışması yapıp RMSE değerleri hesaplanmıştır. Kuzey Anadolu Fay Hattı verilerine bakıldığında derinlikte Düzce, Erzincan ve Erzurum illerinin Log-Logistic dağılımda, Muş ilinin Lognormal dağılımda ve Tokat ilinin Gamma dağılımda en iyi performansı sergilediğini gözlemledik. Büyüklükte ise Düzce, Erzincan, Erzurum, Muş ve Tokat illerinin Log-Logistic dağılımda en iyi performans sergilediğini gözlemledik. Doğu Anadolu Fay Hattı verilerine bakıldığında derinlikte Bingöl, Elazığ ve Hatay illerinin Log-Logistic dağılımda, Malatya ilinin Gamma dağılımda ve Van ilinin Weibull dağılımda en iyi performansı sergilediğini gözlemledik. Büyüklükte ise Bingöl, Elazığ, Hatay, Malatya ve Van illerinin Log-Logistic dağılımda en iyi performans sergilediğini gözlemledik. Batı Anadolu Fay Hattı verilerine bakıldığında derinlikte Afyon ilinin Gamma dağılımda, Aydın ilinin Lognormal dağılımda, İzmir ilinin Gamma dağılımda, Manisa ve Muğla illerinin Log-Logistic dağılımda en iyi performans sergilediğini gözlemledik. Büyüklükte ise Afyon, Aydın, İzmir, Manisa ve Muğla illerinin Log-Logistic dağılımda en iyi performans sergilediğini gözlemledik.

Son olarak çalışmamızda seri düzensizliğinin ölçüsü için matematiksel bir model olan Yaklaşık entropi metodunu kullandık. KAF bölgeleri için derinlik ve büyüklük verileri hesaplanıp elde edilen değerlere bakılarak derinlik bakımından en yüksek volatilité Erzincan bölgesi, büyüklük bakımından en büyük volatilité de Erzincan bölgesinde gözlemlenmektedir. Benzer şekilde DAF bölgeleri için derinlik ve büyüklük verileri hesaplanıp elde edilen değerlere bakılarak derinlik bakımından en yüksek volatilité Elazığ bölgesinde, büyüklük bakımından en yüksek volatilité Hatay bölgesinde gözlemlenmektedir. BAF bölgeleri için derinlik ve büyüklük verileri hesaplanıp elde edilen değerlere bakılarak derinlik bakımından en yüksek volatilité İzmir bölgesinde, büyüklük bakımından en yüksek volatilité Afyon bölgesine ait olduğu gözlemlenmektedir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Depren Ö, 2014. Regresyonda Maksimum Entropi Modellenmesi. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [2] Clausius R, 1867. The Mechanical Theory of Heat: With Its Applications to the Steam-engine and to the Physical Properties of Bodies. London: Taylor and Francis .
- [3] Bulut F, 2017. Bilgi Kuramındaki Entropi Kavramıyla İlgili Farklı Matematiksel Modeller. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 1 (2): 167-174.
- [4] Dinçer G, 2015. Entropi Kavramının İstatistikteki Bazı Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [5] Yılmaz E, 2019. Depremlerde Meydana Gelen Tipik Betonarme Yapı Hasarlarına 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine Göre Alınabilecek Önlemler. İstanbul Teknik Üniversitesi Deprem Mühendisliği ve Afet Yönetimi Enstitüsü, İstanbul.
- [6] Yalçın U, 2017. Türkiye'de Ortaya Çıkan Deprem Sayıları Ve Ortalama Deprem Büyüklüğüne Göre Depremsellik Eğiliminin Markov Zincirleri İle İncelenmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [7] Altaylıgil YB, 2008. Entropi Ölçüsü ve Bazı Ekonometri Uygulamaları. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [8] Değirmenci İ, 2011. Entropi Ölçüleri ve Maksimum Entropi İlkesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [9] Çiçek H, 2013. Maksimum Entropi Yöntemi İle Türkiye'deki Coğrafi Bölgelerin Yıllık Hava Sıcaklık Değerlerinin İncelenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- [10] Beck C, 2009. Generalised Information And Entropy Measures In Physics. Contemporary Physics, 50 (4): 495-510.
- [11] Ateş U, 2015. The Calculation and Interpretation Of The Entropies Of Survey Result In Education. Dokuz Eylül Üniversitesi Doğal ve Uygulamalı Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- [12] Giriftinoğlu Ç, 2005. Kesikli Rassal Değişkenler İçin Entropi Optimizasyon Prensipleri ve Uygulamaları. Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

- [13] Pincus S, 2008. Approximate Entropy as an Irregularity Measure for Financial Data. *Econometric Reviews*, 27 (4-6): 329-362.
- [14] Basit A, Iqbal Z, 2020. Recent Advances In Entropy: A New Class Of Generalized Entropy. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST)*, 7 (11): 12975-12981.
- [15] Kumar V, 2017. Characterization results based on dynamic Tsallis cumulative residual entropy. *Communications in Statistics - Theory and Methods*, 46 (17): 8343-8354.
- [16] Ata N, Karasoy D, Sözer MT, 2008. Orantısız hazardlar için parametrik ve yarı parametrik yaşam modelleri. *İstatistikçiler Dergisi*, 1: 125-134.
- [17] Usta İ, Mert Kantar Y, 2016. Farklı Olasılık Yoğunluk Fonksiyonları Kullanarak Rüzgar Gücü Potansiyelinin Tahmini. *Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Dergisi*, 18 (54): 362-380.
- [18] Leemis LM, Mcqueston JT, 2008. Univariate Distribution Relationships. *The American Statistician*, 62 (1): 45-53.
- [19] <https://www.sabah.com.tr/yasam/2020/01/27/kuzey-anadolu-ve-dogu-anadolu-fay-hatti-nerelerden-gecmektedir-dogu-anadolu-fay-hatti-uzerindeki-iller-neler> (Erişim tarihi: 06.01.2021)
- [20] <https://www.haberler.com/turkiye-fay-hatlari-neler-turkiye-deprem-12851433-haberi/> (Erişim tarihi: 06.01.2021)
- [21] https://tr.wikipedia.org/wiki/2020_Elazığ_depremi (Erişim tarihi: 06.01.2021)
- [22] https://tr.wikipedia.org/wiki/2020_Ege_Denizi_depremi (Erişim tarihi: 06.01.2021)
- [23] <https://www.afad.gov.tr/depremin-buyuklugu-ve-siddeti-ayni-kavramlar-midir> (Erişim tarihi: 06.01.2021)
- [24] <https://www.tercihiniyap.net/yasam/ulkemizdeki-buyuk-depremler-1990-2020-arasi-h9846.html> (Erişim tarihi: 06.01.2021)
- [25] [https://tr.wikipedia.org/wiki/Entropi_\(istatistiksel_termodinamik\)](https://tr.wikipedia.org/wiki/Entropi_(istatistiksel_termodinamik)) (Erişim tarihi: 06.01.2021)
- [26] Chai T, Draxler RR, 2014. Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)?. *Access Geoscientific Model Development*, 7: 1525-1534.

- [27] Crooks GE, 2018. On Measures of Entropy and Information. Berkeley Teorik Bilimler Enstitüsü, s: 2-19.
- [28] Çalık S, Metin Karakaş A, 2020. Entropy Method For Earthquake Volatility. Sigma Journal Of Engineering And Natural Sciences, 38 (1): 329-348.
- [29] Gazeloğlu C, 2016. Yapısal Eşitlik Modellemesinde Sıralı Kategorik Verilerin Ağırlıklandırılmış ve Ağırlıklandırılmamış Parametre Tahmin Yöntemleri Ve Bilgi Kriterlerinin Örneklem Hacimlerine Göre Karşılaştırılması. Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- [30] Acquah HG, 2010. Comparison of Akaike Information Criterion (AIC) And Bayesian Information Criterion (BIC) In Selection of An Asymmetric Price Relationship. Journal of Development and Agricultural Economics, 2 (1): 001-006.
- [31] Kocaman Ç, Özdemir M, 2012. Çarpıklık Ve Basıklık Katsayılarının Güç Kalitesi Bozunumlarının Oluşum Yerine Göre Değişimi Variations of Skewness and Kurtosis Coefficients Depending on the Moment of Occurrences of Power Quality Disturbances.

6.EKLER

EK.1. Afyon İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri

Tarih	Derinlik	Büyüklük
29.03.2017	14,87	4
29.03.2012	12,77	4,2
10.12.2011	5	4,1
18.01.2009	3	4
14.07.2008	10	4
11.04.2007	9,7	4,1
11.04.2007	4,7	4
11.04.2007	10	4,2
10.04.2007	27,9	5,1
10.04.2007	25	4,4
31.03.2007	10	4
30.03.2007	5,5	4,1
30.03.2007	13,5	4,9
30.03.2007	10,6	4,1
15.05.2005	16,8	4,4
16.09.2004	5	4,2
7.09.2004	35,4	4,5
3.07.2004	10	4,1
9.06.2004	17,6	4,1
30.07.2003	8,7	4
3.10.2002	10	4,2
5.08.2002	10	4,3
28.06.2002	1,7	4,4
26.06.2002	6,4	4,1
13.05.2002	10	4,4
1.03.2002	6	4
26.02.2002	4,1	4,3
24.02.2002	10	4,4
21.02.2002	6,1	4,3
17.02.2002	33	4,1
3.02.2002	3,6	4
3.02.2002	27,2	4,8
3.02.2002	31	5,3
3.02.2002	10	4
3.02.2002	13,3	4,1
3.02.2002	13	4
3.02.2002	11,4	4
3.02.2002	11	5,8
3.02.2002	35	5,1
3.02.2002	5	6,5

2.09.2001	33,9	4
30.03.2001	20,2	4,2
22.03.2001	10	4,4
15.12.2000	5	6
26.08.1999	7	4,1
26.08.1999	10	4,2
4.04.1998	25,3	5,2
20.03.1998	14,3	4,1
1.04.1997	34,7	4
29.06.1996	2,3	4
29.06.1996	38,3	4,7
1.05.1996	23	4,1
18.03.1996	34,7	4,3
14.12.1995	10	4
13.10.1995	13,6	4,2
11.10.1995	10	4,2
6.10.1995	37,5	4,5
5.10.1995	24,7	4,8
3.10.1995	38,4	4,8
2.10.1995	19,6	4,4
1.10.1995	14,4	4
1.10.1995	38,5	4,5
1.10.1995	16,8	4,2
1.10.1995	12,7	4
1.10.1995	32,7	4,2
1.10.1995	36,6	5
1.10.1995	30,9	6,4
1.10.1995	6	4,1
28.09.1995	44,9	4,1
27.09.1995	35,2	4,8
26.09.1995	18,8	4,3
26.09.1995	5,1	4,3
26.09.1995	35,8	4,8
6.12.1993	34,6	4,1
30.10.1993	3,1	4,2
30.06.1992	10	4,1
13.02.1992	9,1	4
4.03.1991	8	4
18.10.1990	8	4

EK.2. Aydın İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri

Tarih	Derinlik	Büyüklük
9.11.2020	6,98	4,2
4.11.2020	7,98	4
3.11.2020	16,05	4,1
2.11.2020	6,85	4,2
2.11.2020	6,18	4,1
31.10.2020	7,66	4
31.10.2020	7,33	5
31.10.2020	6,39	4,1
31.10.2020	6,97	4,3
31.10.2020	11,09	4,2
31.10.2020	10,61	4,1
30.10.2020	7,77	4
30.10.2020	10,2	4
30.10.2020	10,07	4
30.10.2020	8,82	4,2
30.10.2020	9,01	4
30.10.2020	12,97	4
30.10.2020	18,28	4,1
30.10.2020	6,6	4,2
30.10.2020	7,05	4,1
30.10.2020	7,46	4,1
30.10.2020	12,4	4
30.10.2020	9,74	4
30.10.2020	7,02	4,4
30.10.2020	7,73	5,1
30.10.2020	10,42	4
30.10.2020	7,13	4
30.10.2020	6,97	4,1
30.10.2020	6,95	4
30.10.2020	7,1	4,2
30.10.2020	3,36	4,8
30.10.2020	7,29	4,2
30.10.2020	7	4
30.10.2020	13,9	4,7
30.10.2020	16,54	6,6
1.10.2020	46,37	4,3
29.06.2020	63,3	4,4
28.06.2020	63,72	5,2
17.03.2020	11,63	4,1
4.01.2020	12,12	4
24.10.2019	7,02	4,6
5.10.2019	65,6	4,3

4.10.2019	12,2	4,1
3.10.2019	18,74	5
29.09.2019	23,47	4
23.09.2019	29,6	4
30.08.2019	7,19	4,4
30.08.2019	7,11	4,4
8.08.2019	18,47	4,8
30.05.2019	7,01	4,2
28.05.2019	8,52	4,6
19.05.2019	17,16	4
22.04.2019	6,94	4,3
11.02.2019	12,91	4
22.01.2019	65,88	4,5
30.10.2018	11,1	4,3
29.10.2018	6,01	4
24.10.2018	24,8	4
15.10.2018	7,01	4
12.09.2018	14,86	4,1
10.09.2018	6,93	4,3
26.07.2018	4,5	4,5
9.06.2018	13,55	4,1
1.05.2018	15,69	4,2
5.01.2018	13,31	4,2
8.12.2017	7,25	4,5
24.11.2017	24,46	5,1
22.11.2017	24,75	5
7.11.2017	41,89	4,4
4.11.2017	66,78	4,2
24.10.2017	12,09	4,6
10.10.2017	8,4	4,2
24.09.2017	9,2	4,5
16.09.2017	11,28	4,2
8.09.2017	6,98	4
1.09.2017	61,98	4,8
18.08.2017	16,79	4,5
18.08.2017	9,12	4,2
14.08.2017	6,92	4,7
13.08.2017	7	4,3
13.08.2017	6,56	4,1
13.08.2017	22,6	4,8
9.08.2017	13,74	4,1
8.08.2017	11,03	5,1
8.08.2017	6,86	4,3

7.08.2017	9,14	4,1
7.08.2017	11,87	4,1
7.08.2017	12,67	4,6
30.07.2017	20,97	4,4
30.07.2017	10,25	4
30.07.2017	10,37	4,3
22.07.2017	127,2	4,6
22.07.2017	7,85	4,6
22.07.2017	15,1	4
22.07.2017	13,3	4
21.07.2017	37,5	5
21.07.2017	14,7	4,2
21.07.2017	11,1	4,1
21.07.2017	7,61	4,2
21.07.2017	6,99	4,1
21.07.2017	1,43	4,5
21.07.2017	10,05	4,5
21.07.2017	15,43	4,2
21.07.2017	11,82	4,3
21.07.2017	14,87	4,1
21.07.2017	50,66	4,2
21.07.2017	19,03	4,1
20.07.2017	2,52	4,2
20.07.2017	6,97	4,5
20.07.2017	14,57	4,6
20.07.2017	18,79	4,4
20.07.2017	7,8	6,3
17.05.2017	26,21	4,9
12.05.2017	7,05	4,2
8.05.2017	5,08	4,2
13.04.2017	11,33	5
25.01.2017	19,29	4,3
5.01.2017	57,92	4,2
20.12.2016	118,3	5,1
15.12.2016	18,11	4,2
17.10.2016	10,36	4,4
27.09.2016	50,63	5,2
6.09.2016	49,58	4,2
19.07.2016	10,06	4,1
5.05.2016	4,4	4,1
12.03.2016	51,57	4,2
19.01.2016	34,61	4,5
5.01.2016	131	4,2
13.09.2015	21,36	4,4
25.07.2015	15,05	4,2

24.07.2015	130,5	4,5
9.07.2015	24,99	4,2
24.06.2015	132,6	4,1
29.05.2015	17,01	4,1
27.03.2015	7,87	4,1
17.03.2015	27,11	4,4
16.03.2015	18,22	4
30.11.2014	25,14	4,1
26.11.2014	20,83	4,2
10.11.2014	10,34	4,3
10.11.2014	14,46	4,8
2.10.2014	29,73	4,2
13.08.2014	15,27	4,1
20.07.2014	37,97	4
10.07.2014	22,84	4,2
20.06.2014	49,42	4,3
3.05.2014	32,25	4,1
1.05.2014	11,18	4,1
19.04.2014	14,17	4
26.11.2012	7,4	4,8
25.06.2012	27	5
10.06.2012	30	6,1
8.05.2011	12	5,2
7.02.2011	142,4	4,5
11.11.2010	15	5
16.07.2010	167,1	5,1
4.12.2009	10	4,9
20.06.2009	2	5,1
14.05.2009	114,5	4,8
2.03.2009	30	4,2
31.08.2007	20	5,2
5.06.2006	28,9	4,8
1.08.2005	141,8	4,8
11.01.2005	34	5
10.01.2005	32,1	5,4
20.12.2004	28,3	5,3
7.10.2004	130,1	5,5
4.08.2004	24,2	5,3
4.08.2004	12	5,2
4.08.2004	10	5,5
3.08.2004	22,8	5,2
13.09.2003	147,2	5,2
5.10.1999	19	5,2
22.07.1996	38,5	5
20.07.1996	7	6,2

26.04.1996	72,3	5,4
12.04.1996	157,4	5,2
2.04.1996	20	5,4
30.11.1995	129,8	5,4
1.11.2020	6,98	4,2
1.11.2020	6,92	4,2
1.11.2020	7	4,5
31.10.2020	6,63	4,1
31.10.2020	16,2	4
31.10.2020	20,1	4
30.10.2020	25,4	4
30.10.2020	6,82	4
30.10.2020	7	4,1
30.10.2020	7	4,2
30.10.2020	7,03	4,1
30.10.2020	7	4,1
30.10.2020	7,08	4,7
30.04.2020	7,01	4,3
21.07.2017	7,06	4,1
21.07.2017	7,16	4,4
20.07.2017	5,04	4,5
20.07.2017	7,43	4
28.04.2015	16,92	4
15.11.2014	6,02	4,2
15.08.2014	11,69	4
30.10.2013	22,18	4
18.10.2013	113,45	4,3
25.07.2013	25,43	4,1
30.06.2013	30,75	4
21.06.2013	83,41	4,2
16.05.2013	16,61	4,2
16.05.2013	20,87	4,4
16.05.2013	25,43	4,6
28.04.2013	21,74	4,2
21.04.2013	50,96	4,4
27.02.2013	140,27	4,1
21.02.2013	25,98	4,6
27.12.2012	16,9	4
24.12.2012	6,2	4,1
2.12.2012	4,05	4
30.11.2012	20,27	4,2
29.11.2012	8,2	4,3
25.11.2012	10,77	4
24.11.2012	4,45	4,1
24.11.2012	20,59	4,2

24.11.2012	11,66	4,3
13.11.2012	8,4	4
9.11.2012	2	4
20.10.2012	2,9	4,1
21.07.2012	102,13	4,2
18.07.2012	25,4	4
7.07.2012	103,2	4
13.06.2012	27,33	4,5
12.06.2012	28,02	4,5
11.06.2012	27,87	4,3
11.06.2012	27,94	4,4
11.06.2012	28,19	4,4
10.06.2012	28,32	4
10.06.2012	28,64	4,5
10.06.2012	7,13	4,4
10.06.2012	26,85	5
9.06.2012	20,92	4,2
4.06.2012	12,11	4,6
19.05.2012	18,38	4,2
8.05.2012	23,36	4,3
10.04.2012	53,5	4
15.02.2012	63,6	4,5
12.02.2012	21,18	4,2
27.01.2012	7,06	4
27.01.2012	13,51	4,2
23.01.2012	19,6	4
20.01.2012	8,1	4,1
27.12.2011	21,3	4,4
27.12.2011	26,44	4,1
14.11.2011	40,51	4,4
24.10.2011	23,32	4,2
24.10.2011	25,83	4
10.09.2011	9	4,2
10.09.2011	10	4,4
5.09.2011	50,79	4,3
2.07.2011	107	4,4
15.06.2011	25,98	4
22.05.2011	133,7	4
7.05.2011	5	4
27.04.2011	2	4
10.04.2011	6	4
3.04.2011	5	4
25.02.2011	137,9	4,1
6.02.2011	8	4,2
5.02.2011	5	4,1

8.12.2010	7	4
14.11.2010	18,66	4,1
11.10.2010	6,99	4,1
4.08.2010	12,66	4,2
15.07.2010	22,42	4,3
11.09.2009	7,09	4
3.05.2009	15,54	4,1
12.04.2009	11,87	4,5
28.01.2009	6,7	4,1
28.01.2009	9,3	4,4
23.12.2008	16,3	4
9.11.2008	63,6	4
2.09.2008	5	4,3
27.08.2008	68	4,1
18.04.2008	8,5	4,1
3.09.2007	5,9	4
6.03.2007	4,7	4,4
31.01.2007	14,5	4,2
10.08.2006	10	4,3
2.07.2005	9,2	4
13.05.2005	1,3	4
31.08.2003	10	4
2.11.2002	22	4,1
14.05.2002	23	4,1
8.05.2002	13,7	4,1
4.12.2001	5	4
5.08.2000	30,7	4
3.06.2000	34	4,1
13.06.1999	9,8	4,2
8.08.1997	10	4
1.08.1996	5	4
1.08.1996	5	4
30.07.1996	5	4
30.07.1996	10	4,1
30.10.1995	17,8	4,1
5.07.1995	8	4
11.12.1994	51,6	4,1
31.05.1993	10	4
30.10.1992	10	4,1
29.12.1990	10	4,1
29.09.1990	76,6	4,1
20.09.1990	10	4
12.05.1990	10	4
8.05.1990	1	4
8.05.1990	19,9	4,1

8.05.1990	10	4
6.05.1990	20,8	4,1
14.03.1990	21,1	4,1
19.02.1990	26,8	4,1
26.01.1990	15,3	4,3
20.01.1990	5,4	4
14.01.1990	20,6	4
14.01.1990	10	4
13.01.1990	10	4
13.01.1990	10	4
8.01.1990	10	4
23.06.2005	7,5	4
5.11.2003	8,9	4,1
6.12.2002	15,1	4
6.12.2002	6,3	4
6.12.2002	2,3	4
14.08.2002	55,3	4,2
17.05.2002	13	4
17.02.2002	88	5
30.06.2001	22,5	4
12.06.2001	22,5	4,1
9.04.2001	63,3	4
4.01.2001	11	4,1
30.10.1998	11	4
31.07.1996	5	4
31.07.1996	5	4
30.07.1996	7,1	4
2.02.1996	33,1	4
23.01.1995	15	4
3.04.1994	5	4,1
7.04.1993	106,6	4,2
5.08.1992	30	4,3
29.07.1992	10	4
29.07.1992	10	4
9.06.1992	114,5	4
19.04.1992	117,7	4
17.11.1991	141,6	4,1
16.11.1991	33	4
13.12.1990	71,9	4
21.11.1990	1,3	4,4
8.09.1990	146,3	4,3
13.01.1990	10	4
13.01.1990	10	4
30.10.2012	125	4,3
14.12.2010	66,5	4,1

4.12.2010	128,2	4,7
7.09.2010	6,3	4,2
8.08.2010	22,3	4,3
28.04.2010	16,8	4,4
13.04.2010	21,3	4
31.12.2009	75,8	4
23.12.2009	15,6	4,2
19.12.2009	106,5	4,1
12.12.2009	56,3	4,4
1.12.2009	127,6	4,3
25.11.2009	13,8	4,5
12.09.2009	12,4	4
6.02.2009	110,2	4,3
8.01.2009	5,9	4,2
24.11.2008	73,2	4
16.11.2008	141,2	4,5
9.11.2008	69,9	4
26.10.2008	130,4	4,5
6.10.2008	76,7	4,1
20.05.2008	15,4	4,2
11.04.2008	10	4,2
19.03.2008	15,1	4,2
14.03.2008	16,4	4,1
5.03.2008	10	4,8
5.03.2008	10	4,8
1.03.2008	12,7	4
1.02.2008	23,7	4,2
24.01.2008	126,2	4,2
10.01.2008	8,9	4,2
7.12.2007	81,7	4,1
19.11.2007	134,7	4
10.10.2007	89,6	4,4
5.06.2007	115,5	4,2
2.04.2007	13	4
5.03.2007	139,5	4,3
22.02.2007	134,2	4
11.02.2007	144,2	4,1
22.11.2006	139,4	4,1
8.09.2006	83,6	4,3
24.08.2006	10	4,2
9.08.2006	4,4	4
9.07.2006	120,6	4,2
5.06.2006	12,4	4
19.04.2006	142,1	4,5
18.04.2006	16,9	4

17.04.2006	5,6	4,2
17.04.2006	10	4,1
15.03.2006	74,6	4
9.03.2006	12,3	4
20.01.2006	12,4	4
19.10.2005	13	4,2
19.08.2005	5	4
11.07.2005	58,9	4
5.07.2005	141,1	4,6
23.06.2005	5,2	4,3
17.03.2005	14	4,2
23.01.2005	15,9	4,1
18.01.2005	12	4,1
14.01.2005	16,8	4,2
11.01.2005	22,6	4
11.01.2005	24	4
10.01.2005	61,8	4,8
28.12.2004	13,7	4,5
28.12.2004	19,4	4,2
26.12.2004	49,5	4,3
21.12.2004	42	4,1
8.10.2004	5	4,1
5.09.2004	19	4
3.09.2004	16,7	4,1
20.08.2004	78,9	4,6
18.08.2004	41,4	4,4
18.08.2004	38,7	4,4
5.08.2004	13,5	4,1
5.08.2004	18	4
4.08.2004	10	4
4.08.2004	10,1	4,2
4.08.2004	16,5	4,3
4.08.2004	14,2	4,2
4.08.2004	18,6	4,5
3.08.2004	9,9	4
3.08.2004	11,9	4
3.08.2004	2	4,2
3.08.2004	10,3	4,1
3.08.2004	17	4,5
29.07.2004	80,9	4,2
12.07.2004	149,5	4
3.07.2004	18,7	4,1
26.06.2004	10	4,1
4.06.2004	19	4,2
20.05.2004	74,5	4

26.04.2004	168,2	4,2
18.03.2004	119,4	4,3
19.02.2004	9,8	4,1
6.01.2004	106,2	4
18.11.2003	158,9	4,2
18.11.2003	142,9	4,5
27.10.2003	6,8	4,1
15.05.2003	35	4,1
18.02.2003	152	4,2
30.01.2003	38,2	4,3
30.01.2003	37,7	4,4
2.10.2002	73,8	4,2
26.09.2002	23,6	4,6
5.08.2002	31	4,1
24.07.2002	89,8	4,2
28.05.2002	95,8	4,4
1.03.2002	25	4,1
19.02.2002	27,9	4,2
31.12.2001	70,1	4
29.12.2001	100,3	4
21.12.2001	35,7	4,8
8.10.2001	87,7	4
25.07.2001	75,4	4
6.04.2001	148,4	4,2
1.03.2001	10	4,2
26.11.2000	10,5	4,1
30.10.2000	9,5	4,1
18.10.2000	25,3	4,4
4.10.2000	1,9	4,3
16.09.2000	24,4	4,2
28.02.2000	14,2	4,3
28.02.2000	128,9	4,2
26.12.1999	89	4,1
6.12.1999	9,5	4
5.10.1999	6,3	4,2
26.07.1999	153,7	4,3
8.04.1999	154,8	4,2
29.03.1999	21,9	4,2
26.03.1999	30,1	4
12.03.1999	150,3	4
3.03.1999	2,9	4,1
17.10.1998	149,9	4,1
1.08.1998	136,6	4
9.07.1998	21,4	4,9
1.04.1998	40,6	4,3

10.03.1998	133,9	4,4
24.02.1998	31,5	4,5
13.02.1998	72,6	4,8
10.02.1998	10	4
27.12.1997	33	4
27.12.1997	18,8	4,3
27.12.1997	3,2	4
24.10.1997	155,2	4,2
25.09.1997	161,6	4,2
21.09.1997	32,1	4
27.08.1997	35	4
27.08.1997	32	4,4
21.08.1997	17,3	4,2
8.08.1997	5	4,3
4.08.1997	81,9	4
4.06.1997	27,6	4,1
12.04.1997	5,3	4
20.03.1997	10	4
27.02.1997	147,5	4,1
24.02.1997	42,8	4
15.12.1996	161,5	4,2
12.12.1996	158,9	4,2
10.12.1996	18,3	4,2
6.11.1996	42	4,2
6.11.1996	44,5	4,4
27.09.1996	73	4
26.08.1996	32,4	4
26.08.1996	50,8	4
23.08.1996	32	4,1
20.08.1996	35,7	4,1
19.08.1996	5	4
18.08.1996	40,6	4,4
14.08.1996	4,7	4
11.08.1996	26,7	4,1
31.07.1996	5	4
31.07.1996	37,3	4,3
28.07.1996	49	4
28.07.1996	43,7	4
28.07.1996	42,3	4,3
26.07.1996	36,7	4,3
25.07.1996	42,1	4
24.07.1996	35	4,5
24.07.1996	36,8	4,2
24.07.1996	43,6	4,2
24.07.1996	32,4	4,6

23.07.1996	36	4,6
23.07.1996	35,9	4
23.07.1996	33,3	4,4
22.07.1996	51,9	4
22.07.1996	37,1	4,1
22.07.1996	38,8	4,1
22.07.1996	10	4,2
22.07.1996	38,8	4,1
21.07.1996	5	4
21.07.1996	35,4	4,4
21.07.1996	48,4	4
21.07.1996	5	4
21.07.1996	5	4,1
20.07.1996	48,4	4
20.07.1996	44,6	4,3
20.07.1996	41	4,3
20.07.1996	34,6	4,8
20.07.1996	48	4,1
20.07.1996	38,8	4,6
20.07.1996	53,9	4,1
20.07.1996	56,2	4,2
20.07.1996	47,2	4,3
21.05.1996	141,4	4,2
29.04.1996	9,7	4,3
4.04.1996	12,2	4,1
3.02.1996	15,5	4,5
21.09.1995	136,3	4,7
22.08.1995	162,7	5
4.07.1995	41,5	4,1
30.06.1995	56,2	4,1
23.04.1995	139,2	4
19.04.1995	86	4
2.04.1995	75,9	4,4
7.03.1995	16,6	4,7
27.02.1995	13	4
21.02.1995	52,4	4,3
21.02.1995	46	4
12.02.1995	147,3	4,1
12.01.1995	119,9	4
6.01.1995	8,9	4
11.12.1994	5	4
13.11.1994	4,1	4,1
6.05.1994	6	4,1
13.02.1994	8,4	4,1
4.02.1994	172,5	4,1

26.08.1993	37	5,2
1.06.1993	104,8	4,1
24.04.1993	157,1	4,2
19.04.1993	33,7	4,3
15.04.1993	128,4	4,5
5.03.1993	147,9	4,2
5.03.1993	10	4,3
14.01.1993	21,9	4,6
25.12.1992	3	4,5
10.11.1992	10	4,7
6.11.1992	10	4,1
29.06.1992	70,2	4
1.06.1992	88,6	4,2
15.05.1992	3,8	4,3
23.04.1992	30,8	4,1
7.04.1992	19	4,8
17.03.1992	165,1	4
13.08.1991	91,1	4,1
30.07.1991	47,7	4,3
18.07.1991	101,1	4,7
2.06.1991	14,3	4,2
28.03.1991	95,6	4
25.01.1991	2,3	4,3
21.01.1991	10	4,7
20.01.1991	144	4,1
23.11.1990	131,3	4,1
1.09.1990	7,4	4,5
28.08.1990	40,5	4,6
25.05.1990	10	4,2
15.05.1990	10,9	4,5
9.05.1990	19,3	4
8.05.1990	10	4,1
7.05.1990	10	4,5
22.04.1990	139,3	4,6
21.04.1990	145,9	4,1
20.04.1990	22	4,7
14.04.1990	43	4,7
23.02.1990	19,5	4,8
21.02.1990	54,3	4,4
20.02.1990	20	4,3
19.02.1990	40,2	4,7
19.02.1990	37,4	4,7
19.02.1990	20,1	4,4
12.02.1990	7	5
8.02.1990	158,9	4,6

28.01.1990	10,1	4,7
28.01.1990	23,8	4,4
25.01.1990	22,5	4,6
25.01.1990	21,9	4,6
17.01.1990	41,9	4,5
14.01.1990	36,7	4,1
14.01.1990	12,8	4,7
14.01.1990	16,4	4,4
14.01.1990	22,9	4,6

13.01.1990	11,9	4,4
13.01.1990	10	4,7
13.01.1990	6,1	4,8
13.01.1990	23,1	4,7
13.01.1990	42,6	4,7
11.01.1990	10	4
11.01.1990	148,2	4
10.01.1990	39	4,6
8.01.1990	26,3	4,3

EK.3. Bingöl İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri

Tarih	Derinlik	Büyüklük
30.10.2020	7,62	4,1
28.10.2020	6,79	4,3
25.10.2020	7,1	4
9.09.2020	7	4,1
25.07.2020	13,85	4
16.06.2020	7,02	4,3
15.06.2020	7,01	5,6
14.06.2020	9,28	4,7
14.06.2020	7,32	4,6
14.06.2020	8	5,7
12.04.2020	19,94	4,3
2.09.2019	11,19	4
1.01.2019	11,68	4,2
7.03.2018	10,8	4,1
7.03.2018	12,8	4,2
21.06.2016	18,29	4,1
10.06.2016	12,81	4,5
22.01.2016	7,01	4,1
7.12.2015	9,75	4,5
4.12.2015	11,42	4
4.12.2015	9,83	4,1
3.12.2015	9,85	4
3.12.2015	9,98	4
2.12.2015	10,66	5,3
7.09.2015	17,42	4,4
9.02.2015	13,01	4,3
17.09.2013	19,01	4,9
25.08.2007	12,5	5,3
2.07.2006	15	5
10.12.2005	15,9	5,4
6.06.2005	13,8	5,6

23.03.2005	17,1	5,6
14.03.2005	10	5,8
12.03.2005	19,6	5,6
28.03.2004	10	5,6
25.03.2004	20	5,6
1.05.2003	10	6,3
13.04.1998	15	5,2
5.12.1995	13,9	5,8
29.01.1995	49,6	5,2
8.11.2020	9,15	4,2
17.09.2013	21,97	4
16.09.2013	19,46	4,5
15.05.2013	15,64	4,4
12.12.2012	14,84	4
4.04.2012	18,65	4,3
8.10.2011	5	4
6.03.2011	5	4,2
7.11.2010	5	4,1
6.11.2010	12,73	4,1
11.04.2010	18,15	4,2
12.03.2007	5	4
9.03.2007	5	4
7.09.2010	1,8	4,2
22.05.2010	5,2	4
29.06.2008	10	4
21.06.2008	10	4
21.06.2008	13	4,1
28.10.2007	4	4,2
27.10.2007	3,4	4,3
6.10.2007	10	4,1
9.03.2007	1,2	4,4
8.03.2007	12	4,5

1.11.2006	10,9	4,7
19.10.2006	2,7	4,3
21.07.2006	10	4
3.06.2006	17,1	4,4
20.02.2006	9,5	4
21.11.2005	5,6	4,2
10.08.2005	10	4,1
1.04.2005	5	4,2
25.03.2005	6,4	4,1
23.03.2005	5,7	4,5
18.03.2005	6	4
18.03.2005	10	4
15.03.2005	2	4
14.03.2005	15,8	4,5
12.03.2005	10	4,1
12.03.2005	13	4
17.01.2005	10	4,2
14.01.2005	9	4
4.12.2004	5	4
17.07.2004	1	4,1
1.05.2004	6,8	4,2
3.04.2004	10	4,1
1.04.2004	3,7	4,4
28.03.2004	10	4
28.03.2004	8	4
28.03.2004	10	4,1
28.03.2004	10	4,2
27.03.2004	10	4,1
25.03.2004	4,2	4,1
3.03.2004	1,6	4,3
1.08.2003	6	4,2
21.05.2003	7	4
20.05.2003	10	4
19.05.2003	10	4,1
19.05.2003	10	4
16.05.2003	2,3	4,4
12.05.2003	10	4
12.05.2003	10	4,3
11.05.2003	12,2	4
10.05.2003	10	4
10.05.2003	1,7	4,5

8.05.2003	3,2	4,4
5.05.2003	10	4
5.05.2003	10	4
4.05.2003	10	4
4.05.2003	8	4
1.05.2003	5,4	4
1.05.2003	7,6	4,2
22.10.2002	17,6	4,6
17.10.2002	32,9	4,2
17.10.2002	18,7	4,7
24.08.2002	10	4
1.02.2000	10	4,1
22.08.1999	36,3	4,3
20.07.1999	35	4,3
12.07.1999	5	4,1
1.03.1999	10	4
14.01.1999	30	4,1
20.12.1998	10	4,1
10.11.1998	10	4,3
10.11.1998	12	4,1
10.11.1998	15,1	4,4
6.11.1998	5	4,1
26.09.1997	74	4,1
4.03.1997	46,1	4,1
20.12.1996	30,4	4
18.09.1996	15	4,1
25.07.1996	10	4,1
30.06.1996	28,7	4
4.05.1996	40,9	4,1
21.03.1996	10	4,1
11.12.1995	10	4,1
6.12.1995	11	4,2
5.12.1995	73,8	5,2
3.07.1995	33	4
3.07.1995	13	4,3
29.10.1994	1,3	4,2
22.07.1993	10,6	4,5
21.06.1993	10	4,1
10.08.1992	33	4,2
24.04.1991	35	4,5

EK.4. Düzce İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri

Tarih	Derinlik	Büyüklük
1.04.2009	9	4
17.10.2006	6,8	4,2
21.05.2003	5	4,2
1.04.2001	11,7	4
5.01.2000	2,7	4,1
20.12.1999	5,5	4,2
21.11.1999	10	4
21.11.1999	9,5	4,1
21.11.1999	8	4,2
19.11.1999	5,6	4,8
19.11.1999	6,6	4,2
19.11.1999	11,8	4,3
17.11.1999	10	4,1
15.11.1999	11,3	4
13.11.1999	6	4,1
13.11.1999	7,1	4,2
13.11.1999	8,2	4,2
13.11.1999	8	4
13.11.1999	1,7	4,2
13.11.1999	10	4,9
12.11.1999	10	4,1
12.11.1999	9,5	4
12.11.1999	6,7	4

12.11.1999	5,4	4,4
12.11.1999	10	4
12.11.1999	3,3	4,5
12.11.1999	10	4,3
12.11.1999	11,1	4,2
12.11.1999	1,3	4
12.11.1999	11,1	4,6
12.11.1999	10	4,2
12.11.1999	10	4
12.11.1999	8,6	4,5
12.11.1999	9,9	4,6
12.11.1999	8,4	5,2
12.11.1999	7,6	4,7
12.11.1999	10	4,3
12.11.1999	65,6	4,4
6.09.1999	10	4,1
29.08.1999	10	4,5
19.08.1999	28	4,4
17.08.1999	23,4	4,2
17.08.1999	10	4,6
17.08.1999	10	4
17.08.1999	10	4,8
17.08.1999	10	4,2
17.08.1999	10	4

EK.5. Elazığ İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri

Tarih	Derinlik	Büyüklük
30.10.2020	7,62	4,1
25.10.2020	7,1	4
4.08.2020	3,9	4,8
4.08.2020	7,31	4,4
4.08.2020	8,16	5,2
5.06.2020	6,98	5
3.05.2020	7	4
19.03.2020	7,39	5
29.02.2020	8,15	4,6
25.02.2020	14,29	4,9
17.02.2020	11,64	4,2
3.02.2020	7,18	4,5
1.02.2020	19,92	4,2
31.01.2020	15,56	4,5
27.01.2020	11,94	4,2

26.01.2020	12,25	4,1
26.01.2020	12,52	4,3
25.01.2020	12,06	4,3
25.01.2020	7	4,1
25.01.2020	7	4,3
25.01.2020	11,86	4,4
25.01.2020	16,4	5,1
25.01.2020	11,01	4,5
25.01.2020	13,65	4,4
25.01.2020	16,46	4,2
25.01.2020	7,57	4,3
24.01.2020	13,5	4,3
24.01.2020	1,69	4
24.01.2020	6,96	4,1
24.01.2020	14,84	4,5
24.01.2020	13,01	4,6

24.01.2020	7	4
24.01.2020	8,06	6,8
27.12.2019	11,88	4,9
12.08.2019	6,41	4,2
4.04.2019	8,92	5,2
24.03.2018	12,01	4,1
19.01.2018	9,17	4,1
20.03.2017	16,6	4
3.10.2015	7,16	4,1
13.06.2015	25,11	4
28.09.2014	5,24	4,1
23.06.2011	13,42	5,4
24.03.2010	22,57	5,1
8.03.2010	2	4,9
8.03.2010	11,75	5,1
8.03.2010	5	4,9
8.03.2010	15,15	5,6
8.03.2010	5	6,1
21.02.2007	6	5,7
9.02.2007	9,7	5,5
26.01.2007	10	4,9
26.11.2005	23	5,1
11.08.2004	10	5,6
13.07.2003	10	5,5
9.05.1998	17,2	5,1
7.05.1992	17,4	5,1
30.04.2020	12,55	4,2
24.01.2020	14,62	4
24.01.2020	7,03	4,5
28.08.2013	18,24	4,2
28.04.2012	22,47	4,6
10.04.2012	13,81	4
10.10.2011	15,68	4
4.08.2011	5	4,4
23.06.2011	19,2	4
3.02.2011	4	4,2
8.05.2010	19,31	4,1
24.04.2010	19,94	4,2
19.03.2010	5	4,1
12.03.2010	14,05	4,2
9.03.2010	5	4,1
9.03.2010	4,6	4,1
8.03.2010	6,21	4,4
14.02.2010	6	4,1
5.10.2009	5,16	4

22.03.2009	18,79	4
5.10.2008	2	4
19.04.2007	7,93	4,2
11.03.2007	2	4
7.03.2007	5	4
15.02.2007	2	4,2
11.02.2007	5	4,2
28.02.2007	2	4,2
27.10.2005	2	4
17.09.2010	13,7	4,7
9.03.2010	7,4	4
9.03.2010	4	4,1
8.03.2010	4,4	4,1
8.03.2010	5,7	4,1
7.07.2009	2,8	4,3
14.04.2007	10	4,2
28.02.2007	5	4,6
28.02.2007	5	4,7
11.02.2007	10	4,1
11.02.2007	10	4,1
3.02.2007	2,6	4
10.08.2006	3,2	4
28.12.2005	5	4,2
18.10.2005	10	4,1
18.02.2005	4	4,1
25.09.2004	7	4,1
8.09.2004	2	4,1
14.08.2004	3,4	4,4
14.08.2004	1,9	4,3
13.08.2004	10	4,3
25.07.2004	3	4,1
12.06.2004	8,8	4,6
6.01.2004	5,7	4,5
30.08.2003	1	4,1
20.08.2003	7	4,3
20.08.2003	6,5	4,1
19.05.2003	10	4
12.05.2003	10	4
12.05.2003	10	4,3
8.05.2003	3,2	4,4
5.05.2003	10	4
3.05.2003	10	4,1
1.05.2003	9,1	4,1
2.09.2001	38,5	4,2
11.05.2001	8	4

18.02.2001	10	4
24.12.2000	38,8	4,5
22.05.2000	5,6	4,3
7.05.2000	4,6	4,4
7.05.2000	9,9	4,1
2.01.2000	19	4,1
13.04.1999	5,6	4,3
13.03.1999	10	4,1
20.12.1998	5,2	4,3
8.10.1998	14,8	4,4
19.05.1998	10	4,1
28.04.1998	10	4,2
28.03.1998	9,5	4,6
6.12.1997	8	4,1
10.08.1997	10	4,1
10.08.1997	10	4
24.06.1997	7	4

25.12.1996	10	4
12.11.1996	10	4,1
20.06.1996	6	4,1
21.04.1996	10	4
8.04.1996	15	4
8.04.1996	8	4,1
7.02.1996	18	4,1
7.02.1996	5,4	4,3
30.12.1994	10	4,6
1.07.1994	30,2	4,7
1.06.1994	10	4,3
28.01.1994	45,4	4,4
26.05.1993	33	4,2
5.03.1990	26,4	4,2

EK.6. Erzincan İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri

Tarih	Derinlik	Büyüklük
28.10.2020	6,79	4,3
25.07.2020	13,85	4
22.05.2020	11,86	4,3
22.12.2019	13,21	4,2
19.06.2019	9,71	4,1
1.01.2019	11,68	4,2
27.12.2018	11,18	4,1
3.03.2018	8,37	4,2
10.08.2017	12,1	4
20.05.2017	10,06	4,1
16.12.2016	3,19	4,5
20.11.2016	6,36	4
9.05.2016	13,97	4,1
9.02.2015	13,01	4,3
21.10.2014	12,83	4
20.11.2012	11,9	4,2
31.08.2012	15,86	4,2
30.09.2011	5	4,4
22.09.2011	7,02	4
22.09.2011	17,74	4,3
22.09.2011	2	4,2
22.09.2011	7,18	5,6
24.08.2011	5	4,3

26.12.2010	2,2	4,4
7.11.2010	5	4,1
6.11.2010	12,73	4,1
7.09.2010	1,8	4,2
16.08.2010	15,27	4,3
23.03.2010	19,54	4,3
9.03.2010	6	4
9.03.2010	5	4,2
8.03.2010	4,91	5
30.07.2009	13,7	5
23.09.2008	2	4
4.06.2008	10	4,3
22.01.2008	5	4
6.08.2007	7	4,1
30.10.2006	1,7	4
15.01.2006	10	4
30.09.2004	5	4,1
23.05.2004	5	4
1.12.2003	10	4,1
11.10.2003	14,8	4
23.03.2003	11,4	4,2
27.01.2003	8,6	4
27.01.2003	4	4,1
27.01.2003	15,1	6

22.10.2002	17,6	4,6
17.10.2002	18,7	4,7
24.08.2002	10	4
18.06.2002	7,1	4,3
31.07.1999	10	4,1
20.12.1998	10	4,1
24.02.1998	10	4,2
1.11.1997	22,3	4,1
13.03.1997	10	4,1
21.03.1996	10	4,1
11.12.1995	10	4,1
6.12.1995	11	4,2
5.12.1995	73,8	5,2
5.12.1995	13,9	5,8
26.10.1995	10	4,1
18.06.1995	9	4,1
17.03.1995	10	4,1

22.07.1993	10,6	4,5
21.06.1993	10	4,1
10.09.1992	33	4,1
28.04.1992	10	4,2
22.04.1992	4,7	4,5
20.04.1992	6,5	4,6
19.04.1992	4,7	4,4
2.04.1992	10	4
29.03.1992	10	4,1
22.03.1992	12,9	4
21.03.1992	7	4,6
15.03.1992	7	5,9
14.03.1992	7	4,6
13.03.1992	66,1	4,6
13.03.1992	46,5	4,7
13.03.1992	22,2	6,6
20.04.1990	39,9	5,4

EK.7. Erzurum İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri

Tarih	Derinlik	Büyüklük
29.12.2019	7	4,2
1.12.2019	7,04	4
1.12.2019	6,97	4
15.07.2019	7,03	4,3
10.11.2018	17,78	4
11.05.2017	6,41	4,7
24.03.2017	7,08	4,1
18.09.2013	11,24	4,3
21.01.2012	19,93	4,1
18.07.2010	13,67	4,1
1.02.2009	2	4,3
27.06.2008	1,3	4
18.10.2007	10	4,2
7.05.2007	2	4,2
1.11.2006	10,9	4,7
19.10.2006	2,7	4,3
21.07.2006	10	4
21.03.2006	2,9	4,3
21.11.2005	5,6	4,2
25.03.2005	6,4	4,1
18.03.2005	6	4
17.01.2005	10	4,2
14.01.2005	9	4

4.12.2004	5	4
1.05.2004	6,8	4,2
3.04.2004	10	4,1
1.04.2004	3,7	4,4
28.03.2004	10	4
28.03.2004	8	4
28.03.2004	10	4,1
28.03.2004	10	4,2
28.03.2004	10	5,6
27.03.2004	10	4,1
25.03.2004	4,2	4,1
25.03.2004	20	5,6
1.07.2002	10	4
29.11.2001	10	4,2
28.11.2001	11	4
20.08.2001	30	4,3
10.07.2001	35	5,4
26.06.2001	8,3	4
29.05.2001	15	4,8
29.05.2001	33,3	4,7
7.12.1999	10	4,2
3.12.1999	35	4,5
20.07.1999	35	4,3
19.12.1998	48,6	4,7

11.05.1998	28,9	4
1.05.1998	26,7	4
13.04.1998	10	4,1
12.12.1997	10	4
8.08.1997	10	4,4
1.06.1997	10	4,1
18.09.1996	15	4,1

4.05.1996	40,9	4,1
12.01.1996	10	4
29.10.1994	1,3	4,2
17.01.1993	10	4,3
7.01.1993	10	4,2
10.08.1991	10	4,2
24.04.1991	35	4,5

EK.8. Hatay İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri

Tarih	Derinlik	Büyüklük
20.02.2019	25,72	4
10.02.2015	23,68	4,6
12.07.2014	20,44	4
9.06.2014	20,56	4,5
14.02.2014	15,67	4,5
26.07.2013	25,78	4,3
14.11.2010	16,7	4,9
17.06.2009	16,8	4,7
26.01.2006	11	4,2
11.03.2002	4,1	4
17.07.1998	3,6	4

26.02.1997	13	4,1
23.01.1997	12,7	4
23.01.1997	25	4
22.01.1997	61,3	5,2
22.01.1997	49,4	5
22.01.1997	12,8	4,2
22.01.1997	20,9	5,7
6.01.1997	10	4,3
19.06.1996	14,4	4,3
18.06.1996	13,1	4,1
20.03.1996	37	4
11.08.1991	41,9	4

EK.9. İzmir İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri

Tarih	Derinlik	Büyüklük
3.11.2020	16,05	4,1
2.11.2020	6,85	4,2
30.10.2020	10,2	4
30.10.2020	7,05	4,1
30.10.2020	7,29	4,2
16.07.2020	7	4,1
26.06.2020	9,29	5,5
29.03.2020	7,04	4,1
24.02.2020	8,63	4,8
23.02.2020	7	4,5
8.02.2020	7,01	4
7.02.2020	9,98	4
4.02.2020	8,65	4,8
4.02.2020	7	4,3
2.02.2020	6,99	4
28.01.2020	5,08	4,7
28.01.2020	7	4,1
25.01.2020	7,84	4,1

24.01.2020	9,59	4
23.01.2020	6,98	4,2
22.01.2020	7,86	4,2
22.01.2020	7,01	4,1
22.01.2020	7,29	4
22.01.2020	6,98	4
22.01.2020	6,95	4,3
22.01.2020	7	4,1
22.01.2020	10,35	5,4
22.01.2020	14,5	4,1
4.01.2020	12,12	4
8.08.2019	18,47	4,8
25.01.2019	15,15	4,3
7.11.2018	11,62	4,1
28.10.2018	10,69	4,1
6.09.2018	11,62	4,2
27.06.2018	7	4,2
25.12.2017	17,91	4,8
19.11.2017	8,56	4,2

11.11.2017	18,09	4,4
5.08.2017	5,9	4,2
19.07.2017	11,36	4
5.07.2017	10,26	4,1
26.06.2017	16,73	4,1
22.06.2017	16,53	4
22.06.2017	13,5	5
17.06.2017	10,25	5,3
17.06.2017	12,43	4,2
16.06.2017	18,38	4,2
14.06.2017	11,78	4,4
13.06.2017	7,09	4
12.06.2017	12,29	4
12.06.2017	6,97	4
12.06.2017	12,42	4,3
12.06.2017	7,05	4,5
12.06.2017	4,78	4,9
28.05.2017	7,21	4,8
28.05.2017	7,1	4,1
28.05.2017	7,21	4,1
28.05.2017	9,78	4,5
28.05.2017	6,9	4,8
28.05.2017	8,64	4,6
28.05.2017	4,44	4
28.05.2017	9,17	4,4
27.05.2017	11,03	5,1
21.04.2017	13,2	4,9
19.04.2017	21,92	4,2
4.04.2017	18,4	4
2.04.2017	12,56	4,3
17.10.2016	10,36	4,4
15.10.2016	9,8	4,2
15.10.2016	8,14	4,1
9.10.2016	14,07	4
12.09.2016	17,24	4,5
12.09.2016	17,78	4,6
3.07.2016	9,82	4
5.06.2016	21,34	4,2
19.12.2015	4,78	4
6.07.2015	15,52	4,1
27.03.2015	7,87	4,1
27.02.2015	25,29	4,1
10.01.2015	7,86	4,3
21.10.2014	11,74	4,1
11.10.2014	10,7	4

18.07.2014	13,81	4
1.05.2014	8,23	4,1
1.05.2012	26,27	4,8
5.12.2011	33,8	4,8
20.10.2005	15	5,8
17.10.2005	17,8	5,2
17.10.2005	7,3	5,8
17.10.2005	17,9	5,5
17.04.2003	15	5,2
10.04.2003	14,1	5,7
24.05.1994	17,5	5,5
28.01.1994	16,5	5,4
6.11.1992	9,8	6
31.10.2020	16,2	4
30.10.2020	7	4,1
2.02.2020	7,02	4,6
22.01.2020	7,01	4,1
12.06.2017	7,02	4
9.06.2013	26,69	4
5.09.2012	20,71	4,1
25.08.2012	17,4	4,1
7.08.2012	22,21	4,2
7.08.2012	18,05	4
4.08.2012	22,94	4,2
3.08.2012	22,61	4,6
3.05.2012	26,18	4,1
2.05.2012	22,18	4,3
2.05.2012	27,18	4,4
2.05.2012	26,01	4,3
20.02.2012	23,46	4,4
27.12.2011	21,3	4,4
27.12.2011	26,44	4,1
5.12.2011	8	4,1
8.10.2011	25,38	4
1.05.2011	24,88	4,1
5.10.2010	17,11	4,1
31.08.2009	18	4
13.07.2008	10	4
18.04.2008	8,5	4,1
15.03.2008	2,5	4
8.02.2008	11,9	4
5.01.2008	8,9	4,5
11.11.2007	9,12	4,2
9.09.2007	12,4	4,1
10.06.2007	17	4

23.04.2007	10,1	4,1
13.07.2006	14,5	4
12.07.2006	6,5	4,3
5.11.2005	1,1	4
23.10.2005	10	4,1
21.10.2005	1,4	4
20.10.2005	6	4
20.10.2005	3,9	4
20.10.2005	9,1	4
20.10.2005	3,6	4,4
17.10.2005	9	4
17.10.2005	5,3	4,1
17.10.2005	8,8	4,2
13.05.2005	1,3	4
29.01.2005	22,7	4
20.01.2005	16,1	4
28.10.2004	6,3	4
10.04.2003	34	4,1
16.01.2003	8,4	4
11.12.2002	10	4
26.06.2001	22,6	4,1
26.06.2001	8,9	4,1
27.02.2001	9,8	4,1
21.10.1999	4,4	4
14.03.1996	12	4,3
5.06.1995	8	4,1
9.01.1995	5	4
10.08.1994	20,1	4,1
16.10.1993	5	4,3
8.11.1992	14	4
10.12.2007	21,43	4
16.11.2005	1,5	4
24.10.2005	13,9	4
10.04.2003	6,1	4,1
1.03.2002	31,6	4,1
1.03.2002	26,8	4
18.02.2001	7,2	4
19.11.1992	10	4
5.06.1991	10	4
19.10.1990	4,9	4
25.01.2010	13,4	4
20.07.2008	8,6	4
15.03.2008	11,8	4,2
9.09.2007	10,1	4,2
12.06.2007	11,8	4,2

13.07.2006	35	4,2
12.06.2006	9,7	4
24.12.2005	7,5	4,3
10.11.2005	12	4
2.11.2005	16	4,1
31.10.2005	6	4,1
31.10.2005	4,5	4,4
29.10.2005	6	4,1
29.10.2005	6,4	4,1
28.10.2005	5	4
21.10.2005	10	4
21.10.2005	9	4
20.10.2005	18	4
19.10.2005	12	4
19.10.2005	16,7	4,3
18.10.2005	15	4
18.10.2005	14	4,4
17.10.2005	11	4
17.10.2005	16	4,3
17.10.2005	11	4,4
17.10.2005	10	4
17.10.2005	18	4,1
17.10.2005	14	4
17.10.2005	15	4,2
17.10.2005	6,1	4,3
17.10.2005	10	4
17.10.2005	17	4,3
17.10.2005	13	4,2
17.10.2005	20	4,1
29.01.2005	1,6	4,3
24.03.2004	25	4,1
16.12.2003	23,6	4,2
22.06.2003	15,1	4,5
4.05.2003	10,3	4
4.09.2002	11,2	4
6.06.2002	8	4,2
23.05.2002	15,5	4,1
19.05.2002	16,8	4,1
21.01.2002	26,2	4,8
8.07.2001	10,3	4
26.06.2001	9,1	4,1
27.02.2001	21,1	4
23.04.2000	8,2	4,1
28.06.1999	5	4,1
12.04.1997	5,3	4

21.09.1996	4	4,1
20.05.1996	8	4,1
20.02.1996	11	4,1
20.02.1996	10	4
30.01.1996	10,2	4,5
20.08.1995	4,9	4,1
21.06.1995	13,4	4,2
12.01.1995	1,9	4,2
7.10.1994	27,1	4,4
9.08.1994	4,9	4,7
3.06.1994	8	4,1
25.05.1994	5	4
24.05.1994	15,2	4,3
24.05.1994	9,1	5
24.05.1994	17,3	5,2
19.02.1994	2,9	4
19.02.1994	10	4
19.02.1994	5,6	4
6.02.1994	5	4,1
26.07.1993	20,9	4,2

29.03.1993	13	4,1
20.01.1993	18	4,1
10.12.1992	10	4,1
5.12.1992	4,1	4,4
12.11.1992	10	4,5
12.11.1992	26,6	4,3
12.11.1992	4,2	4,7
8.11.1992	4,7	4,7
8.11.1992	6,4	4,2
7.11.1992	1,2	4,4
7.11.1992	56,3	4,8
6.11.1992	10	4,6
6.11.1992	1,6	4,6
25.04.1992	5	4,3
28.07.1991	7	4,1
15.06.1991	8	4,1
15.06.1991	12	4,1
26.02.1991	14	4,9
19.12.1990	6,7	4,7

EK.10. Malatya İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri

Tarih	Derinlik	Büyüklük
18.09.2020	7,01	4,5
18.09.2020	15,02	4,1
9.05.2020	7,52	4
3.05.2020	7	4
25.02.2020	14,29	4,9
25.01.2020	12,06	4,3
25.01.2020	16,46	4,2
24.01.2020	1,69	4
24.01.2020	13,01	4,6
24.01.2020	8,06	6,8
27.12.2019	11,88	4,9
15.04.2019	17,77	4,5
8.04.2019	16,55	4
28.03.2019	16,98	4,1
25.03.2019	10,72	4,5
21.03.2019	16,08	4,1
3.02.2017	17,85	4
17.08.2016	11,16	4,1

2.02.2016	10,15	4,1
9.12.2015	17,54	4,5
29.11.2015	22,41	5
13.07.2003	10	5,5
6.04.1999	15,7	5,4
24.01.2020	14,62	4
20.09.2014	7,62	4,2
28.08.2013	18,24	4,2
19.03.2010	5	4,1
22.03.2009	18,79	4
11.02.2007	5	4,2
18.10.2005	10	4,1
18.02.2005	4	4,1
10.08.2002	1	4
2.01.2000	19	4,1
28.01.1994	45,4	4,4
26.05.1993	33	4,2
8.10.1992	10	4,2

EK.11. Manisa İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri

Tarih	Derinlik	Büyüklük
26.06.2020	9,29	5,5
19.04.2020	7	4,1
29.03.2020	7,04	4,1
24.02.2020	8,63	4,8
23.02.2020	7	4,5
18.02.2020	13,57	4,2
18.02.2020	14,68	5,2
8.02.2020	7,01	4
7.02.2020	9,98	4
4.02.2020	8,65	4,8
4.02.2020	7	4,3
2.02.2020	7	4,4
2.02.2020	6,99	4
30.01.2020	6,98	4
28.01.2020	5,08	4,7
28.01.2020	7	4,1
28.01.2020	6,98	4,8
25.01.2020	7,84	4,1
24.01.2020	9,59	4
23.01.2020	6,98	4,2
22.01.2020	7,86	4,2
22.01.2020	7,01	4,1
22.01.2020	7,29	4
22.01.2020	6,98	4
22.01.2020	6,95	4,3
22.01.2020	7	4,1
22.01.2020	10,35	5,4
12.05.2019	11,53	4,3
4.01.2018	4,71	4
11.11.2017	18,09	4,4
9.08.2017	13,08	4
19.07.2017	11,36	4
5.07.2017	10,26	4,1
22.06.2017	16,53	4
28.05.2017	7,21	4,8
28.05.2017	7,1	4,1
28.05.2017	7,21	4,1
28.05.2017	9,78	4,5
28.05.2017	6,9	4,8
28.05.2017	8,64	4,6
28.05.2017	4,44	4
28.05.2017	9,17	4,4

27.05.2017	11,03	5,1
21.04.2017	13,2	4,9
20.04.2017	10,59	4,2
19.04.2017	21,92	4,2
4.04.2017	18,4	4
2.04.2017	12,56	4,3
15.10.2016	9,8	4,2
15.10.2016	8,14	4,1
9.10.2016	14,07	4
12.09.2016	17,24	4,5
12.09.2016	17,78	4,6
3.07.2016	9,82	4
2.12.2015	10,85	4
25.07.1999	21,2	5,2
28.01.1994	16,5	5,4
16.04.2020	6,99	4,3
2.02.2020	7,02	4,6
22.01.2020	7,01	4,1
5.09.2012	20,71	4,1
25.08.2012	17,4	4,1
7.08.2012	22,21	4,2
7.08.2012	18,05	4
4.08.2012	22,94	4,2
3.08.2012	22,61	4,6
8.02.2012	6,99	4,2
8.10.2011	25,38	4
10.06.2011	34,38	4,7
1.05.2011	24,88	4,1
7.05.2009	4,7	4
13.07.2008	10	4
15.03.2008	2,5	4
25.10.2007	8,2	4,2
13.01.2005	8,9	4,3
9.07.2002	1,1	4,3
14.03.1996	12	4,3
9.03.1993	10	4,1
10.12.2007	21,43	4
1.03.2002	26,8	4
24.06.2001	8	4,1
22.06.2001	5,4	4,1
19.01.2001	7,3	4,1
22.12.1992	10	4
30.11.1991	3,5	4,3

15.03.2008	11,8	4,2
24.12.2005	7,5	4,3
12.01.2005	6,8	4
2.12.2004	11	4,4
5.11.2004	13	4,5
22.06.2003	15,1	4,5
13.06.2003	10	4,1
6.06.2002	8	4,2
21.01.2002	26,2	4,8
24.06.2001	9,9	4,2
23.06.2001	8,4	4,2
22.06.2001	7	4,6

24.05.2001	7	4
8.09.2000	5	4,3
26.09.1999	10,8	4,1
24.07.1999	10	4,5
17.06.1999	7,7	4,1
21.09.1996	4	4,1
6.02.1994	5	4,1
26.08.1993	5	4
31.03.1993	15	4,5
22.07.1991	12,5	4
19.12.1990	6,7	4,7

EK.12. Muğla İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri

Tarih	Derinlik	Büyüklük
29.06.2020	63,3	4,4
30.04.2020	7,01	4,3
30.05.2019	7,01	4,2
28.05.2019	8,52	4,6
19.05.2019	17,16	4
22.04.2019	6,94	4,3
4.04.2019	7,17	4,3
1.04.2019	7,67	4,5
22.01.2019	65,88	4,5
15.10.2018	7,01	4
10.09.2018	6,93	4,3
9.06.2018	13,55	4,1
1.05.2018	15,69	4,2
5.01.2018	13,31	4,2
24.11.2017	24,46	5,1
22.11.2017	24,75	5
4.11.2017	66,78	4,2
16.09.2017	11,28	4,2
8.09.2017	6,98	4
18.08.2017	16,79	4,5
18.08.2017	9,12	4,2
14.08.2017	6,92	4,7
13.08.2017	7	4,3
13.08.2017	6,56	4,1
13.08.2017	22,6	4,8
9.08.2017	13,74	4,1
8.08.2017	11,03	5,1
8.08.2017	6,86	4,3

7.08.2017	9,14	4,1
7.08.2017	11,87	4,1
7.08.2017	12,67	4,6
30.07.2017	20,97	4,4
30.07.2017	10,25	4
30.07.2017	10,37	4,3
22.07.2017	15,1	4
22.07.2017	13,3	4
21.07.2017	14,7	4,2
21.07.2017	7,61	4,2
21.07.2017	6,99	4,1
21.07.2017	1,43	4,5
21.07.2017	7,06	4,1
21.07.2017	7,16	4,4
21.07.2017	11,82	4,3
20.07.2017	6,97	4,5
20.07.2017	7,43	4
20.07.2017	7,8	6,3
13.04.2017	11,33	5
25.01.2017	19,29	4,3
15.12.2016	18,11	4,2
13.09.2015	21,36	4,4
25.07.2015	15,05	4,2
29.05.2015	17,01	4,1
28.04.2015	16,92	4
26.11.2014	20,83	4,2
10.11.2014	10,34	4,3
10.11.2014	14,46	4,8
13.08.2014	15,27	4,1

20.07.2014	37,97	4
1.05.2014	11,18	4,1
19.04.2014	14,17	4
30.10.2013	22,18	4
16.05.2013	16,61	4,2
16.05.2013	20,87	4,4
16.05.2013	25,43	4,6
28.04.2013	21,74	4,2
30.11.2012	20,27	4,2
18.07.2012	25,4	4
9.06.2012	20,92	4,2
4.06.2012	12,11	4,6
19.05.2012	18,38	4,2
8.05.2012	23,36	4,3
10.04.2012	53,5	4
7.05.2011	5	4
7.09.2010	6,3	4,2
31.01.2010	6,92	4
1.01.2009	22,52	4,1
9.11.2008	63,6	4
1.10.2008	5,4	4,1
25.08.2008	10	4,3
24.08.2008	10	4
11.07.2008	4,8	4,3
3.07.2008	13,2	4,5
30.05.2008	1,2	4
28.05.2008	9,2	4
8.01.2008	10	4,3
28.12.2007	12,9	4
9.12.2007	20	4,3
2.12.2007	27,4	4,6
12.11.2007	10	4,5
29.10.2007	20	5,3
6.03.2007	4,7	4,4
31.01.2007	14,5	4,2
9.08.2006	4,4	4
18.04.2006	16,9	4
17.04.2006	5,6	4,2
17.04.2006	10	4,1
20.01.2006	12,4	4
23.01.2005	15,9	4,1
18.01.2005	12	4,1
14.01.2005	16,8	4,2
11.01.2005	22,6	4
11.01.2005	34	5

11.01.2005	24	4
10.01.2005	61,8	4,8
10.01.2005	32,1	5,4
28.12.2004	13,7	4,5
28.12.2004	19,4	4,2
21.12.2004	42	4,1
20.12.2004	28,3	5,3
5.09.2004	19	4
3.09.2004	16,7	4,1
5.08.2004	13,5	4,1
5.08.2004	18	4
4.08.2004	10	4
4.08.2004	24,2	5,3
4.08.2004	10,1	4,2
4.08.2004	16,5	4,3
4.08.2004	12	5,2
4.08.2004	14,2	4,2
4.08.2004	18,6	4,5
4.08.2004	10	5,5
3.08.2004	9,9	4
3.08.2004	11,9	4
3.08.2004	2	4,2
3.08.2004	22,8	5,2
3.08.2004	10,3	4,1
3.08.2004	17	4,5
3.07.2004	18,7	4,1
26.06.2004	10	4,1
19.02.2004	9,8	4,1
5.11.2003	8,9	4,1
27.10.2003	6,8	4,1
6.12.2002	15,1	4
6.12.2002	6,3	4
2.11.2002	22	4,1
1.03.2002	25	4,1
4.12.2001	5	4
8.10.2001	87,7	4
30.10.2000	9,5	4,1
16.09.2000	24,4	4,2
28.02.2000	14,2	4,3
6.12.1999	9,5	4
5.10.1999	6,3	4,2
5.10.1999	19	5,2
29.03.1999	21,9	4,2
26.03.1999	30,1	4
29.04.1996	9,7	4,3

4.07.1995	41,5	4,1
7.03.1995	16,6	4,7
27.02.1995	13	4
23.01.1995	15	4
22.01.1995	16,2	4,3
6.01.1995	8,9	4
13.11.1994	4,1	4,1
13.11.1994	41,4	4,8
13.11.1994	44	4,9
13.11.1994	48	4,5
13.11.1994	20	5,3
9.11.1994	30	4,3
3.04.1994	5	4,1
13.02.1994	8,4	4,1

26.08.1993	37	5,2
14.01.1993	21,9	4,6
25.12.1992	3	4,5
10.11.1992	10	4,7
29.07.1992	10	4
29.07.1992	10	4
29.06.1992	70,2	4
23.04.1992	30,8	4,1
29.07.1991	10	4
25.01.1991	2,3	4,3
19.11.1990	6,4	4,2
1.09.1990	7,4	4,5
26.06.1990	19,1	4,2
25.05.1990	10	4,2

EK.13. Muş İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri

Tarih	Derinlik	Büyüklük
18.09.2020	13,14	4,2
16.09.2020	17,08	4,7
7.09.2020	9,6	4,1
30.10.2014	12,23	4,4
26.03.2012	17	5,2
17.11.2011	19,61	4,4
23.10.2011	11,5	4
22.02.2011	3	4,5
22.02.2011	5	4,3
22.02.2011	5	4,5
22.02.2011	5	4,4
22.02.2011	5	4,1
12.07.2008	5	4

15.11.2007	4,02	4
11.03.2009	11,3	4,3
5.05.2007	30	4,3
3.01.2007	10	4
5.08.2006	10	4,1
6.11.1998	12,7	4
3.11.1997	59,4	4,1
3.11.1997	35	4,3
3.11.1997	23,3	4,8
19.04.1997	10	4
14.07.1992	10	4,5
14.07.1992	46,6	4,5
5.09.1991	49	4,2

EK.14. Tokat İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri

Tarih	Derinlik	Büyüklük
9.04.2020	7,06	4
18.10.2018	11,15	4
18.05.2018	12,84	4,1
6.01.2018	15,81	4
2.11.2016	6,42	4,7
18.02.2016	5,44	4,1
10.01.2016	13,6	5
9.10.2015	20,52	4
9.10.2015	20,17	4,9

23.06.2014	6,59	4
1.05.2014	6,97	4,2
12.05.2005	16,1	4,8
29.04.2005	25,1	4,8
14.08.1996	16,4	5,6
14.08.1996	25,7	5,7
19.03.2020	19,7	4,2
28.07.2013	17,37	4,4
13.03.2013	19,06	4,1
7.03.2013	20,62	4,3

25.12.2012	17,12	4,1
10.01.2012	7,16	4,2
22.11.2011	11,12	4,5
16.08.2011	5	4,5
20.02.2011	18,89	4,4
4.07.2010	19,22	4,3
25.06.2008	4,65	4,6
1.04.2008	7,04	4,2
14.01.2008	7	4,3
9.02.2006	5	4,1
2.04.2010	15	4,3
1.02.2010	12	4,1
2.04.2008	10	4,3
29.03.2008	4	4,2
14.02.2007	10	4,5
5.09.2006	5	4,1
23.10.2005	5	4,1
24.09.2005	10	4
29.08.2005	10	4
7.07.2005	2	4,1
7.07.2005	10	4,1
4.07.2005	8	4,1
12.05.2005	11,3	4,6
14.12.2004	10	4
3.02.2004	1	4,1
27.09.2003	3,1	4
4.02.2002	13	4
3.05.2001	6,4	4,1
7.04.2001	6	4,3
30.05.2000	9	4
7.02.2000	28,8	4,6
11.06.1999	10	4,2
11.06.1999	22,7	4,3
11.06.1999	4,4	4,6

5.04.1999	10	4,1
12.01.1998	4,1	4,2
28.02.1997	8,9	4,8
7.12.1996	12	4,1
1.12.1996	25,2	4,3
22.11.1996	9,4	4,1
25.09.1996	28	4,1
11.09.1996	10	4,1
9.09.1996	5	4
27.08.1996	10	4
25.08.1996	5	4
21.08.1996	24	4,1
20.08.1996	5	4
20.08.1996	10	4
19.08.1996	8	4,1
14.08.1996	5	4,1
14.08.1996	10	4
14.08.1996	10	4,1
14.08.1996	10	4,1
14.08.1996	16,4	5,1
14.08.1996	6	4,5
29.07.1996	5	4,1
6.06.1996	39	4,1
17.03.1996	7,9	4,2
31.07.1995	21,6	4
13.09.1993	10	4,2
12.06.1993	10	4,4
3.06.1993	10	4,2
12.05.1992	18,1	4,4
12.02.1992	5,6	4,9
12.02.1992	10	4,3
30.01.1991	20,4	4

EK.15. Van İlinin Derinlik ve Büyüklük Verileri

Tarih	Derinlik	Büyüklük
25.06.2020	7,48	5,4
3.04.2020	12,99	4,7
17.02.2020	10,14	4,1
20.10.2019	9,41	4
21.07.2018	7,52	4,5
14.06.2018	13,66	4,5

4.10.2017	22,43	4
1.05.2017	11,66	4,1
1.05.2017	12,44	4,5
8.04.2017	14,54	4,2
12.12.2016	10,72	4,4
24.11.2016	18,99	4
23.11.2016	10,4	4,6

23.11.2016	11	4,1
18.10.2016	11,85	4,1
19.04.2016	10,92	4
7.01.2016	8,97	4
7.01.2016	10,15	4,4
29.10.2015	4,9	4,8
24.08.2015	3,04	4
23.06.2015	30,45	4,5
28.04.2015	16,47	4
21.01.2015	13,59	4,4
19.07.2014	12,61	4,1
13.06.2014	7,34	4
11.06.2014	9,61	4,4
27.05.2014	12,38	4,3
18.03.2014	8,55	4
18.03.2014	9,2	4,2
5.03.2014	6,84	4
18.02.2014	11,67	4,6
30.10.2013	21,51	4
26.09.2013	14,85	4
21.09.2013	17,03	4,5
16.06.2013	17,52	4
12.06.2013	15,91	4,6
10.03.2013	21,95	4
7.03.2013	20,85	4,2
12.02.2013	22,41	4,3
31.01.2013	16,2	4
6.12.2012	19,57	4
24.11.2012	17,53	4,5
10.11.2012	17,6	4,1
24.09.2012	6,23	4
23.09.2012	18,56	4,3
31.07.2012	22,51	4,2
24.07.2012	12,66	4,3
20.07.2012	19,55	4,3
28.06.2012	22,34	4,2
27.06.2012	1,21	4
24.06.2012	23,62	4,9
19.05.2012	22,03	4
18.04.2012	13,18	4,2
13.04.2012	22,51	4,3
13.04.2012	4,28	4,3
12.04.2012	16,5	4
4.04.2012	15,42	4,4
24.03.2012	9,7	4,2

23.03.2012	6,53	4,4
13.03.2012	6,97	4
11.03.2012	3,87	4,2
7.03.2012	19,1	4
3.03.2012	15,75	4
29.02.2012	12,68	4
24.02.2012	22,09	4,5
20.02.2012	22,94	4,1
17.02.2012	7,02	4,6
29.01.2012	17,62	4,2
20.01.2012	21,32	4,5
19.01.2012	15,54	4
10.01.2012	20,06	4
6.01.2012	12,82	4,2
30.12.2011	18,64	4,2
27.12.2011	6,59	4,1
27.12.2011	5,7	4,4
21.12.2011	18,39	4,4
17.12.2011	12,97	4
12.12.2011	18,19	4,2
12.12.2011	22,14	4,3
10.12.2011	10,28	4,2
9.12.2011	16	4
8.12.2011	14,56	4,4
6.12.2011	15,36	4,7
4.12.2011	12,22	4,8
3.12.2011	4,25	4,3
2.12.2011	20,99	4
30.11.2011	19,79	5,4
26.11.2011	12,76	4,2
24.11.2011	15,9	4,5
22.11.2011	18,49	4,4
22.11.2011	22,95	4,5
21.11.2011	1,91	4,7
21.11.2011	22,74	4,6
20.11.2011	6,97	4
18.11.2011	8	4,9
17.11.2011	17,1	4,5
14.11.2011	23,32	5,2
14.11.2011	15,17	4,2
14.11.2011	18,98	4,7
14.11.2011	19,21	4,5
6.12.2011	15,36	4,7
3.12.2011	4,25	4,3
2.12.2011	20,99	4

26.11.2011	12,76	4,2
24.11.2011	15,9	4,5
22.11.2011	18,49	4,4
22.11.2011	22,95	4,5
21.11.2011	1,91	4,7
21.11.2011	22,74	4,6
20.11.2011	6,97	4
17.11.2011	17,1	4,5
14.11.2011	15,17	4,2
14.11.2011	18,98	4,7
14.11.2011	19,21	4,5
13.11.2011	5	4,1
13.11.2011	14,26	4,1
13.11.2011	13,46	4
12.11.2011	8,84	4,2
12.11.2011	16,35	4,3
12.11.2011	19,15	4,6
12.11.2011	17,74	4
12.11.2011	15,09	4,2
11.11.2011	15,26	4,1
9.11.2011	14,86	4,4
9.11.2011	17,74	4,5
9.11.2011	4,5	4,4
8.11.2011	16,24	4,4
8.11.2011	18	4,3
8.11.2011	17,07	4,4
7.11.2011	14,63	4,5
7.11.2011	21,35	4,3
7.11.2011	4,43	4,8
6.11.2011	19,18	4,1
6.11.2011	20,91	4,3
6.11.2011	21,39	4,3
5.11.2011	22,03	4,6
5.11.2011	19,49	4,3
4.11.2011	19,96	4
4.11.2011	15,41	4,2
4.11.2011	14,97	4
3.11.2011	2,79	4,3
3.11.2011	9,24	4,1
2.11.2011	5,72	4
2.11.2011	24,51	4,4
2.11.2011	19,32	4,1
2.11.2011	19,44	4,6
2.11.2011	18,03	4,8
1.11.2011	5,06	4,5

31.10.2011	19,71	4
30.10.2011	19,88	4,2
30.10.2011	22,36	4,6
29.10.2011	13,97	4,6
29.10.2011	4,97	4,1
29.10.2011	14,72	4
29.10.2011	20,45	4,3
28.10.2011	7	4,1
28.10.2011	12,44	4,5
28.10.2011	19,22	4,5
28.10.2011	20,98	4,2
28.10.2011	9,58	4,2
28.10.2011	11,18	4,1
27.10.2011	7,14	4
27.10.2011	13,01	4
27.10.2011	10,37	4,1
27.10.2011	20,26	4,2
26.10.2011	19,18	4,3
26.10.2011	14,77	4,2
26.10.2011	5,04	4,1
26.10.2011	12,83	4
26.10.2011	5	4,1
26.10.2011	1,45	4,5
26.10.2011	4,05	4,2
26.10.2011	12,34	4,3
26.10.2011	5	4,3
26.10.2011	18,29	4
26.10.2011	6,98	4,2
26.10.2011	14,81	4,6
25.10.2011	8,93	4
25.10.2011	11,91	4,1
25.10.2011	18,01	4
25.10.2011	2,66	4
25.10.2011	5	4
25.10.2011	8,29	4,1
25.10.2011	1,06	4,1
25.10.2011	6,96	4,1
25.10.2011	10,97	4,1
25.10.2011	1,81	4
25.10.2011	8,07	4,3
25.10.2011	11,53	4,3
25.10.2011	16,01	4,5
25.10.2011	6,98	4
25.10.2011	5	4,1
25.10.2011	7,52	4

25.10.2011	7,78	4
25.10.2011	6,91	4
25.10.2011	3,64	4
25.10.2011	17,44	4
25.10.2011	12,35	4,4
25.10.2011	7,08	4,2
25.10.2011	4,68	4
24.10.2011	26,37	4,7
24.10.2011	19,24	4,5
24.10.2011	18,86	4,3
24.10.2011	2,48	4,2
24.10.2011	5,92	4,2
24.10.2011	6,98	4,1
24.10.2011	13,31	4,4
24.10.2011	2,95	4,3
24.10.2011	3,54	4
24.10.2011	6,52	4,1
24.10.2011	2,16	4
24.10.2011	11,46	4,4
24.10.2011	3,39	4,4
24.10.2011	15,45	4,3
24.10.2011	12,58	4,5
24.10.2011	9,08	4,2
24.10.2011	21,75	4,1
24.10.2011	15,39	4
24.10.2011	12,94	4,1
23.10.2011	1,79	4,1
23.10.2011	13,94	4,2
23.10.2011	7,55	4,5
23.10.2011	6,9	4,4
23.10.2011	6,08	4,8
23.10.2011	18,57	4,4
23.10.2011	3,06	4,1
23.10.2011	20,89	4,1
23.10.2011	20,85	4,8
23.10.2011	21,78	4,6
23.10.2011	21,55	4,7
23.10.2011	13,56	4

23.10.2011	2,03	4,2
23.10.2011	15,01	4,1
23.10.2011	3,3	4,2
23.10.2011	1,14	4,1
23.10.2011	15,41	4,7
23.10.2011	11,68	4,4
23.10.2011	1,71	4,3
23.10.2011	10	4,2
23.10.2011	6,91	4
23.10.2011	20,8	4
23.10.2011	15,08	4,2
23.10.2011	6,96	4,1
23.10.2011	9	4
23.10.2011	5	4,2
23.10.2011	7,24	4,2
23.10.2011	6,34	4,8
23.10.2011	7,48	5,3
23.10.2011	19,92	5,8
23.10.2011	6,3	4,8
23.10.2011	12,02	4,6
5.07.2009	2	4
26.07.2008	10,8	4,3
2.06.2007	10	4,1
26.09.2004	13,7	4,2
25.04.2003	2,7	4
27.02.2003	11,6	4,3
4.12.2001	3,1	4,4
2.12.2001	15	4,6
10.02.2001	29,3	4
17.11.2000	5	4
15.11.2000	45,3	4,4
5.11.1997	10	4,1
2.11.1997	25	4,5
30.10.1997	13,5	4,3
12.10.1997	18,1	4,3
10.10.1997	6	4,1
26.02.1995	33	4

ÖZGEÇMİŞ

■■■■■■■■■■ yılında ■■■■■■■■■■'nde doğdum. İlköğretimi Hatay Nizamettin Özkan İlköğretim Okulu'nda, ortaokulu Mezre İlköğretim Okulu'nda ve liseyi Balakgazi Lisesi'nde tamamladım. 2009 yılında kazandığım Niğde Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümü'nden 2014 yılında mezun oldum. Eylül 2018'de Bitlis Eren Üniversitesi Lisans Üstü Eğitim Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladım. Ocak 2021'de yüksek lisansımı tamamladım. Yabancı dilim İngilizce'dir.

Nesliye GEDİK