



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENTİTÜSÜ**



**SOLDAN SANSÜRLÜ VERİLERİN FARKLI İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLERLE  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Mustafa Agah TEKİNDAL**

**BİYOİSTATİSTİK ANABİLİM DALI  
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN  
Prof. Dr. Yasemin YAVUZ**

**2014 - ANKARA**

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü  
Biyoistatistik Anabilim Dalı

Doktora Programı çerçevesinde yürütülmüş olan "Soldan Sansürlü Verilerin Farklı İstatistiksel Yöntemlerle Değerlendirilmesi" başlıklı Mustafa Agah TEKİNDAL'a ait bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 14 / 10 / 2014  
Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü  
Biyoistatistik Anabilim Dalı



Prof. Dr. Yasemin YAVUZ

### Kabul ve Onay

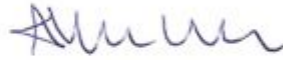
Doktora Programı çerçevesinde yürütülmüş olan “Soldan Sanstürlü Verilerin Farklı İstatistiksel Yöntemlerle Değerlendirilmesi” başlıklı Mustafa Agah TEKİNDAL’a ait bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 14 / 11 / 2014

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi

Jüri Başkanı

Prof. Dr. Atilla Halil ELHAN



Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi

Biyoistatistik Anabilim Dalı

Biyoistatistik Anabilim Dalı Başkanı

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Yasemin YAVUZ



Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi

Biyoistatistik Anabilim Dalı

Üye

Doç. Dr. Derya ÖZTUNA




Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi

Biyoistatistik Anabilim Dalı

Üye

Doç. Dr. Ayşe Canan YAZICI



Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi

Biyoistatistik Anabilim Dalı

Üye

Doç. Dr. Erdem KARABULUT



## İÇİNDEKİLER

<b>Kabul ve Onay</b>	<b>ii</b>
<b>ÖNSÖZ</b>	<b>v</b>
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR</b>	<b>vi</b>
<b>ŞEKİLLER</b>	<b>vii</b>
<b>ÇİZELGELER</b>	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
1.1. Sansür çeşitleri	7
1.1.1. Sağdan Sansür	9
1.1.2. Aralık Sansür	13
1.1.3. İkili Sansürleme	14
1.1.4. Soldan Sansür	14
1.2. Soldan Sansürlü Verilerin Analizinde Kullanılan Yöntemler	18
1.2.1. Yerine Koyma Yöntemleri	18
1.2.2. Parametrik Yöntemler	19
1.2.3. Parametrik Olmayan Yöntemler	30
1.2.4. Yarı Parametrik Yöntemler	35
<b>2. GEREÇ ve YÖNTEM</b>	<b>38</b>
<b>3. BULGULAR</b>	<b>42</b>
3.1. Log-normal dağılım gösteren veri setleri için yerine koyma, parametrik, yarı parametrik ve parametrik olmayan yöntemlerin değerlendirilmesi	43
3.1.1. Ortalaması 1, Standart Sapması 0,473 olan Log-normal Dağılımdan türetilen veri seti için farklı sansür oranlarında yöntemlerin performans değerlendirmesi	43

3.1.2. Ortalaması 1, Standart Sapması 1,27 olan Log-normal Dağılımdan türetilen veri seti için farklı sansür oranlarında yöntemlerin performans değerlendirmesi	51
3.2. Üstel dağılım gösteren veri setleri için yerine koyma, parametrik, yarı parametrik ve parametrik olmayan yöntemlerin değerlendirilmesi	59
3.2.1. Parametresi 0,05 olan Üstel Dağılımdan türetilen veri seti için farklı sansür oranlarında yöntemlerin performans değerlendirmesi	59
3.3. Weibull dağılım gösteren veri setleri için yerine koyma, parametrik, yarı parametrik ve parametrik olmayan yöntemlerin değerlendirilmesi	67
3.3.1. Şekil parametresi 1, ölçek parametresi 2,1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için farklı sansür oranlarında yöntemlerin performans değerlendirmesi	67
3.3.2. Şekil parametresi 0,542, ölçek parametresi 1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için farklı sansür oranlarında yöntemlerin performans değerlendirmesi	75
<b>4. TARTIŞMA</b>	<b>83</b>
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	<b>88</b>
<b>ÖZET</b>	<b>94</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>98</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>102</b>
<b>EK 1</b>	<b>111</b>

## ÖNSÖZ

Bu tez çalışması süresince, desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Prof. Dr. Yasemin YAVUZ'a çalışmanın gerçekleşmesi için gerekli ortamı hazırlayan A.Ü. Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı Başkanı değerli hocam sayın Prof. Dr. Atilla Halil ELHAN'a,

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı öğretim üyeleri değerli hocalarım; Doç. Dr. Serdal Kenan KÖSE, Doç. Dr. Derya ÖZTUNA, Araş. Gör. Can ATEŞ'e, ve tüm bölüm çalışanlarına, Doç. Dr. Erdem KARABULUTA'a, Yrd. Doç. Dr. Selcen YÜKSEL'e, Prof. Dr. Ersin ÖĞÜŞ'e,

İlgisi, sabrı ve yardımları için değerli hocam Doç. Dr. Ayşe Canan YAZICI'ya,

Tez için uygulama kodlarında çok büyük emeği geçen Yrd. Doç. Dr. Beyza Doğanay ERDOĞAN'a,

Her anlamda her zaman yanımda olduğunu hissettiren sevgili eşim Melike TEKİNDAL'a ve beni bu uzun ve meşakkatli yolda hiçbir zaman yalnız bırakmayan maddi manevi desteğini esirgemeyen çok sevgili annem ve babam Aynur-Benian TEKİNDAL'a kardeşim Canan TEKİNDAL AKBULUT'a en içten duygularıyla teşekkür ederim...

## **SİMGELER ve KISALTMALAR**

KM	Kaplan Meier Kestricisi
LOD	Belirleme Limiti (Limit Of Detection)
LOQ	Kantifikasyon Limiti (Limit Of Quantification)
MLE	En çok olabilirlik Kestircisi (Maximum Likelihood Estimation)
MSE	Ortalama Karesel Hata (Mean Square Error)
NA	Hesaplanamaz (Non Available)
ROS	Sıra İstatistikleri Regresyonu (Robust Regresyon ve Sıralı İstatistik)

## ŞEKİLLER

<b>Şekil 1. 1.</b> Karşılaşılabilecek olası sansür tipleri	15
<b>Şekil 1. 2.</b> Belirleme limiti	17
<b>Şekil 1. 3.</b> Kantifikasyon limiti	18
<b>Şekil 1. 4.</b> Log-normal dağılımın olasılık fonksiyonu	22
<b>Şekil 1. 5.</b> Üstel dağılım olasılık fonksiyonu	26
<b>Şekil 1. 6.</b> Weibull dağılım olasılık fonksiyonu	27
<b>Şekil 2. 1.</b> Ortalaması 1 ve standart sapması 0,473 olan Log-normal dağılım olasılık yoğunluk fonksiyonu grafiği	39
<b>Şekil 2. 2.</b> Ortalaması 1 ve standart sapması 1,27 olan Log-normal dağılım olasılık yoğunluk fonksiyonu grafiği	40
<b>Şekil 2. 3.</b> Parametresi 0,05 olan üstel dağılım olasılık yoğunluk fonksiyonu grafiği	40
<b>Şekil 2. 4.</b> Şekil parametresi ve 2,1 ölçek parametresi 1 olan Weibull dağılım olasılık yoğunluk fonksiyonu grafiği	41
<b>Şekil 2. 5.</b> Şekil parametresi 0,542 ve ölçek parametresi 1 olan Weibull dağılım olasılık yoğunluk fonksiyonu grafiği	41
<b>Şekil 5 1.</b> Log-normal dağılıma ait özet istatistiklerin tahmin yöntemlerine ait öneri diyagramı	90
<b>Şekil 5 2.</b> Üstel dağılıma ait özet istatistiklerin tahmin yöntemlerine ait öneri diyagramı	91
<b>Şekil 5.3.</b> Weibull dağılıma ait özet istatistiklerin tahmin yöntemlerine ait öneri diyagramı	92



## ÇİZELGELER

<b>Çizelge 1 1.a.</b> Soldan sansürlü verilerin istatistiksel olarak ele alınmasına dair değerlendirme çalışmalarının özeti.	3
<b>Çizelge 1 1.a.</b> Soldan sansürlü verilerin istatistiksel olarak ele alınmasına dair değerlendirme çalışmalarının özeti.	4
<b>Çizelge 3. 1.</b> Ortalaması 1, standart Sapması 0,473 olan Log-normal dağılımdan türetilen veri seti için %5 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi	44
<b>Çizelge 3. 2.</b> Ortalaması 1, standart Sapması 0,473 olan Log-normal dağılımdan türetilen veri seti için %25 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi	46
<b>Çizelge 3. 3.</b> Ortalaması 1, standart Sapması 0,473 olan Log-normal dağılımdan türetilen veri seti için %45 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi	48
<b>Çizelge 3. 4.</b> Ortalaması 1, standart Sapması 0,473 olan Log-normal dağılımdan türetilen veri seti için %65 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi	50
<b>Çizelge 3. 5.</b> Ortalaması 1, standart Sapması 1,27 olan Log-normal dağılımdan türetilen veri seti için %5 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi	52
<b>Çizelge 3. 6.</b> Ortalaması 1, standart Sapması 1,27 olan Log-normal dağılımdan türetilen veri seti için %25 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi	54
<b>Çizelge 3. 7.</b> Ortalaması 1, standart Sapması 1,27 olan Log-normal dağılımdan türetilen veri seti için %45 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi	56
<b>Çizelge 3. 8.</b> Ortalaması 1, standart Sapması 1,27 olan Log-normal dağılımdan türetilen veri seti için %65 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi	58

<b>Çizelge 3. 9.</b> Parametresi 0,05 olan Üstel Dağılımdan türetilen veri seti için %5 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi	60
<b>Çizelge 3. 10.</b> Parametresi 0,05 olan Üstel Dağılımdan türetilen veri seti için %25 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi	62
<b>Çizelge 3. 11.</b> Parametresi 0,05 olan Üstel Dağılımdan türetilen veri seti için %45 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi	64
<b>Çizelge 3. 12.</b> Parametresi 0,05 olan Üstel Dağılımdan türetilen veri seti için %65 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi	66
<b>Çizelge 3.13.</b> Şekil parametresi 1, ölçek parametresi 2,1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için %5 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi	68
<b>Çizelge 3.14.</b> Şekil parametresi 1, ölçek parametresi 2,1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için %25 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi	70
<b>Çizelge 3.15.</b> Şekil parametresi 1, ölçek parametresi 2,1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için %45 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi	72
<b>Çizelge 3.16.</b> Şekil parametresi 1, ölçek parametresi 2,1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için %65 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi	74
<b>Çizelge 3.17.</b> Şekil parametresi 0,542, ölçek parametresi 1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için %5 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi	76
<b>Çizelge 3.18.</b> Şekil parametresi 0,542, ölçek parametresi 1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için %25 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi	78
<b>Çizelge 3.19.</b> Şekil parametresi 0,542, ölçek parametresi 1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için %45 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi	80
<b>Çizelge 3.20.</b> Şekil parametresi 0,542, ölçek parametresi 1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için %65 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi	82

## 1. GİRİŞ

Uygulamalı bilim dallarında yapılan araştırmaların çoğunda, sansürlü ölçüm içeren çalışma tasarımları kullanılır. Bir sistemin veya sürecin güvenilirliğı için sonuç çıkarımı yaparken sistemi veya süreci oluşturan tüm bileşenlerin bozulma zamanlarını gözlemek her zaman mümkün olmayabilir. Örneğın; pahalı bir elektronik parçanın yaşam zamanı hakkında bilgi edinmek için yapılan yaşam testinde, parçaların hepsinin bozulmalarının gözlenmesi maliyeti ve test zamanını artıracığından istenmeyebilir veya bir klinikte tedavi gören hastalara ilişkin veriler, eksiksiz gözlenemeyebilir. Bu tip durumlarda, deney ya da gözlem sonrası sansürlenmiş veri elde edilir. Tıp, biyoloji, gıda, mühendislik, kalite kontrol ve daha birçok alanda sansürlenmiş verilerle karşılaşmaktadır.

Bileşenler kimyasal olarak ölçüldüğünde, raporlama ile ilgili iki sınır değeri vardır, bunlar belirleme limiti ve kantifikasyon limitidir. Belirleme limiti bir konsantrasyonun (ölçülebilen bir değışkenin) duyarlı olarak ölçülebilen en düşük sınır değeriştir. Konsantrasyonun rapor edilebilen en yüksek güvenilir sınır değeriştir. Organik ve inorganik kimyasalların düşük seviyedeki konsantrasyonları (sayısal değeri) genellikle “algılanmamış (nondetect) değeri” olarak bildirilmiştir. Bu değeriilerin sıfır ve belirleme limiti arasında bir yerde olduğu bilinmektedir. Bu durumda belirleme limitinin sıfır değeriinden daima büyük olduğu söylenebilir.

Belirleme limitinin belirlenmesi aletli ve aletsiz olmak üzere yonteme göre değışir. Aletli işlemlerde bilinen en düşük konsantrasyon değeri (ölçülen sayısal değeri) analit içeren örnek sonuçlarının kör sonuçlarıyla karşılaştırılmasıyla sinyal/gürültü oranı belirlenir. Genelde sinyal/gürültü oranı 2:1 veya 3:1 olarak kabul edilir. Belirleme sınırının hesaplanmasında diğeri bir yontem, kör örneklerinin analiz edilerek analitik geri zemin cevabının ölçülmesi ve bu değeriin standart sapmasının 2 veya 3 gibi faktörle çarpılmasıdır.

Soldan sansürlü verilerin analizine önemli oranda medikal bilimlerde ve ilgili endüstri alanlarında ihtiyaç duyulmaktadır. Belirleme limiti altında elde edilen değerlerin de tanımlanan bir değerden daha küçük değerler olduğu bilindiğinden biyoistatistik çalışmalarında soldan sansürlü veriler için kullanılan yöntemler bu tip verilerde de kullanılmaktadır. Soldan sansürlü verilerin analizi için gerekli veri yapısı yaşam (Survival) analizindeki veri yapısına benzerlik göstermektedir. Her iki veri yapısında da belli bir sınır değerden sonrası ya da öncesi hakkında fikir sahibi olunamaz. Belirleme limiti, değişkenin doğrulanmasında kullanılacak en küçük duyarlı ölçümü ifade etmektedir. Belirleme limiti altındaki verilere pek güvenilmez. Kantifikasyon limiti benzer şekilde değişkenin (konsantrasyonun) rapor edilen güvenilir en küçük değeridir. Belirleme ya da kantifikasyon limitlerinin her ikisi de değişken yapısına bağlı olarak soldan sansürlemenin sınır değeri olabilir.

Tespit edilemeyen değerlerin, yani belirleme limitinin altındaki verilerin göz ardı edilmesi birçok sonucu beraberinde getirebilir. İdeal olarak belirleme ve/veya kantifikasyon sınırının altındaki konsantrasyonlar tespit edilen değerlerin dağılımından tahmin edilmelidir. Bilinenden bilinmeyene doğru gerçekleştirilen çıkarımsal geçiş risk değerlendirmesinde belirsizliğe yol açabilir. Bariz bir şekilde, tespit edilemeyen değerlerin miktarı arttıkça söz konusu belirsizlik de artmaktadır. Belirleme ve Kantifikasyon limiti 1.1.4. Soldan Sansür bölümünde detaylıca açıklanmıştır.

Kimyasal kontaminantların soldan sansürlü gözlemleri için kullanılan istatistiksel yöntemler dört genel kategoriye ayrılmaktadır. Bunlar yerine koyma yöntemleri (Hornung ve Reed, 1990; Glass ve Gray, 2001), yarı parametrik yöntemler sıra istatistikleri regresyonu (ROS) (Hawkins vd, 1991; Mulhausen ve Damiano, 1998; Lee ve Helsel, 2005), parametrik yöntemler (en çok olabilirlik kestirimi yöntemleri (MLE) (Finkelstein ve Verma, 2001)) ve parametrik olmayan yöntemler (Kaplan Meier kestiricisi (KM)) (Schmoyer vd., 1996; She, 1997)'dir. Hewett ve Ganser (Hewett ve Ganser, 2007) sansürlü verilerin işlenmesine dair farklı yaklaşımların karşılaştırması hakkında bir inceleme yapmıştır.

**Çizelge 1.1.a** Soldan sansürlü verilerin istatistiksel olarak ele alınmasına dair değerlendirme çalışmalarının özeti

Yazarlar	Yöntemler	Örnek genişliği	Tekrar Sayısı	Üretilen dağılım	Sansürleme %	Değerlendirme parametresi	Değerlendirme İstatistiği	Sonuçlar
Gilliom ve Helsel (1986)	LOD/2, LOD, MLE	10, 20, 50	500	Log-normal, iki log-normalin karışımı	0; % 20, 40, 60, 80	MSE	Ortalama, ortanca, çeyrekler arası aralık	MLE tercih edilmiştir
Helsel ve Cohn (1998)	LOD/2, LOD, ROS, MLE	25	500	Log-normal, iki log-normalin karışımı	% 20, 40, 80	MSE	Ortalama, ortanca, çeyrekler arası aralık	Kullanılan dağılım log-normal dağılımdan ayrıldığında ROS üstündür.
Kroll ve Stedinger (1996)	ROS, MLE	10, 25, 50		Log-normal, iki log-normalin karışımı gamma, deltaa.o.	0;% 10 ,20, 40, 60, 80	MLE		Sonuçların yorumlanması zordur. Sansürleme <% 60 olduğunda yöntemler benzer sonuçlar vermiştir. Ancak daha yüksek yüzdeli sansürleme olduğunda MLE üstündür.
Schmoyer vd. (1996)	MLE, KM	10	500	Log-normal, Log-normal, gamma	0;% 25, 50, 75		Ortalama	Genelde KM, MLE'den daha iyi performans sergilemiştir.
She (1997)	LOD/2, ROS, MLE, KM	21	1000		% 10 ile % 80 arası rastgele	Sapma, MSE		KM; MLE, ROS ve LOD/2 den daha iyi performans sergilemektedir.

**Çizelge 1.1.b** Soldan sansürlü verilerin istatistiksel olarak ele alınmasına dair değerlendirme çalışmalarının özeti-devam

Shumway (2002)	ROS, MLE	20,50		Log-normal	%50, 80		Ortalama, varyans	Hiçbir yöntem tutarlı şekilde daha iyi değildir, seçim sansürleme yüzdesine ve Log-normal dağılımdan sapmaya bağlıdır.
Hewett ve Ganser (2007)	LOD/2, ROS, MLE, KM		100	Log-normal	% 10 ile % 80 arası rastgele	Sapma, MSE	Ortalama, %95 güven sınırları	Bütün senaryolarda yalnızla MLE ve ROS başarılı olmuştur. KM iyi performans sergilememiştir.
Antweiler ve Taylor (2008)	0 (Sıfır), LOD/2, LOD, MLE, ROS, KM, Lab	34-841	44 (Toplam 5000 numune)	Üretilmemiştir, gerçek numuneler iki farklı teknikle analiz edilmiştir.	% 14- 95 arası rastgele	Sapma	Ortalama, ortanca, 25. yüzdeler, 75. üzdeler, Std sapma, Çeyrekler arası aralık	Sansürleme %70'ten küçük olduğunda KM tercih edilmiştir. Ancak ROS, LOD/2 ve Rastgele değer uygun alternatiflerdir. MLE kötü performans sergilemiştir. Sansürleme %70'ten büyük olduğunda hiçbir yöntem iyi sonuç vermemiştir.

Çizelge 1.1.a ve Çizelge 1.1.b’de, Hewett ve Ganser’in 2007 yılındaki çalışmasında açıklandığı gibi, soldan sansürlü verilerin istatistiksel olarak işleme performansının değerlendirildiği çalışmalara ait bir inceleme yer almaktadır. Bu araştırmalar; değerlendirilen istatistiksel yöntemler, örnek boyutları, tekrar sayısı, değerlendirme istatistiği (ortalama, 95’inci yüzdellik dilim, medyan, diğer tanıtıcı istatistikler), hesaplama ile bilinmeyen gerçek değer arasındaki farkı ifade eden sapma veya ilgili parametreyi hesaplamak için belirli bir miktarın doğruluğuna dair bilgi sağlayan hata kareler ortalaması (MSE) gibi değerlendirme istatistikleri bakımından çeşitlilik göstermektedir. Değerlendirme çalışmalarından elde edilen sonuçlar oldukça farklıdır: bazı araştırmalarda ROS ve/veya MLE tercih edilirken diğerlerinde KM tavsiye edilmektedir (bkz. Çizelge 1.1.a ve 1.1.b). Hewett ve Ganser basit ve daha karmaşık sansürleme mekanizmaları içeren simülasyonlu veri setlerinde rastgele Log-normal dağılımlı veri veya Log-normal dağılımlı veri karışımları üreterek yerine koyma yöntemi, ROS, MLE ve iki adet parametrik olmayan yöntemi karşılaştırmıştır. Hewett ve Ganser bütün senaryolarda tartışmasız şekilde diğerlerinden üstün olan bir yöntemin bulunmadığı sonucuna varmışlardır; burada senaryo konsantrasyon değerleri ve veri setindeki farklı LOD değeri sayısının kombinasyonu olarak tanımlanmıştır. Hewett ve Ganser parametrik olmayan yöntemlerin log-normal dağılım karışımlarının üretildiği senaryolarda güvenilir olmadığını belirlemişlerdir. Ayrıca, bu çalışmada yalnızca üç LOD değeri olan kompleks veri setleri üretilmiştir. LOD değerlerinin sayısı arttığında KM yönteminin performansı da artış gösterebilir.

Tespit edilemeyen değerleri işlemek için kullanılan istatistiksel yöntemlere ilişkin değerlendirmelerinde Antweiler ve Taylor (2008) bilgisayarda üretilen soldan sansürlü veri kullanmamıştır. Bunun yerine farklı LOD değerlerine sahip iki farklı analitik teknik ve bunun bir sonucu olarak farklı seviyelerde sansürleme kullanılarak metal analizi yapılan çevresel numuneler kullanmışlardır. LOD değeri en yüksek olan veri seti sansürlü olarak kabul edilirken, diğer veri setinde gerçek, sansürlü değerler yer almıştır. Beş farklı yöntemi değerlendirmişlerdir: yerine koyma, MLE, ROS, parametrik olmayan yöntemler ve araç kullanılarak üretilen yöntemler (sinyal/ses oranı her zamanki kabul edilen değer olan 3:1’den düşük olan değerler). Çizelge 1.1.a ve 1.1.b’de bu yöntemden “Lab” olarak bahsedilmektedir. Bu araştırmanın sonuçları

numune türünün ve numune sayısının farklı yöntemlerle elde edilen sonuçların kalitesine çok az etki ettiğini fakat sansürleme derecesinin büyük bir etkisinin olduğunu göstermektedir. İşlemlerin çoğunda sansürleme yüzdesi %70'ten az olduğunda sapma değeri oldukça küçük çıkmıştır. Bu durumlarda en iyi genel tekniğin KM yöntemi olduğu görülmüştür. ROS ve 0 ile LOD arasına LOD/2 ve rastgele bir değer yerleştirme şeklindeki iki yerine koyma tekniğinin yeterli alternatifler olduğu tespit edilmiştir. Lab yöntemi yukarıda bahsedilen yöntemlerden daha kötü bir performans sergilemiştir. Sansürleme oranı %70'i geçtiğinde yöntemlerin hiçbirisiyle gerçek değer yeterince doğru ve kesin olarak tahmin edilememiştir.

Bununla birlikte, Hewett ve Ganser'in yaptığı araştırma iki önemli sınırlama içermektedir. Yukarıda bahsi geçen diğer dağılımlar dikkate alınmadan çoğunlukla bir dizi normal dağılım ve Log-normal dağılım kullanılmıştır.

Ayrıca rastgele soldan sansürlemeye maruz bırakılan kemik kurşun konsantrasyonları üzerinde bir çalışma yapılmıştır. Bunlar X ışını flüoresans ile in vivo olarak ölçülmüştür. Analizde, veri setinin ortalamasını ve standart hatasını kestirmek için ölçümlerin ters varyans ağırlıklandırmasına başvurulmuştur. Yöntemler, epidemiyolojik çalışmalardan elde edilen altı veri setine uygulanmış ve önerilen istatistiksel analiz yöntemlerinin kemik kurşun konsantrasyonlarıyla ilgili geçerli bir çıkarım sağlayabileceği sonucuna varılmıştır (Popovic ve arkadaşları, 2007). Çeşitli örneklem büyüklüklerinin söz konusu olduğu farklı sansürleme durumlarındaki mükemmel kestiricileri değerlendirmek üzere karşılaştırmaya dayalı bir benzetim çalışması yapılmış ve farklı yöntemlerin uygunluğunun farklı koşullara göre değişiklik gösterdiği sonucuna varılmıştır (Chowdhury ve Gulshan, 2012; Annan ve arkadaşları, 2009).

Bu çalışmanın amacı farklı parametre kestirim yöntemlerini (parametrik olmayan, parametrik ve yarı parametrik) karşılaştırmak ve soldan sansürlenmiş veri setlerinde bu yöntemlerin gücünü belirlemektir. Çalışmanın sonunda, yukarıda bahsedilen yöntemlerin karşılaştırılması yapılarak yöntemler arasındaki farklılıklar ortaya koyulmaya çalışılacaktır. Bu yöntemlerin karşılaştırılması için, farklı sansürleme düzeyleri kullanılarak ve üç farklı dağılım kullanılarak elde edilen



türetilmiş verilerin farklı örneklem büyüklüklerine yönelik olarak özet istatistikler hesaplanmıştır. Örneklem büyüklüklerinin ve sansürleme düzeyinin farklılaştırılmasıyla bu değişkenlerin söz konusu yöntemlerin ilgili istatistikler üzerinde nasıl bir etkide bulunduğuyla ilgili olarak daha iyi bir fikir elde edilebilir.

Klinik bir çalışmanın, uygun önemlilik derecesinde, yeterli bir güce sahip olması ve mümkün olan en kısa sürede tamamlanması istenilir. Klinik bir deneme ne kadar kısa sürede tamamlanmış olursa olsun, denemenin asıl başarısı, elde edilen verilerin analiz sonuçlarının güvenilirliği ile ölçülür. Veri yapısına uygun olmayan bir veri toplama ve analiz yönteminin seçilmesi, sonuçların güvenilirliğini etkileyebileceği gibi, klinik denemenin uygulanmasında kullanılan zaman ve kaynağın da boşa gitmesine neden olacaktır.

Soldan sansürlü verilerin analizlerinde gözlem değerlerinin çeşitli sebeplerle belirlenememesinden kaynaklanan yanlılıklar ortaya çıkmaktadır. Bu yanlılıkları gidermek için parametrik ve parametrik olmayan farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları yanlılıkları gidermek açısından oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, klinik çalışmalarda yaygın olarak karşılaşılan soldan sansürlü (Belirleme Limitinin altındaki) veriler için kullanılan yöntemlerin, avantajları ve dezavantajları incelenecektir. Literatürde özellikle biyolojik çalışmalarda bu tip verilerle sıklıkla karşılaşılmaktadır. Bu veri yapısına göre, hangi istatistik yöntemin kullanılmasının daha uygun olacağı araştırılacak ve bunun nedenleri çalışmada tartışılacaktır.

### **1.1. Sansür çeşitleri**

Sansürleme; zaman ve maliyet gibi birtakım sınırlamalar nedeniyle, kesin olarak bilinmeyen, herhangi bir sebeple gözlenemeyen verilerin göz ardı edilmesidir. Bir çalışmada, ilgilenilen olay bir bireyin yaşam süresi olduğunda, her bir bireyin

çalışmanın başlangıcından sonuna kadar gözlem altında bulundurulması çeşitli nedenlerden dolayı olanaksızdır. Bu durumda veri “sansürlüdür” denir.

Gözlemlenen birey;

- Tedavi gördüğü süre içerisinde trafik kazası gibi farklı bir sebepten ölmüş,
- Kalp yetmezliği, kan değerlerinin artması v.b. gibi sebeplerle tedaviye ara vermek zorunda kalmış,
- Başka bir hastanede veya başka bir şehirde tedaviye devam etmek zorunda kalmış,
- Tedaviye cevap vermemiş,
- Tedavi süresi içerisinde başka bir hastalığa yakalanmış,
- Tedaviden vazgeçmiş olabilir. Bu gibi durumlarda yaşam süresi kesin olarak bilinemeyeceğinden sansürlüdür.

Bu tür verilerin modellerinde meydana gelebilecek 3 durumdan söz edilebilir (Kleinbaum 1996):

- (a) Birey gözlem esnasında ölebilir.
- (b) Birey gözlemden geri çekilebilir. İlgilenilen olay dışında bir başka nedenden dolayı ölebilir veya uygulanan yöntemlerden beklenmeyen bir sonuç alınabilir.
- (c) Birey gözlemin sonunda hala yaşıyor olabilir.

(a) durumunda bireyin yaşam süresi bilindiğinden sansürlü değildir. (b) durumunda bireyin yaşam süresi, gözlemden çekilme zamanından itibaren sansürlüdür. (c) durumunda ise, bireyin yaşam süresi çalışmanın sonlandırılma zamanına kadar bilinmesine rağmen, gözlem sonrası hakkında bir bilgi olmadığından bu bireyin yaşam süresi de sansürlüdür (Kleinbaum, 1996).

Sansürleme, sağdan sansürleme ve soldan sansürleme olarak iki ana gruba ayrılır. Ayrıca, sağdan ve soldan sansürlemeler kullanılarak elde edilen aralık sansürlemesi ve ikili sansürleme de geliştirilmiş sansürleme çeşitleri olarak incelenebilir.

Belirleme limitinin altında kalan değerler genellikle ölçülen yönteme göre farklılık gösterebilir. Duyarlı olmadıkları için soldan sansürlü veriler olarak ifade edilmektedirler. Biyoistatistik alanında genel olarak soldan sansürlü olarak ifade

edilen veriler çalışma başlamadan önce herhangi bir zamanda ilgilenilen olayla karşılaşmış denekler olarak tanımlanabilir. Eğer incelemeye başlamadan önce deneklerin bazılarında hastalık vs. durumlar mevcut ise bu tip veriler soldan sansürlü verilerdir.

### 1.1.1. Sağdan Sansür

Başarısızlık olarak adlandırılan (ölüm, bozulma, çürüme v.b.) olay, çalışma için belirlenen bir durdurma zamanına kadar gerçekleşmezse, bireyin yaşam süresinin uzunluğu çalışmanın durma zamanının sağ tarafına geçer. Böyle bir durumda, bu bireyin yaşam süresi kesin olarak bilinmeyecek ve birey gözleme alınmayacaktır. Yani, bireyin yaşam süresi sansürlenecektir. Bu tip sansürlemeye “sağdan sansürleme” denir.

$L_i$  sansürleme zamanı,  $T_i$  bireyin yaşam süresi olmak üzere;  $T_i > L_i$  olduğunda bu bireyin yaşam süresinin sağdan sansürlenmiş olduğu söylenir.

$$\delta_i \begin{cases} 0 & , T_i > L_i \\ 1 & , T_i \leq L_i \end{cases} , i = 1, 2, 3, \dots, n \quad \text{Denklem (1.1)}$$

Eğer  $\delta_i = 0 (T_i > L_i)$  ise birey sansürlenmiş,  $\delta_i = 1 (T_i \leq L_i)$  ise gözlenmiştir. (Hosmer ve Lemeshow, 2008).

Sağdan sansürleme, kendi içinde bazı alt gruplara ayrılır:

1. I. Tür Sansürleme (Type I Censoring)
2. II. Tür Sansürleme (Type II Censoring)
3. Bağımsız Rastgele Sansürleme (Independent Random Censoring)
4. İlerletilmiş II. Tür Sansürleme (Progressive Type II Censoring)

### 1.1.1.1. I. Tür Sansürleme (Type I Censoring)

I. tür sansürlemede, her bireyin bir sansürleme zamanının olduğu düşünülür ( $L_i > 0$ ). Bireyler sürece herhangi bir zamanda dahil olurlar ve belirlenmiş durma zamanına kadar gözlenirler.  $T_i$  bireyin çalışma süresince gözlenebildiği süre,  $L_i$  sansürleme zamanı ise çalışmanın başlama zamanı ile bitiş zamanı arasında bir zamandır. Bu durumda,  $L_i$  sansürleme zamanı sabit bir sayıdır.

I. tür sansürleme için genel gösterim,  $t_i = \min(T_i, L_i)$  ve  $\delta_i = 1(T_i \leq L_i)$  olmak üzere,

$(t_i, \delta_i)$  için olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$\begin{aligned} P(t_i, \delta_i) &= f(t_i)^{\delta_i} P(T_i > L_i)^{1-\delta_i} \\ &= f(t_i)^{\delta_i} S(t_i)^{1-\delta_i} \end{aligned} \quad \text{Denklem (1.2)}$$

olarak tanımlanır.

Denklem (1.1) ve Denklem (1.2) eşitliğinden,

$$\begin{aligned} P(t_i = L_i, \delta_i = 0) &= P(T_i > L_i) = S(L_i), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (\text{sansürlü}) \\ P(t_i, \delta_i = 1) &= f(t_i) \quad t_i \leq L_i \quad (\text{sansürsüz}) \end{aligned} \quad \text{Denklem (1.3)}$$

olarak elde edilir (Lawless, 2003; Tamam, 2008).

### 1.1.1.2. II. Tür Sansürleme (Type II Censoring)

II. tür sansürlemede, başlangıçta belirlenen bir başarısızlık sayısı vardır.  $n$  birey aynı anda gözlenmeye başlanır ve çalışmanın başında belirlenen sabit bir  $r$  tane başarısızlık gözlendiği anda çalışmaya son verilir. Çalışmanın toplam süresi,  $r'$  inci

başarısızlık zamanı olan  $t_{(r)}$  ye eşittir. Bu zaman, çalışmanın başında bilinmemektedir.

$T_{(1)} \leq T_{(2)} \leq \dots \leq T_{(r)}$ , rastgele örneklem olmak üzere,

$T_{(1)}, T_{(2)}, \dots, T_{(r)}$  'nin ortak olasılık yoğunluk fonksiyonu;

$$\frac{n!}{((n-r)!) \left\{ \prod_{i=1}^r f(t_{(i)}) \right\}} S(t_{(r)})^{n-r} \quad \text{Denklem (1.4)}$$

Şeklinde olacaktır. Bu ifade sıralı istatistiklerin genel biçimidir (Lawless, 2003).

### 1.1.1.3. Bağımsız Rastgele Sansürleme

Bağımsız rastgele sansür modelinde birçok durumda sansürleme süreci, başarısızlık zamanı (failure time) ile ilişkilidir. Sonlandırma zamanı rastgele olup çalışmadan önce belli değildir, daha sonradan seçilir. Fakat bu seçim, sonlandırma sürecine kadar çalışmanın sonuçlarından etkilenir.

$T$ , her bireyin yaşam süresi iken  $L$  de sansürleme zamanıdır.  $T$  ile  $L$  rastgele değişkenleri bağımsız sürekli rastgele değişkenlerdir.

Ayrıca;  $S(t)$ ,  $T$  rastgele değişkeninin,  $G(t)$  de  $L$  rastgele değişkeninin yaşam fonksiyonu iken  $f(t_{(i)})$ ,  $T$  rastgele değişkeninin ve  $g(t_{(i)})$  de  $L$  rastgele değişkeninin olasılık yoğunluk fonksiyonudur.

$t_i = \min(T_i, L_i)$  ve  $\delta_i = 1(T_i \leq L_i)$  olmak üzere, Denklem 1.1 eşitliğinden,  $(t_i, \delta_i)$  çifti için olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$\begin{aligned} P(t_i = L_i, \delta_i = 0) &= P(L_i = t, T_i > L_i) = g(t)S(t) \\ P(t_i = L_i, \delta_i = 1) &= P(T_i = t, T_i \leq L_i) = f(t)G(t) \\ P(t_i, \delta_i) &= [f(t_i)G(t_i)]^{\delta_i} [g(t_i)S(t_i)]^{1-\delta_i} \end{aligned} \quad \text{Denklem (1.5)}$$

Olarak kabul edilir (Lawless, 2003).

#### 1.1.1.4. İlerletilmiş II. Tür Sansürleme

İlerletilmiş II. tür sansürleme, II. tür sansürlemenin genelleştirilmiş halidir. Bu sansürleme çeşidinde, söz konusu olayda yer alan  $n$  tane bireyden, başarısız olan  $r_1$  tane birey gözlenir. Geriye kalan  $n - r_1$  tane bireyden  $n_1$  tanesi çalışmadan uzaklaştırılır. Böylece,  $n - r_1 - n_1$  birey çalışmada kalmış olur. Daha sonra, başarısız olan  $r_2$  tane birey gözlenir. Geriye  $n - r_1 - n_1 - r_2$  birey kalır. Kalan bireylerden  $n_2$  tanesi çalışmadan alınarak geriye kalan bireyler ile çalışmaya devam edilir.

$T_{(i)} \leq T_{(2)} \leq \dots \leq T_{(r_1)}$  : İlk gözlenen  $r_1$  başarısızlık sayısı

$T_{(1)}^* \leq T_{(2)}^* \leq \dots \leq T_{(r_2)}^*$  : Daha sonra gözlenen  $r_2$  başarısızlık sayısı

olmak üzere, verinin dağılımı;

$$g_1(t_{(1)}, t_{(2)}, \dots, t_{(r_1)}) g_2(t_{(1)}^*, t_{(2)}^*, \dots, t_{(r_2)}^* \mid t_{(1)}, t_{(2)}, \dots, t_{(r_1)}) \quad \text{Denklem (1.6)}$$

Denklem (1.4) ve Denklem (1.6) ifadesinin ilk terimi Denklem (1.7)'deki gibi yazılabilir.

$$\frac{n!}{(n-r)!} \left\{ \prod_{i=1}^{r_1} f(t_{(i)}) \right\} S(t_{(r_1)})^{n-r_1} \quad \text{Denklem (1.7)}$$

Denklem (1.4) ifadesinin ikinci terimi  $t_{(1)}, t_{(2)}, \dots, t_{(r_1)}$  başarısızlık zamanları gözlemlendiğinde geriye kalan bireylerin yaşam sürelerinin dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonu ve yaşam fonksiyonu aşağıdaki gibi olan dağılıma sahip olduğunu göstermektedir.

$$f_1(t) = \frac{f(t)}{S(t_{r(1)})}$$

$$S_1(t) = \frac{S(t)}{S(t_{r(1)})}, \quad t \geq t_{r(1)} \quad \text{Denklem (1.8)}$$

$T_{(1)}^* \leq T_{(2)}^* \leq \dots \leq T_{(r_2)}^*$ ,  $n-r_1-n_1$  genişlikli rastgele örneklemden alınan gözlemlerdir.

Denklem 1.6 ifadesinin ikinci terimi ise aşağıdaki gibi olacaktır.

$$\frac{(n-r_1-n_1)!}{(n-r_1-n_1-r_2)!} f_1(t_{(1)}^*) \dots f_1(t_{(r_2)}^*) [S_1(t_{(r_2)}^*)]^{n-r_1-n_1-r_2} \quad \text{Denklem (1.9)}$$

Denklem 1.7 ile Denklem 1.9 birleştirilirse;

$$c f_1(t_{(1)}^*) \dots f_1(t_{(r_1)}^*) [S_1(t_{(r_1)}^*)]^{n-r_1} f_1(t_{(1)}^*) \dots f_1(t_{(r_2)}^*) [S_1(t_{(r_2)}^*)]^{n-r_1-n_1-r_2} \quad \text{Denklem (1.10)}$$

İfadesine ulaşılır. Burada  $c = \frac{(n-r_1-n_1)!}{(n-r_1-n_1-r_2)!}$  'dır (Lawless, 2003).

### 1.1.2. Aralık Sansür

Aralık sansürlemesi, geliştirilmiş bir sansürleme çeşitidir. Genellikle takip gerektiren olaylarda kullanılır. Çalışmaya konu olan olayın meydana gelme süresi, bir aralıkta ifade edilir. Yaşam süresi  $(L_i, R_i]$  aralığında yer alır.

Eğer aralık sansürlemesi, sağdan sansürlemenin geliştirilmiş biçimi olarak ifade ediliyorsa, sol sınır noktasının 0, sağ sınır noktasının ise  $L_i$  olarak alındığı söylenir. Soldan sansürlemenin geliştirilmiş biçimi olarak ifade ediliyorsa da, sol sınır noktasının  $L_i$ , sağ sınır noktasının ise  $(\infty)$  olarak alındığı söylenir. Yani, aralık sansürlemesi, sağdan sansürlemenin ve soldan sansürlemenin geliştirilmiş şeklidir (Nelson, 1982).

### 1.1.3. İkili Sansürleme

Bazı çalışmalarda soldan sansürlemenin meydana geldiği durumlarda, sağdan sansürleme de aynı zamanda ortaya çıkabilir. Böyle durumlarda, yaşam sürelerinin ikili sansürlendiği ifade edilir.

Burada,  $L_i$  ele alınan olayın birey için gerçekleşmesinden önceki zaman iken,  $L_j$  ele alınan olayın birey için gerçekleşmesinden sonraki zamandır.

$$\delta = \begin{cases} 0 & , \text{eger } T \text{ basarisizlik zamani ise} \\ 1 & , \text{eger } T \text{ sagdan sansurlenmis ise} \\ -1 & , \text{eger } T \text{ soldan sansurlenmis ise} \end{cases} \quad \text{Denklem (1.11)}$$

Eğer,  $T \leq L_j$  ya da  $T \geq L_i$  ise bireyin yaşam süresi kesin olarak biliniyor demektir (Nelson, 1982).

### 1.1.4. Soldan Sansür

Soldan sansürlü (left censored) verilerde sadece belirli bir zamandan önce olayın gerçekleştiği bilinir (Dawson ve Trap, 2004). Eğer birey incelemeye başlanmadan önce verilerin bazılarında birtakım dışlama kriterleri mevcut ise ya da ölçüm sınırının altında kalan veriler var ise bu tip veriler soldan sansürlü verilerdir. Bu tip sansürlü gözlemlerin bireyin olay deneyimine önceden sahip olduğu durumlarda ortaya çıkması muhtemeldir.

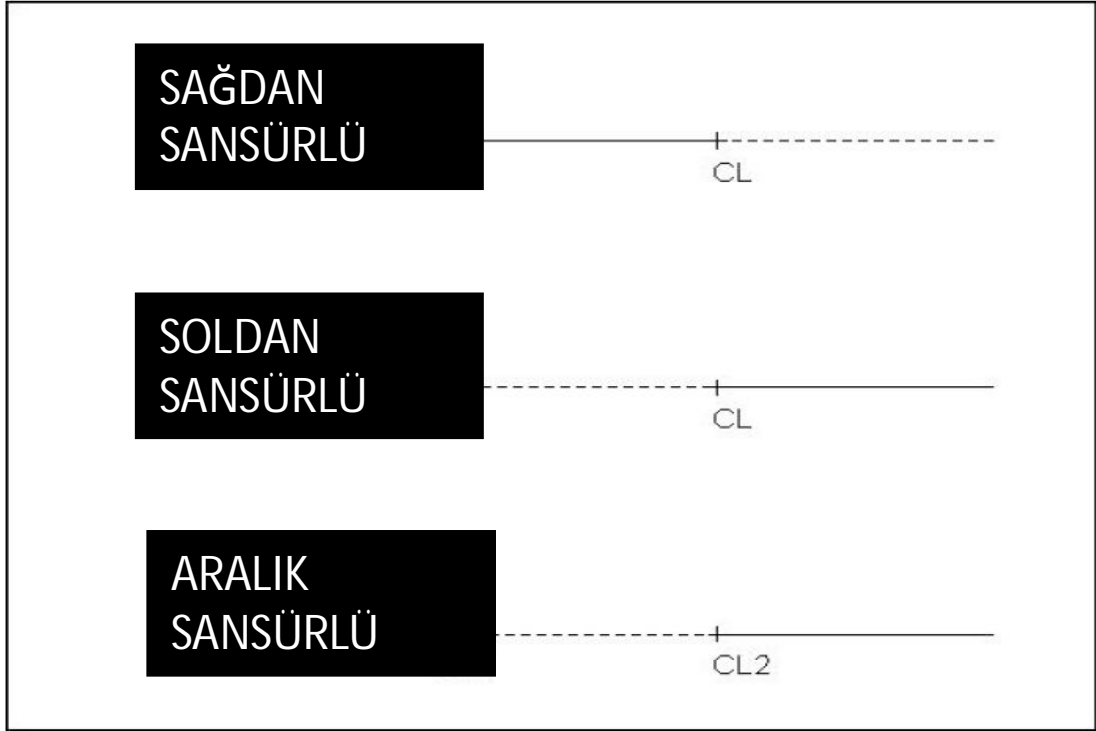
$L_i$  sansürleme zamanı,  $T_i$  bireyin yaşam süresi olmak üzere;  $T_i < L_i$  olduğunda bu bireyin yaşam süresinin soldan sansürlenmiş olduğu söylenir.

$$\delta_i = \begin{cases} 0 & , T_i \leq L_i \\ 1 & , T_i > L_i \end{cases} \quad , i = 1, 2, 3, \dots, n \quad \text{Denklem (1.12)}$$



Eğer  $\delta_i = 0$  ( $T_i \leq L_i$ ) ise birey sansürlenmiş,  $\delta_i = 1$  ( $T_i > L_i$ ) ise gözlenmiştir (Nelson, 1982; Lawless, 2003).

LOD'nin altında kalan veriler de soldan sansürlenmiş veriler olarak nitelendirilmektedir.



**Şekil 1. 1.** Karşılaşılabilecek olası sansür tipleri

### ***Belirleme Limiti***

Belirleme Limiti, Strobel ve Heineman (1989) tarafından şu şekilde tanımlanmıştır: Belirleme limiti basitçe, bir değişkenin istatistiksel olarak farklı tanımlanabilen en küçük analit konsantrasyonudur. Sınırı belirlemek için iki takım ölçüm gereklidir. Düzenli bir takımın yanı sıra, aynı koşullardaki taslak üzerinde birçok ölçüm (10 ila 20 tane tavsiye edilmektedir) yapılmalıdır. Denklem olarak LOD, Miler ve Miller (1993)'ün gerçekleştirdiği şekilde, Denklem 1. 13'deki gibi, tanımlanabilir:

$$y - y_B = ks_B$$

Denklem (1.13)

$y$ , Belirleme limiti konsantrasyonunda mevcut analit tarafından üretilen yanıt,

$y_B$ , 'taslak yanıt' iken  $s_B$  taslak yanıtının (örnek) standart sapmasıdır.  $k$  değeri ise, Belirleme limiti saptama sürecinde yanlış pozitif veya yanlış negatif durumların kabul edilebilir seviyelerini sağlamak amacıyla seçilen düzeltme değeridir. Herhangi bir gerçek değer olarak  $k$  asla +1'den daha az olmamalıdır ve Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği (International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)) tarafından önerildiği üzere  $k \equiv +3$  değeri kullanılmalıdır.

Belirleme limiti muhakkak pozitif miktarlar olduğundan dolayı, Denklem 1.14'deki Belirleme limiti tanımına ulaşmaktadır:

$$TL \equiv (LOD) \equiv \frac{k s_{taslak}}{|b|} \quad \text{Denklem (1.14)}$$

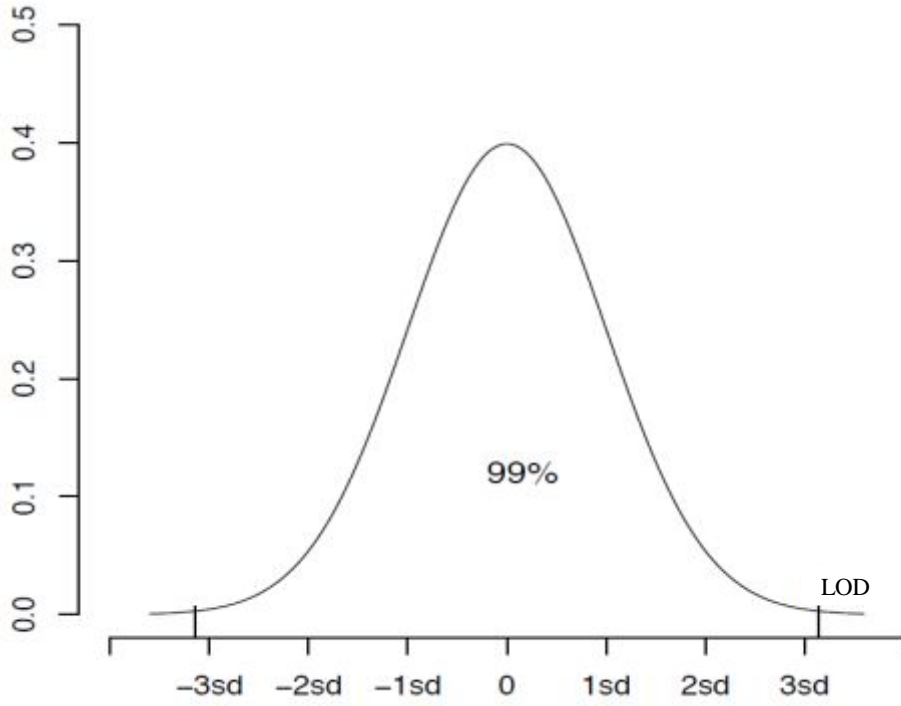
bu eşitlikte  $|b|$  eğimin büyüklüğüdür ve  $s_{taslak}$  taslak eş yanıtlarının örnek standart sapmasıdır.

Denklem 1.14'de tanımlanan belirleme limiti bir örnek test istatistiği olduğundan popülasyon için Denklem 1.15'de tanımlanmaktadır.

$$TL(\Lambda) \equiv trueLOD \equiv \frac{k \sigma_{taslak}}{|\beta|} \quad \text{Denklem (1.15)}$$

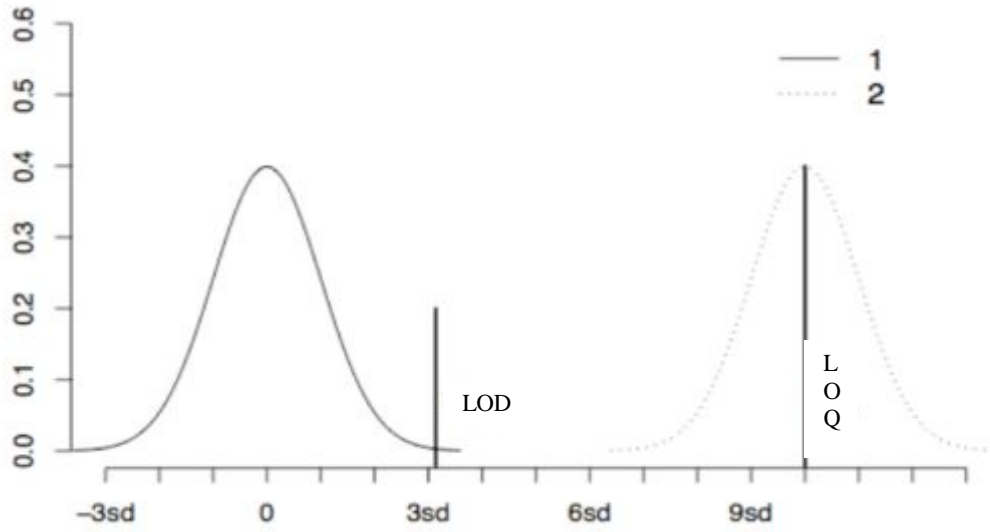
burada  $|\beta|$  altta yatan doğrusal ölçüm modelinin gerçek eğiminin büyüklüğüdür (analitik büyüklük duyarlılığı) ve  $\sigma_{taslak}$  taslak yanıtın popülasyon standart sapmasıdır. Denklem 1.15'de tanımlanan gerçek belirleme limiti hatasızdır ve her zaman sıfırdan büyüktür. Fakat Denklem 1.14'de tanımlanan örnek belirleme limitleri ise iki rastgele değişkenin fonksiyonlarıdır: Taslak olarak ölçülen belirsizlik ve ölçüm aracının analitik duyarlılığının hesaplanmasıdır. Bir veya daha fazla ölçülmüş sonuçtan hesaplanmış her miktar gibi, herhangi bir ölçülmüş sonuç rastgele bir değişken, olası sonuçların bazı dağılımlarından sağlanan bir örnektir. Sonuç olarak, örnekten elde edilen belirleme limitleri rastgele değişkenlerdir, kendi istatistiksel özelliklerini tamamen belirleyen olasılık yoğunluk fonksiyonları

tarafından karakterize edilmektedir. Özellikle Denklem 1.14'de tanımlandığı gibi, bir belirleme limiti test istatistiğinin olasılık yoğunluk fonksiyonu belirleme limiti 'nin tahmin değerini (örneğin popülasyon ortalaması), kesinliğini (örneğin popülasyonunun standart sapmasını veya genel hatlarıyla 'anlamli rakamlarını') ve güven sınırlarını (örneğin %95) belirlemektedir.



**Şekil 1. 2.** Belirleme limiti

LOD değeri 0 etrafındaki +3 standart sapma değerini biraz geçen değer olarak belirlenmektedir (Huston ve Juarez-Colunga, 2009).



**Şekil 1. 3.** Kantifikasyon limiti

LOQ değeri ise 0 etrafındaki +10 standart sapma değeri olarak belirleniyor. Sansürleme limiti araştırmanın ve araştırmacının amacına yönelik olarak LOD veya LOQ olarak seçilebilir. Ancak LOD ile LOQ değerleri arasındaki değerler ne tam olarak güvenilirdir ne de tam olarak güvenilir değildir. Ancak LOQ değerinin üzerindeki değerler tam olarak güvenilirdir (Huston ve Juarez-Colunga, 2009).

## 1.2. Soldan Sansürlü Verilerin Analizinde Kullanılan Yöntemler

Soldan sansürlü verilerin analizinde 4 temel yöntem kullanılmaktadır.

1. Yerine koyma yöntemleri
2. Parametrik yöntemler
3. Parametrik olmayan yöntemler
4. Yarı parametrik yöntemler

### 1.2.1. Yerine Koyma Yöntemleri

Soldan sansürlü verilerin olduğu çalışmalarda tespit edilemeyen değerlerin başka değerlerle değiştirilmesi yöntemi yaygın şekilde kullanılmaktadır. Tespit edilemeyen

değer oranına bağlı olarak tespit edilemeyen numunelerin LOD/2, LOD/ $\sqrt{2}$ , 0 (Sıfır) ve LOD değerleri ile değiştirilmesine yönelik tavsiyeler üretmiştir. Nicel olmayan değerlere yönelik olarak benzer esaslar önerilmektedir. Yerine koyma yönteminin oldukça yanlı olduğu kabul edilmektedir; bu yanlılık verilerde, sansürlü gözlemlerin yüzdesinde ve numune boyutundaki gerçek çeşitlilik fonksiyonu olarak ortaya çıkmaktadır (El-Sharaawi ve Esterby, 1992). Yerine koyma yönteminin bir diğer dezavantajı da tespit edilen numunelerin tam dağılımının dikkate alınmamasıdır. Başka bir deyişle, bir numunenin tespit edilebilen veri oranı ister %1 ister %90 olsun bu durum tespit edilemeyen verilerin işleme şeklini etkilememektedir. Uygulamada bu iki numune türünün dağılımları farklı olabilir. Yerine koyma yöntemi için en kritik durum birden fazla LOD değerinin olduğu durumlardır (Helsel, 2005). Bunun nedeni değiştirilen değerlerin laboratuvar kesinliği veya numune matris girişimleri gibi belirleme limitini belirleyen koşullara bağlı olmasıdır. Bu faktörler her zaman gerçek değerle alakalı olmayabilir (Helsel, 2005).

Dezavantajlarına rağmen yerine koyma yöntemi çoğunlukla uygulanması kolay olduğu, birçok kişi tarafından anlaşıldığı ve üst sınır uygulaması maruziyet değerlendirmesi hesaplarında tahminlerin yapılmasını (ortalamanın yüksek, çeşitliliğin düşük alınması) sağladığı gerekçeleri ile hala yaygın olarak kullanılmaktadır.

### 1.2.2. Parametrik Yöntemler

Üstel, log-normal, normal, weibull gibi negatif olmayan bazı olasılık dağılımlarına uygun modelleri kullanmak mümkündür. Parametrik yöntem olarak ise en çok olabilirlik kestiricisi (MLE) kullanılmaktadır.

En çok olabilirlik kestiricisi, verilere en uygun parametrik dağılımın tanımlanmasından sonra olasılık fonksiyonunu maksimum yapan tahminlerden oluşmaktadır. Bu yöntem Fisher'ın (1922) çalışmalarına dayanmaktadır.

MLE yönteminde üç çeşit bilgi kullanılmaktadır (Helsel, 2005):

1. LOD'un üzerindeki değerler;
2. LOD'un altındaki verilerin oranı;
3. Pozitif değerlerin dağılım şekline ilişkin varsayım.

LOD değerinin altındaki ve üstündeki verilerin belirli bir istatistiksel dağılıma sahip olduğu varsayılmaktadır. Seçili dağılıma ait parametrelerin belirleme limitinin üstündeki gözlenen değerlere en iyi şekilde, sınırın altındaki verilere ise yeterli derecede uyum sağladığı tahmin edilmektedir. Tahmin edilen parametreler olasılık fonksiyonunu maksimum yapan parametrelerdir.

Bu sebeple soldan sansürlü verilerde;

$$L = \prod p(x_i)^{\delta_i} * F(x_i)^{1-\delta_i} \quad \text{Denklem (1.16)}$$

Denklem 1.16'daki gibi MLE ifade edilecektir.  $\delta_i$  sansür durumunu ifade etmektedir.

$$\delta_i = \begin{cases} 0 & , \text{Sansurlenmis Gozlem} \\ 1 & , \text{Sansurlenmemis Gozlem} \end{cases} \quad \text{Denklem (1.17)}$$

Parametre tahmini için en çok olabilirlik metodu kullanılacaktır.

$n$  gözlemin olduğu bir çalışmada,  $i$ . verinin gözlenme zamanı  $t_i$  olsun. Eğer  $t_i$  zamanında tüm gözlemler sansürlü ise,  $i$ . verinin olabilirlik fonksiyonu,

$$L_i = f(t_i) = h(t_i)S(t_i) \quad \text{Denklem (1.18)}$$

ile ifade edilebilir. Eğer veriler sansürlü ise  $i$ . verinin olabilirlik fonksiyonu, gözlenme fonksiyonuna eşit olacaktır. Yani;

$$L_i = S(t_i) \quad \text{Denklem (1.19)}$$

Sansürlü ve sansürsüz verilerin birlikte yer aldığı dağılımın olabilirlik fonksiyonu,

$$L = \prod_{i=1}^n L_i = \prod_{i=1}^n [f(t_i)]^{\delta_i} [S(t_i)]^{1-\delta_i} = \prod_{i=1}^n [h(t_i)]^{\delta_i} [S(t_i)] \quad \text{Denklem (1.20)}$$

şeklinde olacaktır. Burada Denklem 1.17’de gösterildiği gibi sansürlenmiş gözlem=0, sansürlenmemiş gözlem=1 olarak nitelendirilmektedir. Denklem 1.20’nin doğal logaritması alınır, logaritmik olabilirlik fonksiyonu,

$$\log L = \ell = \sum_{i=1}^n \{\delta_i \log h(t_i) + \log S(t_i)\} = \sum_{i=1}^n \{\delta_i \log h(t_i) - H(t_i)\} \quad \text{Denklem (1.21)}$$

olacaktır.

Çeşitli dağılım (Normal, Log-Normal, Üstel, Weibull) varsayımları altında en çok olabilirlik kestiricisi hesaplanabilir. Soldan sansürlü veriler için bu yöntemin varsayımlar içermesi belli sınırlılıkları da beraberinde getirmektedir.

### 1.2.2.1. Log-normal dağılım ve parametre tahmini

Bu dağılım, çok farklı şekillere sahip olduğundan, çoğu veri türüne uyar. Özellikle yaşam verileri ve ekonomik veriler için sık sık kullanılır. Eğer,  $y = \log t$  normal dağılıma sahipse  $(N(\mu, \sigma))$ ,  $t$  rastgele değişkeni log-normal dağılıma sahiptir  $(LN(\mu, \sigma))$ .

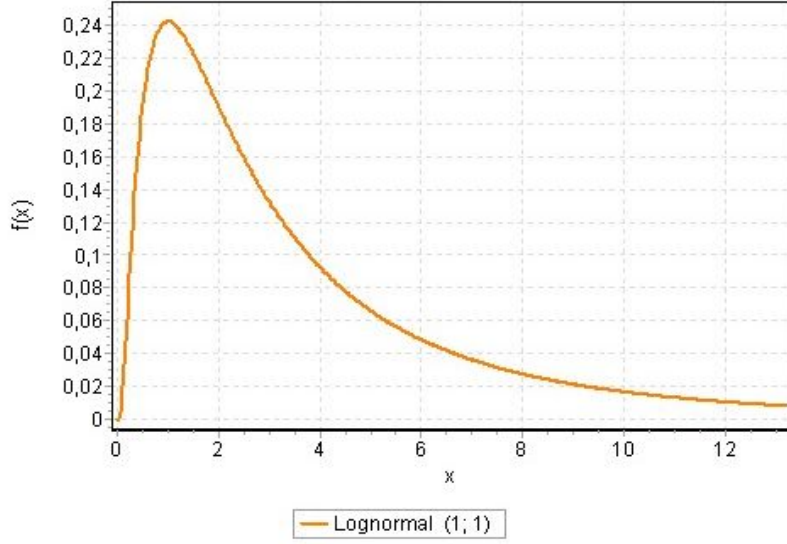
Bu şekilde log-normal dağılıma ait dağılım fonksiyonu;

$\Phi$  standart normal dağılımın dağılım fonksiyonu olmak üzere,

$$F_{LN}(t, \mu, \sigma) = \Phi\left(\frac{\log t - \mu}{\sigma}\right), \quad t > 0 \quad \text{Denklem (1.22)}$$

ile gösterilir. Ayrıca bu dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\text{Log}t-\mu}{\sigma}\right)^2} & , \sigma > 0, \quad t > 0 \\ 0 & , \text{diger durumlarda} \end{cases} \quad \text{Denklem (1.23)}$$



**Şekil 1. 4.** Log-normal dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonu

$t_1, \dots, t_n$  yukarıdaki F dağılımından soldan sansürlenmiş  $n$  birimlik bir örnekleme olsun. Sansürleme rastgele değişkeninin dağılım fonksiyonu olan  $G$ 'nin  $\mu$  ve  $\sigma$  parametrelerini içermediğini kabul edelim. Bu durumda,

$$y_i = \frac{\log t_i}{\sigma} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad \text{Denklem (1.24)}$$

olmak üzere



$$\begin{aligned}
\ln L(\mu, \sigma) &= \sum_{i \in D} \ln f(t_i) + \sum_{i \in C} \ln(1 - F(t_i)) \\
&= \sum_{i \in D} \ln \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\text{Log}t - \mu}{\sigma}\right)^2} + \sum_{i \in C} \ln(1 - \Phi(y_i)) \\
&= \sum_{i \in D} \left[ \frac{y_i^2}{2} - \ln \sigma - \ln \sqrt{2\pi} \right] + \sum_{i \in C} \ln(1 - \Phi(y_i)) \\
&\quad - \frac{1}{2} \sum_{i \in D} y_i^2 - S(D) \log \sigma - S(D) \ln \sqrt{2\pi} + \sum_{i \in C} \ln(1 - \Phi(y_i))
\end{aligned}$$

Denklem (1.25)

olur. Bu dağılımın bilinmeyen  $\mu$  ve  $\sigma$  parametrelerinin en çok olabilirlik tahmin edicilerini bulabilmek için Denklem 1.25'in  $\mu$  ve  $\sigma$ 'ya göre türevleri alınarak aşağıdaki doğrusal olmayan denklemlere ulaşılır.

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \ln L(\mu, \sigma)}{\partial \mu} &= \frac{1}{\sigma} \sum_{i \in D} y_i + \frac{1}{\sigma} - \sum_{i \in C} \frac{\phi(y_i)}{1 - \phi(y_i)} = 0 \\
\frac{\partial \ln L(\mu, \sigma)}{\partial \sigma} &= -\frac{S(D)}{\sigma} + \frac{1}{\sigma} \sum_{i \in D} y_i^2 + \frac{1}{\sigma} \sum_{i \in C} \frac{y_i \phi(y_i)}{1 - \phi(y_i)} = 0
\end{aligned}$$

Denklem (1.26)

Burada  $\phi$  standart normal dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonudur. Bu iki denklemin analitik çözümü yoktur.  $\mu$  ve  $\sigma$  parametrelerinin en çok olabilirlik tahminleri Newton Raphson yöntemi ile hesaplanabilir. Bu yöntemin çalıştırılmasında gerekli matematiksel ifadeler aşağıdaki gibi çıkartılır (Cook ve arkadaşları, 2003).

$$\begin{aligned}
& \frac{\partial^2 \ln L(\mu, \sigma)}{\partial \mu \partial \sigma} \\
&= -\frac{1}{\sigma^2} + \frac{1}{\sigma} \sum_{i \in D} \frac{-y_i}{\sigma} - \frac{1}{\sigma^2} \sum_{i \in C} \frac{\varphi(y_i)}{1 - \phi(y_i)} + \frac{1}{\sigma} \sum_{i \in C} \frac{(1 - \phi(y_i))\varphi(y_i)(-y_i) \frac{-y_i}{\sigma} - \varphi(y_i) \frac{y_i}{\sigma} \varphi(y_i)}{[1 - \phi(y_i)]^2} \\
&= -\frac{2}{\sigma^2} \sum_{i \in D} y_i - \frac{1}{\sigma^2} \sum_{i \in C} \frac{\varphi(y_i)}{1 - \phi(y_i)} + \frac{1}{\sigma} \sum_{i \in C} \frac{(1 - \phi(y_i))\varphi(y_i)y_i^2 - y_i\varphi^2(y_i)}{[1 - \phi(y_i)]^2}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \frac{\partial^2 \ln L(\mu, \sigma)}{\partial \sigma \partial \mu} \\
&= \frac{1}{\sigma} \sum_{i \in D} 2y_i \left(-\frac{1}{\sigma}\right) + \frac{1}{\sigma} \sum_{i \in C} \frac{(1 - \phi(y_i)) \left\{ -\frac{1}{\sigma} \varphi(y_i) + y_i \varphi(y_i)(-y_i) \left(-\frac{1}{\sigma}\right) \right\} - \frac{y_i \varphi(y_i) \varphi y_i}{\sigma}}{[1 - \phi(y_i)]^2} \\
&= -\frac{2}{\sigma^2} \sum_{i \in D} y_i - \frac{1}{\sigma^2} \sum_{i \in C} \frac{y_i^2 \varphi(y_i) - \varphi(y_i)}{1 - \phi(y_i)} - \frac{1}{\sigma^2} \sum_{i \in C} \frac{y_i \varphi^2(y_i)}{[1 - \phi(y_i)]^2}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \frac{\partial^2 \ln L(\mu, \sigma)}{\partial \sigma^2} \\
&= \frac{S(D)}{\sigma^2} - \frac{1}{\sigma^2} \sum_{i \in D} y_i^2 + \frac{1}{\sigma} \sum_{i \in D} 2y_i (-1) \frac{y_i}{\sigma} - \frac{1}{\sigma^2} \sum_{i \in C} \frac{y_i \varphi(y_i)}{1 - \phi(y_i)} \\
&+ \frac{1}{\sigma} \sum_{i \in C} \frac{(1 - \phi(y_i)) \left\{ -\frac{y_i \varphi(y_i)}{\sigma} + \frac{y_i^3 \varphi(y_i)}{\sigma} \right\} - \frac{y_i \varphi(y_i) y_i \varphi(y_i)}{\sigma}}{[1 - \phi(y_i)]^2} \\
&= \frac{S(D)}{\sigma^2} - \frac{3}{\sigma^2} \sum_{i \in D} y_i^2 - \frac{1}{\sigma^2} \sum_{i \in D} \frac{y_i \varphi(y_i)}{1 - \phi(y_i)} + \sum_{i \in D} \frac{y_i \varphi(y_i)}{1 - \phi(y_i)}
\end{aligned}$$

ve

$$\begin{aligned}
& \frac{\partial^2 \ln L(\mu, \sigma^2)}{\partial \mu} \\
&= \frac{1}{\sigma} \sum_{i \in D} \left(-\frac{1}{\sigma}\right) + \frac{1}{\sigma} \sum_{i \in C} \frac{(1 - \phi(y_i))\varphi(y_i) \left(\frac{y_i}{\sigma}\right) - \frac{\varphi^2 y_i}{\sigma}}{[1 - \phi(y_i)]^2} \\
&= \frac{1}{\sigma^2} S(D) - \frac{1}{\sigma^2} \sum_{i \in C} \frac{y_i \varphi(y_i)(1 - \phi(y_i)) - \varphi^2(y_i)}{[1 - \phi(y_i)]^2}
\end{aligned}$$

bu şekilde

$$U(\mu, \sigma) \begin{bmatrix} \frac{\partial \ln L(\mu, \sigma)}{\partial \mu} \\ \frac{\partial \ln L(\mu, \sigma)}{\partial \sigma} \end{bmatrix} \text{ ve}$$

$$V(\mu, \sigma) \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \ln L(\mu, \sigma)}{\partial \mu^2} & \frac{\partial^2 \ln L(\mu, \sigma)}{\partial \mu \partial \sigma} \\ \frac{\partial^2 \ln L(\mu, \sigma)}{\partial \sigma \partial \mu} & \frac{\partial^2 \ln L(\mu, \sigma)}{\partial \sigma^2} \end{bmatrix} \quad \text{Denklem (1.27)}$$

olmak üzere Newton Raphson yönteminden  $\mu(1)$  ve  $\sigma(1)$  başlangıç değerleri ile

$$\begin{bmatrix} \mu(m+1) \\ \sigma(m+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu(m) \\ \sigma(m) \end{bmatrix} - V^{-1}(\mu(m), \sigma(m))U(\mu(m), \sigma(m)), \quad m = 1, 2, \dots$$

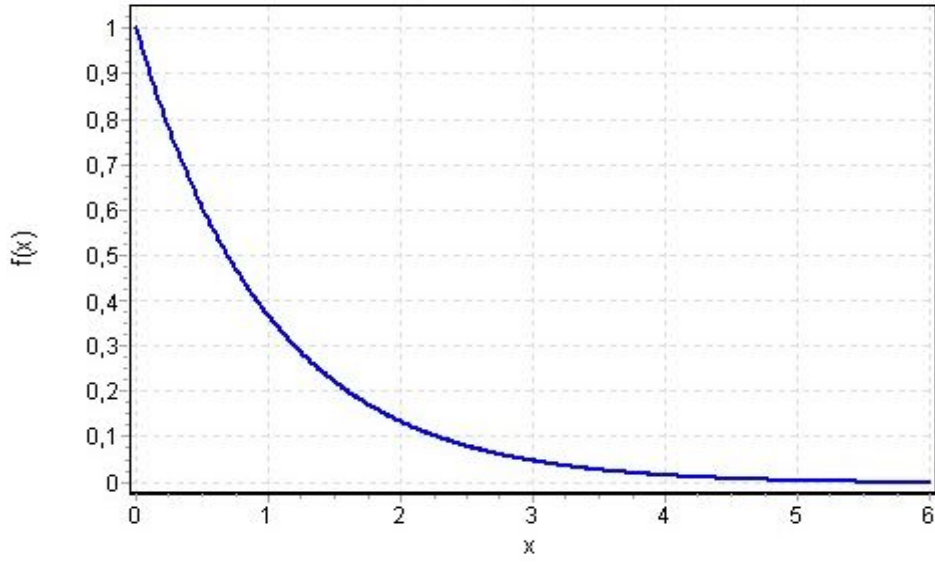
iterasyon işlemlerine ulaşılır. Sırasıyla  $\mu(m)$  ve  $\sigma(m)$  sırasıyla  $\mu(m+1)$  ve  $\sigma(m+1)$  sayılarına yeterince yakınsa iterasyon durdurularak  $\mu$  ve  $\sigma$  'nın en çok olabirlik tahmin değerlerine ulaşılır.

### 1.2.2.3. Üstel dağılım ve parametre tahmini

Bu dağılımın yaşam verilerinde geniş bir kullanım alanı vardır. Üstel dağılım, kolayca veriye uyduğu gibi, sansür durumun çeşitli olduğu durumlarda yanlış uygulanabilir.

Olasılık yoğunluk fonksiyonu:

$$f(t, \beta) = \begin{cases} \beta e^{-\frac{t}{\beta}} & , t \geq 0 \\ 0 & , t < 0 \end{cases} \quad \text{Denklem (1.28)}$$



**Şekil 1. 5.** Üstel dağılım olasılık yoğunluk fonksiyonu

$n$  gözlemin yapıldığı bir çalışmada  $t$  anına kadar  $d$  tane gözlemin sansürlü ve  $c=n-d$  tane gözlemin ise sansürlü gözlem olduğunu kabul edelim. Burada sansürlü gözlemler çoklu sansürlü gözlem olsun.

Soldan sansürlü verilerin dağılımı üstel dağılım gösterdiği varsayımı altında bu dağılım için olasılık fonksiyonu,

$$L = \prod_{i=1}^d \left\{ \frac{1}{\beta} \exp\left(-\frac{t}{\beta}\right) \right\}^{\delta_i} \prod_{i=1}^{n-d} \left\{ \exp\left(-\frac{t}{\beta}\right) \right\}^{1-\delta_i} \quad \text{Denklem (1.29)}$$

gibi yazılabilir. Burada sansürlü gözlemler için  $\delta_i = 1$ , sansürlü gözlemler için  $\delta_i = 0$  alınır. Denklem 1.29'dan

$$\log L = \ell = -d \log \beta - \beta^{-1} \sum_{i=1}^n t_i \quad \text{Denklem (1.30)}$$

Yazılabilir bu ifadenin  $\beta$ 'ya göre birinci türevi alınıp sıfıra eşitlenirse,  $\beta$ 'nin MLE'si

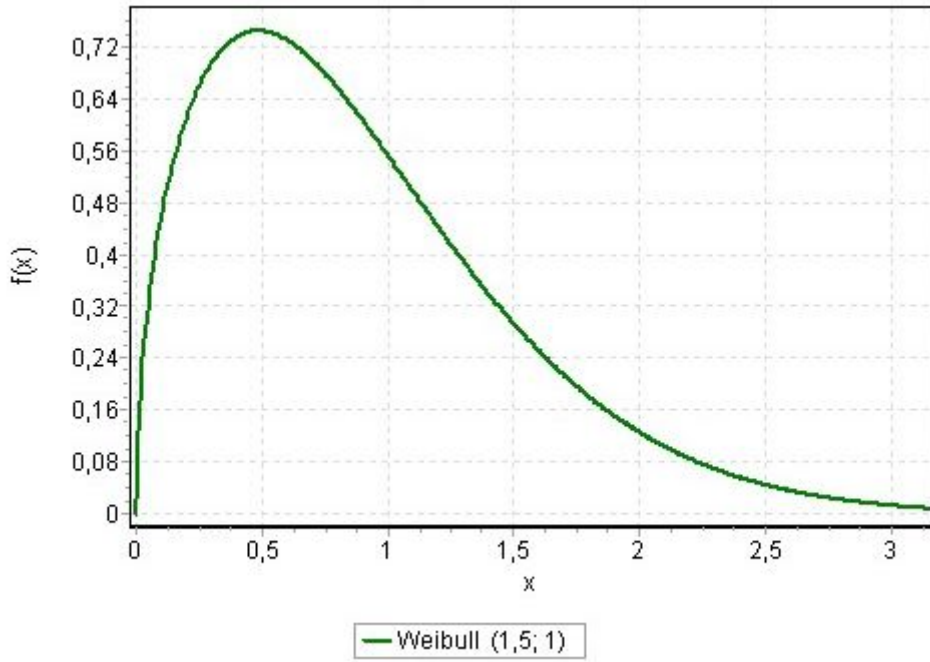
$$\hat{\beta} = \left( d^{-1} \sum_{i=1}^n t_i \right) \quad \text{Denklem (1.31)}$$

bulunmuş olur.

#### 1.2.2.4. Weibull dağılımı ve parametre tahmini

Bu dağılım çok çeşitli modellerde, özellikle soldan sansürlü verilerin çözümlenmesinde kullanılabilir. Weibull dağılımının olasılık fonksiyonu,

$$f(t, \alpha, \beta) = \left( \frac{\alpha}{\beta} \right) \left( \frac{t}{\beta} \right)^{\alpha-1} \exp \left( - \left( \frac{t}{\beta} \right)^{\alpha} \right), \quad t \geq 0$$



**Şekil 1. 6.** Weibull dağılım olasılık yoğunluk fonksiyonu

$t_1, \dots, t_n$  yukarıdaki F dağılımından soldan sansürlenmiş n birimlik bir örneklem olsun. Sansürleme rastgele değişkeninin dağılım fonksiyonu olan G'nin  $\alpha$  ve  $\beta$  parametrelerini içermediğini kabul edelim. Bu durumda,

$$\begin{aligned}
L(\alpha, \beta) &= \prod_{i \in D} \left( \frac{\alpha}{\beta^\alpha} \right) t_i^{\alpha-1} e^{-\left(\frac{t_i}{\beta}\right)^\alpha} \prod_{i \in C} e^{-\left(\frac{t_i}{\beta}\right)^\alpha} \\
\ln L(\alpha, \beta) &= \sum_{i \in D} \ln \left( \left( \frac{\alpha}{\beta^\alpha} \right) t_i^{\alpha-1} e^{-\left(\frac{t_i}{\beta}\right)^\alpha} \right) + \sum_{i \in C} \ln \left( e^{-\left(\frac{t_i}{\beta}\right)^\alpha} \right) \\
&= \sum_{i \in D} \left( \ln \alpha - \alpha \ln \beta + (\alpha - 1) \ln t_i - \frac{t_i^\alpha}{\beta^\alpha} \right) + \sum_{i \in C} \frac{t_i^\alpha}{\beta^\alpha} \quad \text{Denklem (1.32)} \\
&= S(D) \log \alpha - S(D) \alpha \ln \beta + (\alpha - 1) \sum_{i \in D} [\ln t_i] - \frac{1}{\beta^\alpha} \sum_{i \in D} t_i^\alpha - \frac{1}{\beta^\alpha} \sum_{i \in C} t_i^\alpha \\
&= S(D) \log \alpha - S(D) \alpha \ln \beta + (\alpha - 1) \sum_{i \in D} [\ln t_i] - \frac{1}{\beta^\alpha} \sum_{i=1}^n t_i^\alpha
\end{aligned}$$

olur. Bu dağılımın bilinmeyen  $\mu$  ve  $\sigma$  parametrelerinin en çok olabilirlik tahmin edicilerini bulabilmek için Denklem 1.32'nin  $\alpha$  ve  $\beta$ 'ya göre türevleri alınarak aşağıdaki doğrusal olmayan denklemlere ulaşılır.

$$\begin{aligned}
&\frac{\partial \ln L(\alpha, \beta)}{\partial \alpha} \\
&= \frac{S(D)}{\alpha} - S(D) \ln \beta + \sum_{i \in D} \ln t_i - \frac{1}{\beta^\alpha} \sum_{i=1}^n t_i^\alpha \ln t_i + \frac{\ln \beta}{\beta^\alpha} \sum_{i=1}^n t_i^\alpha = 0 \quad \text{Denklem (1.33)}
\end{aligned}$$

ve

$$\frac{\partial \ln L(\alpha, \beta)}{\partial \beta} = -\frac{S(D)\alpha}{\beta} + \frac{l\alpha}{\beta^{\alpha+1}} \sum_{i=1}^n t_i^\alpha = 0 \quad \text{Denklem (1.34)}$$

denklemleri elde edilir. Denklem 1.34'ten

$$\beta = \left( \frac{\sum_{i=1}^n t_i^\alpha}{S(D)} \right)^{1/\alpha} \quad \text{Denklem (1.35)}$$

olur. Bu ifadenin denklem 1.33'de yerine konulmasıyla  $\alpha$ 'ya göre

$$\begin{aligned} & \frac{\partial \ln L(\alpha, \beta)}{\partial \alpha} \\ &= \frac{1}{\alpha} + \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{S(D)} - \frac{\sum_{i=1}^n t_i^\alpha \ln t_i}{\sum_{i=1}^n t_i^\alpha} \end{aligned} \quad \text{Denklem (1.36)}$$

doğrusal olmayan denklemi elde edilir. Denklem 1.37 Newton Raphson yöntemi ile çözülebilir. Burada Newton Raphson yönteminin verilişindeki notasyonlara bağlı kalmamak üzere,

$$U(\alpha) = \frac{1}{\alpha} + \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{S(D)} - \frac{\sum_{i=1}^n t_i^\alpha \ln t_i}{\sum_{i=1}^n t_i^\alpha} \quad \text{Denklem (1.37)}$$

$$\begin{aligned} V(\alpha) &= \frac{1}{\alpha^2} - \frac{\left( \sum_{i=1}^n t_i (\ln t_i)^2 \sum_{i=1}^n t_i^\alpha - \left( \sum_{i=1}^n t_i^\alpha \ln t_i \right)^2 \right)}{\left( \sum_{i=1}^n t_i^\alpha \right)^2} \\ &= -\frac{1}{\alpha^2} - \frac{\sum_{i=1}^n t_i^\alpha (\ln t_i)^2}{\sum_{i=1}^n t_i^\alpha} + \left( \frac{\sum_{i=1}^n t_i^\alpha \ln t_i}{\sum_{i=1}^n t_i^\alpha} \right)^2 \end{aligned} \quad \text{Denklem (1.38)}$$

dir. Bu durumda Newton Raphson yönteminden  $\alpha(1)$  başlangıç değeri ile,

$$\begin{aligned}
\alpha(m+1) &= \alpha(m) - \frac{U(\alpha(m))}{V(\alpha(m))} \\
&= \frac{1}{\alpha(m)} + \frac{\sum_{i=1}^n \ln t_i}{S(D)} - \frac{\sum_{i=1}^n t_i^{\alpha(m)} \ln t_i}{\sum_{i=1}^n t_i^{\alpha(m)}} \\
&= \alpha(m) \frac{1}{\alpha(m)^2} - \frac{\sum_{i=1}^n t_i^{\alpha(m)} (\ln t_i)^2}{\sum_{i=1}^n t_i^{\alpha(m)}} + \left( \frac{\sum_{i=1}^n t_i^{\alpha(m)} \ln t_i}{\sum_{i=1}^n t_i^{\alpha(m)}} \right)^2 \quad m = 1, 2, \dots
\end{aligned}$$

Denklem (1.39)

iterasyon işlemine ulaşılır.  $\alpha(m+1)$  yeterince  $\alpha(m)$  sayısına yakınsa iterasyon durdurularak  $\alpha$ 'nın en çok olabilirlik tahmin değeri olan  $\hat{\alpha}(m+1)$  bulunmuş olur (Cohen, 1965).

### 1.2.3. Parametrik Olmayan Yöntemler

Parametrik olmayan yöntemlerin böyle adlandırılmasının nedeni belirli bir dağılımın ortalaması veya standart sapması gibi “parametrelerin” hesaplanmasını içermemeleridir. Bunun yerine ilgili veri büyüklüğü (sırası) kullanılır. Sansürlü veriler için kullanılan standart parametrik olmayan teknik Kaplan-Meier (KM) yöntemidir (Kaplan ve Meier 1958). Bu yöntemde deneysel kümülatif dağılım işlevi temel alınmıştır. İlk olarak (sağdan) sansürlü hayatta kalma verilerinin ortalamasını hesaplamak için geliştirilmiştir (örneğin tıbbi araştırmalarda tedaviden sonra belirli bir süre hayatta kalan hastaların oranını ölçmek için kullanılabilir). Hayatta kalma işlevi Kaplan-Meier yöntemi ile hesaplanırken büyüklüğü azalan bir dizi yatay adımdan yararlanır, buradan yeterli büyüklükte bir örneklem alındığında söz konusu popülasyonun gerçek hayatta kalma işlevine yaklaşılr. Art arda alınan ayrı örnekler üzerinde yapılan incelemeler arasındaki hayatta kalma işlevinin değerinin sabit olduğu varsayılır.



KM yönteminin ilk olarak çevre araştırmalarında soldan sansürlü konsantrasyon verilerini analiz etmek için kullanılması önerilmiştir (Schmoyer vd, 1996; She, 1997). Bu yaklaşımın avantajı, tespit edilemeyen değerler mevcut olduğunda dağılım varsayımlarına güvenmek zorunda olmadan ortanca ve diğer dağılımlar ile birlikte ortalamanın hesaplanabilmesidir (Tressou ve arkadaşları, 2004). KM yöntemi ile sansürlü verilerin ağırlığı, sansürlü verilerin (LOD, LOQ ve sıfır) altındaki farklı gözlem verilerine dağıtılmaktadır. Bu nedenle tek bir LOD değeri var ise KM yöntemini uygulamaya gerek yoktur çünkü bu sansürlü verileri sıfır ile veya LOD değerinin altındaki gözlenen en büyük veri ile değiştirmeye eşdeğer olur.

Parametrik olmadığı için KM yöntemi çevresel verilerde sıklıkla karşılaşılan aykırı değerlere karşı hassas değildir (Antweiler ve Taylor, 2008). Bu yöntem birçoğ istatistiksel pakette mevcuttur fakat başlangıçta sağdan sansürlü veri setleri için kullanılması amaçlandığından analiz öncesinde konsantrasyon verileri ters çevrilmelidir (soldan sansürlü veri seti sağdan sansürlü veri setine çevrilmelidir).

Kaplan-Meier (K-M) yöntemi daima sansürlenmiş sağkalım verilerinin özet istatistiklerinin kestirimine yönelik standart bir yöntem olarak ele alınmıştır. Bu yöntem esasen sağdan sansürlü veriler için kullanılmış olsa da, soldan sansürlü verilere de uygulanabilmektedir. Temel algoritmayı baz alan farklı yazarlar Kaplan-Meier yönteminin çeşitli algoritmalarını ortaya koymuşlardır. Tüm algoritmalarından elde edilen sonuçlar neredeyse benzerdir. Özet istatistikleri soldan sansürlü veriler için Kaplan-Meier yönteminin kullanımıyla iki farklı şekilde hesaplanabilir.

- Sansürlü verilerin soldan sağa dönüştürülmesi (Helsel, 2005).
- Doğrudan soldan sansürlü verilerin kullanımı (Popovic ve arkadaşları, 2007).

Helsel'e (2005) göre, soldan sansürlü veriler, KM yöntemi kullanılmadan önce bir dönüştürme süreciyle ters çevrilmeli ve bunun ardından yaşam olasılıkları sağdan sansürlü verilere benzer şekilde hesaplanmalıdır. En sonunda da soldan sansürlü verilere yönelik kestirimlerde (ortalama, ortanca ve diğer yüzdeler) bulunurken sonuçlar yeniden dönüştürülmelidir. Burada en yüksek bulunan değer (soldan sansürlü değer) en alt sırada (Denklem 1.40) yer alacaktır. S, yaşam olasılığıdır ve bu olasılık bir sonraki en düşük belirleme limitine kadar yaşama

olasılıklarını gösteren artan olasılıkların çarpımıdır (söz konusu belirleme limitindeki ya da bunun altındaki veri sayısı göz önünde bulundurulduğunda).

Her bir denek için  $i=1, \dots, n$  (hem sansürlü hem gözlenen değerler düşünüldüğünde), sağdan sansürlü veriler soldan sansürlü verilerin ters çevrilmesiyle oluşturulabilir. Soldan sansürlü değerlerin tamamı azalan sırada dizildikten sonra, soldan sansürlü verilerin tüm değerleri veri setinin en büyük değerinden daha büyük olan bir değerden çıkarılarak sağdan sansürlü verilere dönüştürmek suretiyle atanır. Bunun ardından sağdan sansürlü verilerin tamamı otomatik olarak artan sırada atanacaktır. Daha sonra tüm gözlemler (hem gözlenenler hem de sansürlüler) en düşükten en yükseğe doğru sıralanır. Geline noktada sağdan sansürlü değer aşağıdaki gibi olacaktır:

$$\text{Çevrilmiş}_j = M - x_i \quad \text{Denklem (1.40)}$$

Burada,  $M$  veri setinin gözlenen en büyük değerinden daha büyük olan bir sabiti ifade ederken  $x_i$  gözlenen veriyi ifade eder.

Risk altındaki gözlem sayısı hesaplandığında, her bir gözlenen değerdeki ya da bu değer altındaki hem belirlenmiş hem de sansürlü verileri gösterir.

$$b_j = n - r_j + 1 \quad \text{Denklem (1.41)}$$

Burada,  $n$  hem gözlenen hem de sansürlü verilere ilişkin toplam gözlem sayısını ifade ederken  $r_j$  sadece gözlenen verilerin sırasını gösterir.

Artan olasılıklar hesaplandığında

$$p_j = \frac{b_j - d_j}{b_j} \quad \text{Denklem (1.42)}$$

dir. Burada,  $d_j$   $j$  sırasındaki değerde yer alan gözlem sayısını gösterir. Bu, bağlı değerler 1'den büyüktür.

KM tahmin edicisi  $j = 1$ 'den  $k$ 'ya artan olasılıkların bir çarpımıdır.  $k$  belirlenmiş gözlemler için yüksek değerlerden düşük değerlere doğru bir dizilimi ifade etmektedir.

$$\hat{S}(x) = \prod_{j=1}^k p_j \quad \text{Denklem (1.43)}$$

Ortalama sağkalım süresi şu şekildedir:

$$\hat{\mu}(x_j) = \hat{S}(x_0)x_1 + \hat{S}(x_1)(x_2 - x_1) + \dots + \hat{S}(x_{k-1})(x_k - x_{k-1}) \quad \text{Denklem (1.44)}$$

Genel olarak şu şekilde düşünülür:

$$\hat{S}(x_0) = 1 \text{ ve } \hat{S}(x_n) = 0 \quad \text{Denklem (1.45)}$$

Ters çevrilmiş verilere yönelik konum kestirimleri (ortalama, ortanca ve diğer yüzdelere),  $M$  sabitinden çıkarım suretiyle tekrar orijinal ölçeğe dönüştürülmelidir. Bu nedenle, orijinal verilere yönelik ortalama sağkalım süresi şu şekilde olacaktır:

$$\hat{\mu}(x_i) = M - \hat{\mu}(x_j) \quad \text{Denklem (1.46)}$$

Ortanca, yeniden dönüştürme işleminin ardından ters çevrilmiş olan K-M sağkalım eğrisindeki 50. yüzdeler karşılık gelen değerdir.

$$S(x_{50}) = 0,5 \quad \text{Denklem (1.47)}$$

Diğer yönteme bakılacak olursa;

Bu sürece ait algoritma, temel olarak Kaplan ve Meier (1958), Hosmer ve Lemeshow (1999) ve Ware ve Demets'in (1976) çalışmasına dayanarak sağkalım fonksiyonunu kestirmek amacıyla Popovic ve arkadaşları (2007) tarafından geliştirilmiştir.

Her bir denek  $i = 1, \dots, n$ ,  $x_i$  'i artan şekilde sıralanmaktadır. (hem sansürlü hem de gözlenen verilerle ilgili olarak). Her bir  $x_i$  için, denek eğer gözlenen veriye

$\delta_i = 1$  şeklinde bir sansürleme düzeyi atanır. Denek eğer sansürlü değilse  $\delta_i = 0$  şeklinde bir sansürleme düzeyi atanır. Bu nedenle, bir bağıllığın söz konusu olması halinde, sansürlü girdiler gözlenen olaylardan önce gelmelidir.

Bu durumda,  $\delta_i = 1$  şeklindeki denekler seçilmelidir, çünkü burada sadece belirlenmiş olaylar yer alır ve tüm sansürlü gözlemler göz ardı edilir. Her bir girdi için Denklem 1.48'deki hesaplama yapılır.

$$p_i = \frac{r_i - \delta_i}{r_i} \quad \text{Denklem (1.48)}$$

Sağkalım analizinde, sağkalım fonksiyonu  $S(x)$  en az  $x$  birim zaman yaşaması beklenen deneklerin oranını verir.  $\hat{S}(x)$ ,  $S(x)$ 'in kestirimidir.  $\hat{S}(x)$  için yapılan hesaplamada, en üst sıradaki  $x_n$  girdisiyle başlanır.

$$\hat{S}(x) = \prod_{i=n}^1 p_i \quad \text{Denklem (1.49)}$$

Sağ kalım süresi ortalaması ( $x$ ) şu şekilde hesaplanır:

$$\mu(x^*) = \int_{b_1}^{b_2} S(u) du \quad \text{Denklem (1.50)}$$

$x^*$ ,  $x$  değişkeninin ortalamasının,  $x_i : \{b_1 \leq x_i \leq b_2\}$  şeklindeki seçilmiş aralığın bir fonksiyonu olduğunu göstermektedir.  $b_1$  parametresi, ölçüm seti için seçilmiş alt sınırı ifade eder.

Verilen bu aralığa yönelik ortalama tahmin edicisi şu şekildedir:

$$\hat{\mu}(x^*) = \hat{\mu}(b_2) - \sum_{i=n}^1 \hat{S}(x)(x_i - x_{i-1}) \quad \text{Denklem (1.51)}$$

Burada,  $x_0 = b_1$  'dir.

Soldan sansürlü verilere ilişkin sağkalım fonksiyonu ölçülen en büyük olay değerinden daha yüksek konsantrasyon birimine eşit olduğundan,  $\hat{\mu}(b_2)$  veri setindeki ölçülen en yüksek konsantrasyona eşittir. Bu nedenle, tüm konsantrasyonların veri setinin en yüksek değerinden daha büyük olduğunu belirleme olasılığı 1'dir.  $x$  gitgide  $b_1$ 'e yaklaştıkça olasılık azalır (her bir ölçülen olayda kesiklikler söz konusudur).

Yine sağkalım süresi ortancası, yaşama olasılığının 0,5 olduğu  $x_{50}$  değeridir:

$$S(x_{50}) = 0,5 \quad \text{Denklem (1.52)}$$

#### 1.2.4. Yarı Parametrik Yöntemler

Sıra istatistikleri regresyonu (ROS) yönteminde (Log probit regresyon olarak da adlandırılır), veriler sınıflandırılır ve gözlenme olasılığı logaritması ile gözlemlerin grafik konumuna ait ters kümülatif normal dağılım arasında doğrusal bir ilişki olduğu varsayılır, bu ilişki genellikle Blom'un formülü ile tespit edilir (Helsel, 2005). Bu, her tespit edilemeyen gözlem için çözülen doğrusal bir eşitliktir. ROS yöntemi soldan sansürlü verilerin analizi için tavsiye edilmiştir (Hawkins ve arkadaşları, 1991). ROS yaklaşımı için çoğunlukla log-normal dağılımdan ayrılmalara yönelik birtakım varyasyonlar önerilmiştir (Helsel, 2005; Hewitt ve Ganser, 2007); bununla birlikte, ROS veya onun yerine kullanılan yöntemlerin kompleks veri setlerine (birden çok LOD değeri olan veri setleri) uygulanmaması gerektiği belirtilmiştir (Hewitt ve Ganser, 2007).

Hem sansürlü hem sansürsüz verilerde çizim konumlarının hesaplanması için, her bir belirleme limiti için  $E_j$  aşılma olasılığı kullanılır.

$$E_j = E_{j+1} + \frac{A_j}{A_j + B_j} (1 - E_{j+1}) \quad \text{Denklem (1.53)}$$

Burada,  $E_j = j$  sırasında yer alan belirleme limitinin aşılma olasılığı.

$A_j = [j, j+1)$  aralığındaki sansürlenmemiş gözlemlerin toplam sayısı.

$B_j = j$  sırasında yer alan belirleme limitinden düşük olan ya da buna eşit olan sansürlenmiş ve sansürlenmemiş gözlemlerin toplam sayısı.

En yüksek belirleme limiti için  $E_{j+1} = 0$  ve  $A_j + B_j = n$  'dir.

$j$  belirleme limitinin altındaki belirlenmemişlerin sayısı  $C_j$  olarak tanımlanır:

$$C_j = B_j - B_{j-1} - A_{j-1} \quad \text{Denklem (1.54)}$$

Belirli bir sansürlenmemiş gözlem için, Weibull tipi bir çizim pozisyonu ( $p$ ), gözlemin altında sansürleme limiti aşılma olasılığı ( $E_j$ ), gözlemin üzerinde sansürleme limiti aşılma olasılığı ( $E_{j+1}$ ) ve  $j$  ve  $j+1$  belirleme limiti dâhilindeki tüm değerler arasındaki gözlem sırası dikkate alınarak hesaplanabilir. Genel olarak, sansürlenmemiş gözlemler için Weibull tipi çizim pozisyonları şu şekildedir:

$$p(i) = (1 - E_j) = \frac{E_j - E_{j+1}}{A_j + 1} r_i \quad \text{Denklem (1.55)}$$

Burada,  $r_i = (j, j+1]$  aralığındaki gözlemler arasındaki  $i$ . gözlemi sırası.

Benzer şekilde, sansürlenmiş gözlemlere ilişkin Weibull tipi çizim pozisyonları Denklem 1.56'da gösterildiği gibidir:

$$p(i) = \frac{(1 - E_j)}{C_j + 1} r_i \quad \text{Denklem (1.56)}$$

Burada,  $C_j = (j, j+1]$  aralığındaki sansürlenmiş verilerin toplam sayısıdır.

Bu noktada sansürlenmemiş çizim pozisyonlarının normal dağılımlarına karşı sansürlenmemiş gözlemlerin doğrusal regresyonu oluşur. Çizim pozisyonlarının normal dağılımları ROS yönteminin sıra istatistikleri olarak bilinir. Bu nedenle, gözlemlenmemiş verilerin kestirimine yönelik regresyon eşitliği Denklem 1.57’de gösterildiği şekildedir.

$$\text{Kestirilen log değeri} = \beta + \alpha \quad \text{Denklem (1.57)}$$

Sansürlenmiş konsantrasyonlar, doğrusal regresyonun parametrelerini ve sansürlenmiş verilerin normal dağılımlarını kullanarak modellenir. Bu modellenmiş sansürlenmiş gözlemler, popülasyonunun dağılımını modellemek üzere sansürlenmemiş gözlemlerle birlikte kullanılır. Belirtilen değerler bireysel olarak sansürlemenin olmaması halinde var olacak değerler olarak değerlendirilmezler.

Daha sonra gözlenen sansürlenmemiş veriler, popülasyonun tamamının özet istatistiklerinin birlikte kestirimini yapmak üzere modellenmiş sansürlenmiş değerlerle birleştirilirler. Bu yöntem, her iki değer tipini birleştirerek dönüştürme yanlılığının önüne geçer.

## 2. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu tez çalışması kapsamında, farklı dağılımlardan (Log-normal, Üstel ve Weibull) veri setleri türetilmiştir. Türetilen bu veri setleri farklı örneklem genişliklerinde (20-300) ve farklı sansür oranlarında (%5-%65) düzenlenmiştir. Sansürlü gözlemlerin dağılım içinde yerleşim yerleri soldan olacak şekilde değiştirilerek ortalama, standart sapma ve ortancadan farkları alınarak performansları değerlendirilmiştir. Log-normal, Üstel ve Weibull olmak üzere 3 farklı dağılımdan öncelikle sansürsüz veri setleri üretilmiş, daha sonra bu veri setleri %5, %25, %45, %65 oranlarında soldan sansürlenmiştir. Soldan sansürlenilen veri setlerine yerine koyma belirleme limiti ve belirleme limiti/ $\sqrt{2}$  (LOD ve LOD/ $\sqrt{2}$ ), Parametrik yöntem (MLE), Yarı parametrik yöntem (ROS) ve parametrik olmayan yöntem (KM) uygulanarak sansürlenmiş veriler tahmin edilmiştir.

Soldan sansürlü veri setlerinin performanslarını değerlendirmek için Log-normal ve weibull dağılımından varyasyon katsayısı 0,5 ve 2 olacak şekilde veri setleri türetilmiştir. Üstel dağılımdan ise üstel dağılımın olasılık dağılım fonksiyonu gereği farklı varyasyon katsayısı üretilmediğinden 1 varyasyon katsayısına ait veri üretilmiştir. Varyasyon katsayısı 0,5 alındığı durumda Log-normal dağılımdan ortalaması 1, standart sapması 0,473, Weibull dağılımından ise şekil parametresi 2,1, ölçek parametresi 1 olacak şekilde, varyasyon katsayısı 2 alındığı durumda Log-normal dağılımdan ortalaması 1, standart sapması 1,27, Weibull dağılımından ise şekil parametresi 0,542, ölçek parametresi 1 olacak şekilde veri setleri türetilmiştir. Üstel dağılımdan ise parametresi 0,05 olan veri seti elde edilmiştir.

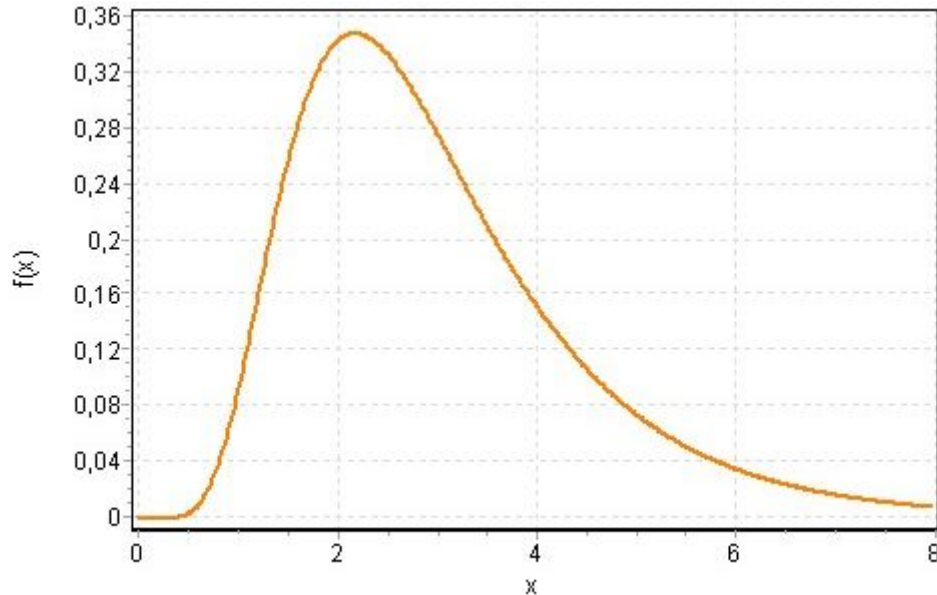
Belirtilen her bir dağılımın yukarıda ifade edilen parametrelerine göre öncelikle veriler sansürsüz olarak üretilmiştir. Daha sonra veri setleri %5, %25, %45, %65 oranlarında soldan sansürlenmiştir. Sansürleme sonrasında R (Version i386 3.0.2) programında Lopaka Lee tarafından yazılan son sürümü 2 Temmuz 2014'de güncellenen NADA (Nondetects And Data Analysis: Statistics for Censored Environmental Data) paketi yardımıyla yerine koyma (LOD ve LOD/ $\sqrt{2}$ ), Parametrik yöntem (MLE), Yarı parametrik yöntem (ROS) ve parametrik olmayan



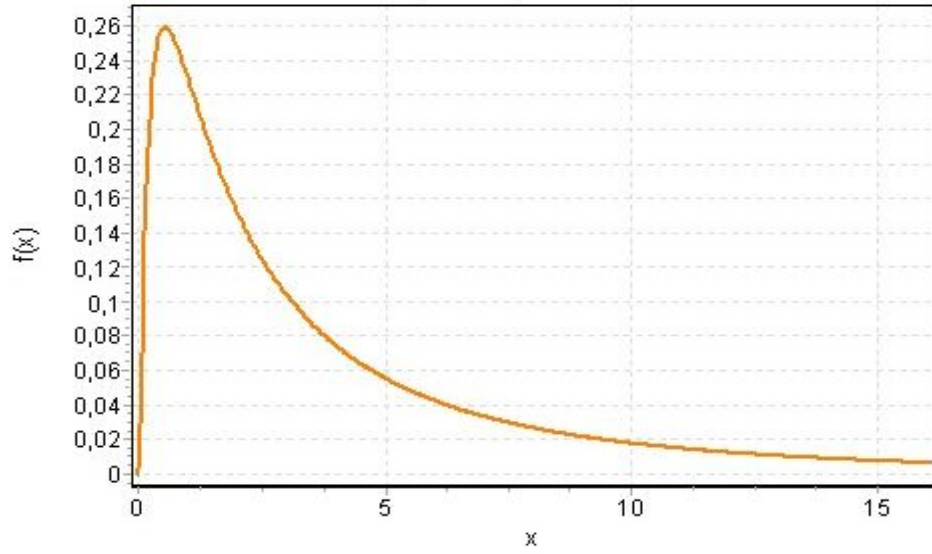
yöntem (KM) uygulanarak sansürlenmiş veriler tahmin edilmiştir. Yapılan sümülasyon için tekrar sayısı 10000 olarak belirlenmiştir. Ayrıca örnek genişlikleri 20'den 300'e kadar 10'ar artırılarak değerlendirme yapılmıştır. Çalışmanın kodları Ek 1'de gösterilmiştir.

Soldan sansürlü verilerin analizinde kullanılan yukarıda belirtilen yöntemlerin performanslarını sansürsüz veri setiyle ve birbirleriyle karşılaştırmak için farklı örnek genişliklerinde, dağılımlarda ve sansür oranlarında değerlendirilmiştir. Öncelikle 20'den 300'e kadar değişen örneklem genişliklerinde ve farklı dağılımlarda sansürsüz veri setleri elde edilmiştir, daha sonra bu veri setleri küçükten büyüğe sıralanarak belirtilen sansür oranlarında sansürlenmiştir. Sansürlü kısımlar yerine koyma, parametrik, yarı parametrik ve parametrik olmayan yöntemler kullanılarak tahmin edilmiştir. Tahmin edilen bu değerler ile sansürsüz veri seti arasında ortalamadan, ortancadan ve standart sapmadan olan farklar bulunmuştur ve performans kıyaslaması yapılmıştır.

Şekil 2.1 ve 2.2'de görüleceği üzere log-normal dağılımdan ortalaması 1, standart sapması 0,473 ve ortalaması 1, standart sapması 1,27 olan veri setleri üretilmiştir.

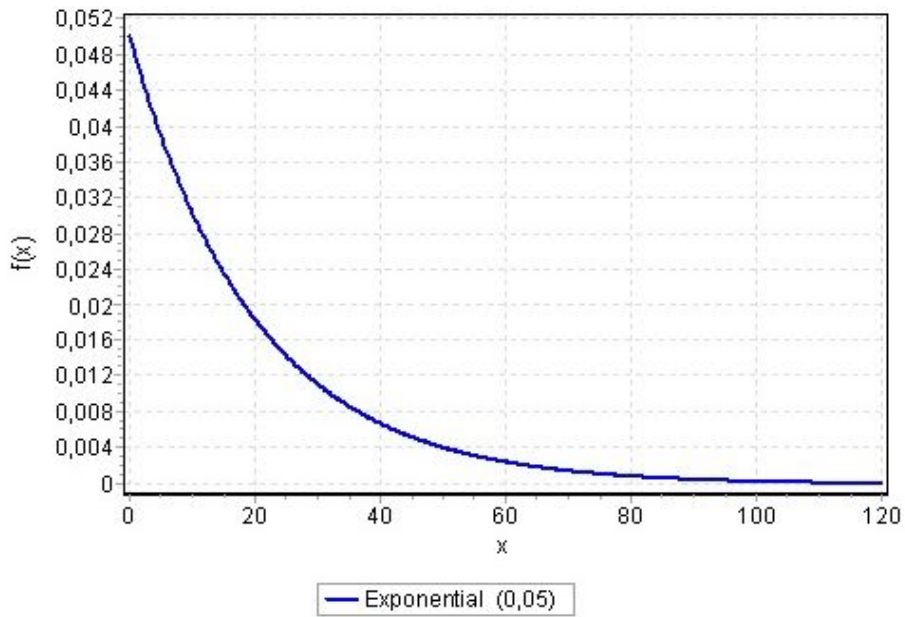


**Şekil 2. 1.** Ortalaması 1 ve standart sapması 0,473 olan Log-normal dağılım olasılık yoğunluk fonksiyonu grafiği



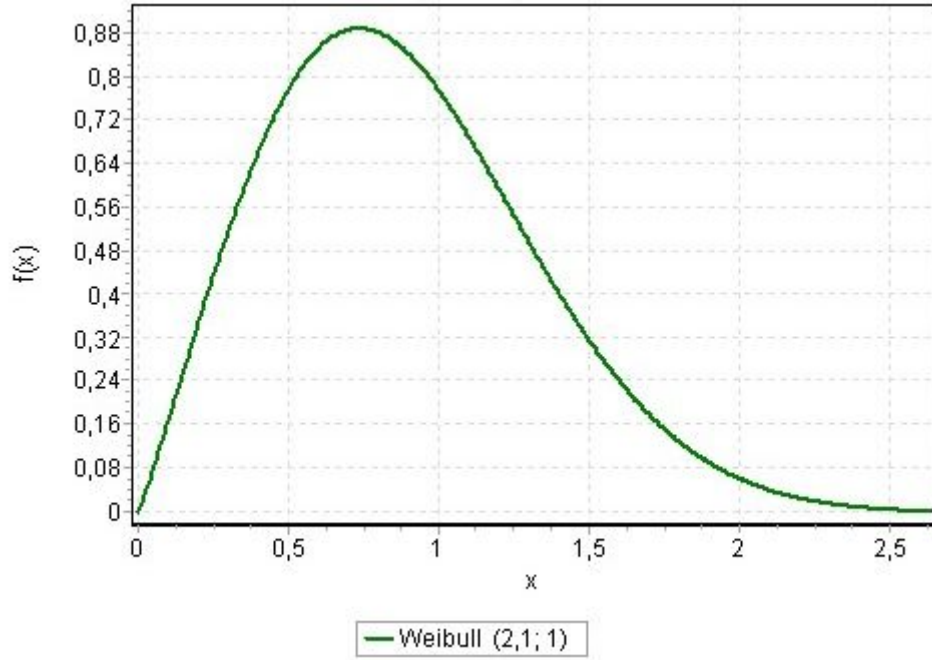
**Şekil 2. 2.** Ortalaması 1 ve standart sapması 1,27 olan Log-normal dağılım olasılık yoğunluk fonksiyonu grafiği

Şekil 2.3'den görüleceği üzere üstel dağılımdan parametresi 0,05 olan veri setleri üretilmiştir.

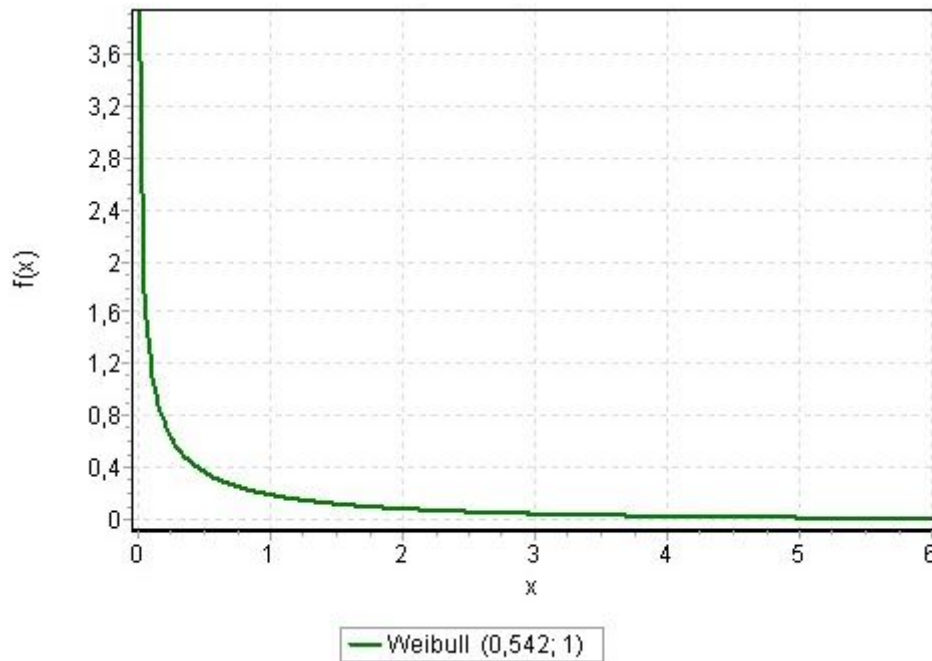


**Şekil 2. 3.** Parametresi 0,05 olan üstel dağılım olasılık yoğunluk fonksiyonu grafiği

Şekil 2.4 ve 2.5'den görüleceği üzere weibull dağılımdan şekil parametresi 2,1 ölçek parametresi 1 ve şekil parametresi 0,542 ölçek parametresi 1 olan veri setleri üretilmiştir.



**Şekil 2. 4.** Şekil parametresi 2,1 ve ölçek parametresi 1 olan Weibull dağılım olasılık yoğunluk fonksiyonu grafiği



**Şekil 2. 5.** Şekil parametresi 0,542 ve ölçek parametresi 1 olan Weibull dağılım olasılık yoğunluk fonksiyonu grafiği

### 3. BULGULAR

Her bir dağılım için farklı sansür oranlarında ve farklı örnek genişliklerinde farklı parametrelerine göre uygulanan yöntemlerin sansürsüz veri seti ile olan performanslarının değerlendirilmesine ilişkin sonuçları sunulmuştur.

Soldan sansürlü veri setlerinin performanslarını değerlendirmek için Log-normal ve weibull dağılımından varyasyon katsayısı 0,5 ve 2 olacak şekilde varyasyon katsayısı 0,5 alındığı durumda Log-normal dağılımdan ortalaması 1, standart sapması 0,473, Weibull dağılımından ise şekil parametresi 2,1, ölçek parametresi 1 olacak şekilde, varyasyon katsayısı 2 alındığı durumda Log-normal dağılımdan ortalaması 1, standart sapması 1,27, Weibull dağılımından ise şekil parametresi 0,542, ölçek parametresi 1 üstel dağılımdan ise parametresi 0,05 olan veri setleri türetilmiştir.

Belirtilen her bir dağılımın yukarıda ifade edilen parametrelerine göre öncelikle veriler sansürsüz olarak, daha sonra veri setleri %5, %25, %45, %65 oranlarında soldan sansürlenmiştir. Yerine koyma ( $LOD$  ve  $LOD/\sqrt{2}$ ), parametrik yöntem (MLE), yarı parametrik yöntem (ROS) ve parametrik olmayan yöntem (KM) uygulanarak sansürlenmiş veriler tahmin edilmiştir. Yapılan sümülasyon için tekrar sayısı 10000 olarak belirlenmiştir. Ayrıca örnek genişlikleri 20'den 300'e kadar 10'ar artırılarak değerlendirme yapılmıştır. Sansürsüz veri setiyle ve birbirleriyle performanslarını belirlemek için farklı örnek genişliklerinde, dağılımlarda ve sansür oranlarında değerlendirilmiştir. Sansürlü kısımlar yerine koyma, parametrik, yarı parametrik ve parametrik olmayan yöntemler kullanılarak tahmin edilmiştir. Tahmin edilen bu değerler ile sansürsüz veri seti arasında ortalamadan, ortancadan ve standart sapmadan olan farklar bulunmuştur ve performans kıyaslaması yapılmıştır.

### **3.1. Log-normal dağılım gösteren veri setleri için yerine koyma, parametrik, yarı parametrik ve parametrik olmayan yöntemlerin değerlendirilmesi**

#### **3.1.1. Ortalaması 1, Standart Sapması 0,473 olan Log-normal Dağılımdan türetilen veri seti için farklı sansür oranlarında yöntemlerin performans değerlendirmesi**

Çizelge 3.1' göre Ortalaması 1, Standart Sapması 0,473 olan Log-normal Dağılımdan türetilen veri seti için %5 sansür oranında sansürlü, LOD,  $LOD/\sqrt{2}$  yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 110'un altında olduğunda birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. KM yöntemi ise ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 70'in altında olduğunda en büyük sapmaları göstermektedir. MLE'de örneklem genişliği 20, 30 ve 70 olduğu değerlerde ortalamadan ve ortancadan sapmaları artmaktadır. Sistemik olmasa da KM için örneklem genişliği 70'in altında kalan değerlerde ortalama ve ortancada daha büyük sapmalar gözlenmektedir. ROS ise diğer tüm yöntemlerden farklı olarak ortalama, ve standart sapmada küçük örneklem genişliklerinde sistemik olarak söylenmese de sapmalar artmaktadır. Ortalamada ve standart sapmada  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma, MLE ve ROS birbirine yakın performans gösterse de aralarında en az sapmayı gösteren ROS'tur. Ortancada ise ROS yöntemi en iyi performansı göstermektedir.

**Çizelge 3. 1.** Ortalaması 1, standart Sapması 0,473 olan Log-normal dağılımdan türetilen veri seti için %5 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi

SANSÜR ORANI	N	SANSÜRLÜ			LOD			LOD/√2			K-M			MLE			ROS		
		Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar
5%	20	-0,098935	-0,08135	1,134796	-0,013247	0	0,017939	0,007528	0	-0,010196	-0,013252	0,081349	-0,015934	-0,004104	0,035914	-0,086284	0,006601	-0,000001	-0,007636
	30	-0,132957	-0,109513	1,212885	-0,017856	0	0,023119	0,010349	0	-0,013245	-0,017857	0,053823	-0,021314	-0,002347	0,037861	-0,108432	0,005119	0,000001	-0,004878
	40	-0,101967	-0,081666	1,258078	-0,011801	0	0,015601	0,007805	0	-0,010386	-0,011795	0,040177	0,014601	-0,003458	0,027745	-0,084114	0,003076	-0,000001	-0,003033
	50	-0,082632	-0,065678	1,281462	-0,008754	0	0,011798	0,006113	0	-0,008331	-0,008755	0,032216	0,011168	-0,00362	0,023167	-0,068832	0,002002	-0,000001	-0,001967
	60	-0,102972	-0,08168	1,306723	-0,011504	0	0,015125	0,007728	0	-0,010232	-0,011501	0,026394	0,014461	-0,003544	0,027744	-0,083993	0,001545	0	-0,001127
	70	-0,117429	-0,093797	1,326378	-0,013383	0	0,017339	0,009004	0	-0,011658	-0,013388	0,022794	-0,016684	-0,003213	0,032546	-0,095043	0,001213	0	-0,000545
	80	-0,103571	-0,082835	1,336209	-0,011167	0	0,014651	0,007784	0	-0,010293	-0,011166	0,020279	0,014155	-0,003726	0,02786	-0,08565	0,000785	0,000002	-0,00022
	90	-0,092732	-0,073419	1,349018	-0,009548	0	0,012658	0,006877	0	-0,009184	-0,009546	0,017844	0,012267	-0,003682	0,026452	-0,074939	0,000612	-0,000001	-0,00012
	100	-0,104091	-0,082308	1,360683	-0,011128	0	0,014546	0,007718	0	-0,010159	-0,011127	0,01598	0,014148	-0,00374	0,02627	-0,084988	0,000327	0,000004	0,000321
	110	-0,113217	-0,089724	1,367488	-0,012348	0	0,016016	0,008491	0	-0,011049	-0,012354	0,014846	0,01562	-0,003696	0,029849	-0,092606	0,000019	0,000001	0,000798
	120	-0,104229	-0,082023	1,374923	-0,010897	0	0,014244	0,007845	0	-0,010313	-0,010897	0,013572	0,013912	-0,003637	0,028768	-0,084053	0,000053	0,000009	0,000642
	130	-0,096525	-0,076251	1,378544	-0,00985	0	0,012968	0,007126	0	-0,009443	-0,009847	0,012602	0,012687	-0,003716	0,025181	-0,077422	-0,000051	0,000001	0,00069
	140	-0,104301	-0,081616	1,385103	-0,010924	0	0,014249	0,007761	0	-0,01019	-0,010926	0,011367	0,013965	-0,003609	0,026408	-0,083032	-0,000235	0,000003	0,000978
	150	-0,111016	-0,087645	1,391434	-0,011869	0	0,015366	0,008328	0	-0,010828	-0,011876	0,010747	0,015082	-0,00338	0,027588	-0,087413	-0,000363	0,000001	0,00119
	160	-0,104431	-0,081677	1,394016	-0,010847	0	0,014149	0,00779	0	-0,010216	-0,010849	0,01008	0,0139	-0,003658	0,025135	-0,083835	-0,000385	-0,000002	0,001156
	170	-0,098664	-0,077544	1,397316	-0,009952	0	0,013072	0,007318	0	-0,009674	-0,009949	0,009446	0,012853	-0,003843	0,025347	-0,079544	-0,000457	0,000002	0,00119
	180	-0,104555	-0,081288	1,402651	-0,010812	0	0,014086	0,007793	0	-0,010216	-0,010812	0,008913	0,013865	-0,003559	0,026489	-0,082469	-0,000555	-0,000002	0,001356
	190	-0,109781	-0,08627	1,403536	-0,011591	0	0,015033	0,008189	0	-0,010671	-0,01159	0,008541	0,014813	-0,00369	0,02843	-0,087904	-0,000746	0,000004	0,001643
	200	-0,104588	-0,081506	1,40843	-0,010777	0	0,014041	0,007776	0	-0,010183	-0,010774	0,007996	0,013842	-0,003659	0,026734	-0,083134	-0,000656	-0,000002	0,001472
	210	-0,099748	-0,077449	1,410663	-0,010035	0	0,013115	0,007456	0	-0,009831	-0,010034	0,007647	0,012935	-0,003443	0,022897	-0,077999	-0,000542	-0,000002	0,001266
	220	-0,104642	-0,081477	1,413224	-0,010732	0	0,013982	0,007801	0	-0,010224	-0,010733	0,007343	0,013801	-0,003583	0,02626	-0,082186	-0,000797	0	0,001643
	230	-0,109018	-0,085295	1,416482	-0,011372	0	0,01473	0,008155	0	-0,010619	-0,01137	0,007042	0,01455	-0,00358	0,028402	-0,08661	-0,00083	0,000006	0,001703
	240	-0,104653	-0,081217	1,41688	-0,010713	0	0,013957	0,007804	0	-0,010224	-0,010713	0,006848	0,013792	-0,003613	0,026823	-0,082865	-0,000852	-0,000002	0,001705
	250	-0,100667	-0,077962	1,419985	-0,010124	0	0,013233	0,007492	0	-0,009856	-0,010123	0,00651	0,013081	-0,003545	0,02468	-0,078943	-0,000766	-0,000004	0,001556
	260	-0,104782	-0,081855	1,423282	-0,010695	0	0,013918	0,007804	0	-0,010217	-0,010698	0,006146	0,013765	-0,003631	0,02639	-0,08276	-0,000896	0,000003	0,00174
	270	-0,108535	-0,084917	1,425561	-0,011261	0	0,014599	0,00808	0	-0,010516	-0,011263	0,005976	0,014446	-0,003648	0,027292	-0,086105	-0,001009	-0,000001	0,001919
	280	-0,104868	-0,081803	1,427484	-0,010647	0	0,013856	0,007815	0	-0,01023	-0,010649	0,005716	0,013714	-0,003753	0,025594	-0,083928	-0,000935	0,000001	0,001785
	290	-0,101372	-0,079084	1,429097	-0,0102	0	0,013306	0,007522	0	-0,009878	-0,010196	0,00556	0,013174	-0,003586	0,024684	-0,07961	-0,000882	0,000003	0,001692
	300	-0,104792	-0,082152	1,431581	-0,010657	0	0,013842	0,007823	0	-0,010217	-0,010658	0,005472	0,013709	-0,003408	0,024885	-0,080814	-0,000963	-0,000002	0,001811

Çizelge 3.2'ye göre Ortalaması 1, Standart Sapması 0,473 olan Log-normal Dağılımdan türetilen veri seti için %25 sansür oranında sansürlü, LOD yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 20, 30, 70 ve 110 olduğu değerlerde birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. Yine %5 sansür oranına benzer şekilde bu iki yöntemde de ortalama, ortanca ve standart sapmada sistematik olarak bir artış ya da azalış görülmediği için herhangi bir sınır örneklem değeri belirlemek doğru olmayacaktır.  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma yönteminde ise örneklem sayısı arttıkça ortalamadan ve standart sapmadan olan farklar büyümektedir, en büyük sapmaları 220 örneklem değerinden sonra vermektedir. KM yöntemi ise ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 20, 30 ve 70 olduğunda en büyük sapmaları göstermektedir. MLE'de örneklem genişliği 20, 70 ve 110 olduğu değerlerde ortalama ve ortancadan farklar artmaktadır. Ancak standart sapmadan farklar sistematik olarak olmasa da örneklem büyüklüğü arttıkça daha çok görülmektedir. Sistematik olmasa da KM ve MLE için örneklem genişliği 110'nun altında kalan değerlerde daha büyük sapmalar gözlenmektedir. ROS yönteminde ise ortalamada en büyük sapmalar 20 ve 30 örneklem genişliğinde görülse de örneklem genişliği 50 değerinden sonra arttıkça sapmalarda büyümektedir. Standart sapmada örneklem genişliği 260'ın üstünde olduğunda sansürsüz veri ile arasındaki fark büyümektedir. Özellikle standart sapmadan olan farklarda örneklem genişliği 200'ün üzerine çıktığında sistematik olarak bir artış görülmektedir. Ortalamada ve standart sapmada  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma, MLE birbirine yakın performans göstermektedir. Ancak ortalama, ortanca ve standart sapmada en az sapmayı ROS yöntemi göstermektedir.

**Çizelge 3. 2.** Ortalaması 1, standart Sapması 0,473 olan Log-normal dağılımdan türetilen veri seti için %25 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi

SANSÜR ORANI	N	SANSÜRLÜ			LOD			LOD/√2			K-M			MLE			ROS		
		Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar
25%	20	-0,485527	-0,440333	1,114148	-0,124041	0	0,132796	0,027755	0	-0,020341	-0,124041	0,081349	0,120974	0,044619	0,224257	-0,454266	0,016457	-0,000001	-0,003143
	30	-0,52553	-0,47628	1,192364	-0,132024	0	0,135364	0,031061	0	-0,021879	-0,132023	0,053823	0,126816	0,055044	0,241365	-0,487997	0,011926	0,000001	0,001796
	40	-0,495454	-0,446863	1,241255	-0,1182	0	0,121945	0,030158	0	-0,022911	-0,118206	0,040177	0,116038	0,045814	0,219996	-0,456976	0,00515	-0,000001	0,006335
	50	-0,47498	-0,420244	1,267017	-0,10919	0	0,113269	0,030318	0	-0,024155	-0,109187	0,032216	0,108802	0,041145	0,207972	-0,435131	0,00188	-0,000001	0,008315
	60	-0,497632	-0,440797	1,292453	-0,116375	0	0,118708	0,03097	0	-0,023672	-0,116374	0,026394	0,114787	0,046131	0,22091	-0,457048	0,000289	0,000000	0,010337
	70	-0,514356	-0,457194	1,312481	-0,120891	0	0,121867	0,03163	0	-0,023627	-0,120894	0,022794	0,118379	0,049719	0,231741	-0,473494	-0,001025	0,000000	0,011795
	80	-0,499634	-0,442853	1,323699	-0,115275	0	0,116975	0,031228	0	-0,023993	-0,115276	0,020279	0,114037	0,045811	0,221643	-0,45991	-0,002663	0,000002	0,012755
	90	-0,488619	-0,430746	1,337357	-0,110484	0	0,112485	0,031451	0	-0,024752	-0,110489	0,017844	0,109941	0,043331	0,216309	-0,446385	-0,003277	-0,000001	0,012788
	100	-0,501488	-0,444759	1,349221	-0,114687	0	0,115787	0,031492	0	-0,024213	-0,114693	0,01598	0,11343	0,045779	0,220821	-0,46082	-0,004015	0,000004	0,013696
	110	-0,510968	-0,451815	1,356276	-0,117877	0	0,118282	0,031799	0	-0,024	-0,117877	0,014846	0,116093	0,048115	0,227931	-0,470656	-0,004667	0,000001	0,014567
	120	-0,502002	-0,442155	1,364399	-0,114336	0	0,115144	0,031615	0	-0,024344	-0,114336	0,013572	0,113181	0,045871	0,223362	-0,459837	-0,005577	0,000009	0,01504
	130	-0,493118	-0,43478	1,368566	-0,110967	0	0,112039	0,031622	0	-0,024739	-0,110969	0,012602	0,110265	0,04405	0,216657	-0,450202	-0,005616	0,000001	0,014706
	140	-0,501533	-0,44217	1,375245	-0,113741	0	0,114262	0,031944	0	-0,02462	-0,113744	0,011367	0,112581	0,046091	0,220985	-0,458078	-0,005979	0,000003	0,015235
	150	-0,50886	-0,449264	1,381683	-0,11601	0	0,115963	0,032324	0	-0,024654	-0,116009	0,010747	0,114367	0,048045	0,224898	-0,464346	-0,00604	0,000001	0,015427
	160	-0,501975	-0,444124	1,384773	-0,113715	0	0,114077	0,031907	0	-0,024575	-0,113718	0,01008	0,112608	0,046078	0,219904	-0,459115	-0,006543	-0,000002	0,01567
	170	-0,496018	-0,437241	1,388494	-0,11436	0	0,11214	0,031728	0	-0,024726	-0,11437	0,009446	0,110778	0,044411	0,217874	-0,453338	-0,00718	0,000002	0,016082
	180	-0,502323	-0,441969	1,39387	-0,113744	0	0,113909	0,031886	0	-0,024522	-0,113743	0,008913	0,112602	0,046248	0,221361	-0,457734	-0,007191	-0,000002	0,016228
	190	-0,507563	-0,448263	1,394934	-0,115612	0	0,115532	0,032014	0	-0,024393	-0,115612	0,008541	0,11428	0,047368	0,225182	-0,4643	-0,007818	0,000004	0,016974
	200	-0,502487	-0,441877	1,400094	-0,113299	0	0,113386	0,032004	0	-0,024695	-0,113303	0,007996	0,11221	0,045981	0,221612	-0,458741	-0,007744	-0,000002	0,016628
	210	-0,497066	-0,437776	1,402581	-0,11146	0	0,11168	0,032009	0	-0,024931	-0,111461	0,007647	0,110573	0,045194	0,215848	-0,451667	-0,007311	-0,000002	0,015987
	220	-0,502245	-0,440894	1,405244	-0,113205	0	0,113211	0,032182	0	-0,024818	-0,113198	0,007343	0,112143	0,046276	0,22111	-0,457136	-0,008057	0	0,01692
	230	-0,5073	-0,446402	1,408594	-0,114662	0	0,114376	0,032365	0	-0,024799	-0,114662	0,007042	0,113342	0,047244	0,225096	-0,463363	-0,008089	0,000006	0,016999
	240	-0,502213	-0,439977	1,40925	-0,113049	0	0,113033	0,032251	0	-0,024887	-0,113045	0,006848	0,112054	0,046263	0,221682	-0,457718	-0,008249	-0,000002	0,017057
	250	-0,498259	-0,436683	1,412553	-0,111738	0	0,11181	0,031992	0	-0,024841	-0,111733	0,00651	0,110879	0,045311	0,218052	-0,452928	-0,008239	-0,000004	0,016853
	260	-0,502981	-0,441716	1,415912	-0,113075	0	0,112923	0,03219	0	-0,024845	-0,113073	0,006146	0,112018	0,046151	0,221495	-0,458422	-0,008517	0,000003	0,017222
	270	-0,507018	-0,445727	1,418258	-0,114332	0	0,113984	0,032369	0	-0,024802	-0,114331	0,005976	0,113105	0,04704	0,223917	-0,462967	-0,00868	-0,000001	0,0175
	280	-0,503464	-0,443924	1,420388	-0,113117	0	0,112946	0,032061	0	-0,024704	-0,113116	0,005716	0,112106	0,045898	0,220863	-0,46026	-0,00883	0,000001	0,01749
	290	-0,499616	-0,438361	1,422158	-0,111706	0	0,111655	0,03211	0	-0,024954	-0,111705	0,00556	0,110851	0,045304	0,218511	-0,454536	-0,008817	0,000003	0,017334
	300	-0,502954	-0,442118	1,42464	-0,112806	0	0,112402	0,032329	0	-0,024964	-0,112809	0,005472	0,111617	0,046414	0,220014	-0,456349	-0,008609	-0,000002	0,017181



Çizelge 3.3'e göre Ortalaması 1, Standart Sapması 0,473 olan Log-normal Dağılımdan türetilen veri seti için %45 sansür oranında sansürlü, LOD yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 20, 30, 70 ve 110 olduğu değerlerde birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. Yine %5 sansür oranına benzer şekilde bu iki yöntemde de ortalama, ortanca ve standart sapmada sistematik olarak bir artış ya da azalış görülmediği için herhangi bir sınır örneklem değeri belirlemek doğru olmayacaktır.  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma yönteminde ise örneklem sayısı arttıkça ortalamadan ve standart sapmadan olan farklar büyümektedir, en büyük sapmaları 220 örneklem değerinden sonra vermektedir. KM yöntemi ise ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 20, 30 ve 70 olduğunda en büyük sapmaları göstermektedir. MLE'de örneklem genişliği 20, 70 ve 110 olduğu değerlerde ortalama ve ortancadan farklar artmaktadır. Ancak standart sapmadan farklar sistematik olarak olmasa da örneklem büyüklüğü arttıkça daha çok görülmektedir. Sistematik olmasa da KM ve MLE için örneklem genişliği 110'nun altında kalan değerlerde daha büyük sapmalar gözlenmektedir. ROS yönteminde ise ortalamada en büyük sapmalar 20,30 ve 40 örneklem genişliğinde görülse de örneklem genişliği 50 değerinden sonra gitgide sapmalarda büyümektedir. Standart sapmada örneklem genişliği 260'ın üstünde olduğunda sansürsüz veri ile arasındaki fark büyümektedir. Özellikle standart sapmadan olan farklarda örneklem genişliği 200'ün üzerine çıktığında sistematik olarak bir artış görülmektedir. Ortalamada ve standart sapmada  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma, MLE birbirine yakın performans göstermektedir. Ancak ortalama, ortanca ve standart sapmada en az sapmayı ROS yöntemi göstermektedir.

**Çizelge 3. 3.** Ortalaması 1, standart Sapması 0,473 olan Log-normal dağılımdan türetilen veri seti için %45 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi

SANSÜR ORANI	N	SANSÜRLÜ			LOD			LOD/√2			K-M			MLE			ROS		
		Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar
45%	20	-0,932847	-0,884422	1,072775	-0,343745	NA	0,304285	0,006472	NA	0,031414	-0,343745	0,081349	0,278508	0,212009	0,596304	-0,971064	0,040365	-0,000019	0,009522
	30	-0,989083	-0,933957	1,153341	-0,357856	NA	0,303072	0,007719	NA	0,031137	-0,357854	0,053823	0,284814	0,236608	0,637196	-1,02459	0,033172	-0,000004	0,015683
	40	-0,952367	-0,89092	1,20797	-0,329532	NA	0,280742	0,014216	NA	0,02182	-0,329529	0,040177	0,267799	0,215389	0,599001	-0,977216	0,019582	-0,000001	0,021752
	50	-0,926284	-0,860479	1,237762	-0,313332	NA	0,267586	0,017469	NA	0,016618	-0,313332	0,032216	0,257643	0,203419	0,575544	-0,942748	0,012004	-0,000001	0,024777
	60	-0,956198	-0,88867	1,264258	-0,325972	NA	0,27389	0,016096	NA	0,019329	-0,325969	0,026394	0,265291	0,216545	0,601469	-0,976145	0,009673	0,000000	0,027731
	70	-0,978957	-0,907079	1,285476	-0,335475	NA	0,278611	0,014294	NA	0,021817	-0,335475	0,022794	0,271043	0,225708	0,621799	-1,001813	0,006942	0,000000	0,030572
	80	-0,960053	-0,889537	1,299018	-0,323923	NA	0,270681	0,016787	NA	0,018288	-0,323926	0,020279	0,264239	0,216325	0,603394	-0,980224	0,002756	0,000002	0,032235
	90	-0,946863	-0,871372	1,31419	-0,316616	NA	0,264859	0,017876	NA	0,016139	-0,316619	0,017844	0,259233	0,209703	0,592078	-0,961612	0,000294	-0,000001	0,032774
	100	-0,963907	-0,891394	1,326697	-0,323007	NA	0,268368	0,017278	NA	0,017553	-0,323006	0,01598	0,263196	0,216482	0,60389	-0,983356	-0,000083	0,000004	0,033684
	110	-0,975795	-0,902979	1,334416	-0,328761	NA	0,271547	0,016478	NA	0,019015	-0,32876	0,014846	0,266777	0,222468	0,616355	-0,997115	-0,001056	0,000001	0,034984
	120	-0,964396	-0,887743	1,343637	-0,322968	NA	0,267443	0,017202	NA	0,017521	-0,322966	0,013572	0,263137	0,216861	0,606659	-0,981488	-0,00324	0,000009	0,035811
	130	-0,952922	-0,87751	1,348807	-0,316325	NA	0,262535	0,018613	NA	0,015477	-0,316328	0,012602	0,258617	0,211852	0,594956	-0,966927	-0,004093	0,000001	0,035501
	140	-0,963787	-0,889402	1,35586	-0,321368	NA	0,265328	0,018086	NA	0,016572	-0,321366	0,011367	0,261639	0,217046	0,604071	-0,97878	-0,004252	0,000003	0,036073
	150	-0,973692	-0,899919	1,362682	-0,325226	NA	0,267388	0,017902	NA	0,017206	-0,325228	0,010747	0,2639	0,221636	0,612176	-0,98873	-0,004546	0,000001	0,036638
	160	-0,96473	-0,890376	1,366607	-0,320335	NA	0,264254	0,018746	NA	0,015925	-0,32033	0,01008	0,261026	0,217097	0,603321	-0,980138	-0,005574	-0,000002	0,03681
	170	-0,957002	-0,881573	1,371031	-0,316831	NA	0,262013	0,018923	NA	0,015272	-0,31683	0,009446	0,259009	0,213229	0,597923	-0,971234	-0,007367	0,000002	0,037764
	180	-0,965096	-0,887581	1,376586	-0,320811	NA	0,264025	0,018468	NA	0,016129	-0,320812	0,008913	0,261154	0,217542	0,604999	-0,978223	-0,006674	-0,000002	0,037536
	190	-0,971404	-0,894884	1,378068	-0,324037	NA	0,26617	0,018028	NA	0,016959	-0,324033	0,008541	0,263432	0,220674	0,611684	-0,986822	-0,008161	0,000004	0,039106
	200	-0,965506	-0,889091	1,383704	-0,320245	NA	0,263392	0,018527	NA	0,015967	-0,320244	0,007996	0,260809	0,217052	0,60527	-0,979801	-0,008278	-0,000002	0,038584
	210	-0,95872	-0,883706	1,386653	-0,31573	NA	0,260073	0,019971	NA	0,014194	-0,31573	0,007647	0,257632	0,214375	0,596481	-0,96973	-0,007562	-0,000002	0,037376
	220	-0,964761	-0,886517	1,389527	-0,319755	NA	0,262688	0,019073	NA	0,015532	-0,319754	0,007343	0,260341	0,217668	0,604694	-0,976834	-0,008492	0,000000	0,038659
	230	-0,972104	-0,893762	1,393176	-0,323022	NA	0,264739	0,018265	NA	0,016454	-0,323024	0,007042	0,262476	0,220053	0,61154	-0,986824	-0,009462	0,000006	0,039568
	240	-0,964943	-0,88559	1,394245	-0,319567	NA	0,262488	0,019092	NA	0,015455	-0,319569	0,006848	0,260338	0,21756	0,605257	-0,977477	-0,009433	-0,000002	0,039254
	250	-0,960211	-0,88266	1,397891	-0,316387	NA	0,260195	0,019785	NA	0,014435	-0,316385	0,00651	0,258143	0,214996	0,599399	-0,971124	-0,00963	-0,000004	0,038947
	260	-0,966574	-0,888001	1,401437	-0,319515	NA	0,262187	0,019102	NA	0,015356	-0,319515	0,006146	0,260199	0,217403	0,60554	-0,979539	-0,010278	0,000003	0,03974
	270	-0,971889	-0,894122	1,403973	-0,322096	NA	0,2638	0,018648	NA	0,016055	-0,322094	0,005976	0,261873	0,219716	0,610277	-0,98633	-0,010635	-0,000001	0,0403
	280	-0,967556	-0,890594	1,406447	-0,319499	NA	0,262156	0,018964	NA	0,015455	-0,319504	0,005716	0,26031	0,217068	0,605212	-0,982387	-0,011033	0,000001	0,040253
	290	-0,962456	-0,884883	1,408476	-0,316969	NA	0,260271	0,019541	NA	0,01462	-0,316971	0,00556	0,258499	0,215222	0,606059	-0,974128	-0,010995	0,000003	0,039876
	300	-0,966709	-0,888433	1,411028	-0,318695	NA	0,260896	0,019571	NA	0,014837	-0,318699	0,005472	0,25917	0,21763	0,604047	-0,977354	-0,010359	-0,000002	0,039496

Çizelge 3.4'e göre Ortalaması 1, Standart Sapması 0,473 olan Log-normal Dağılımdan türetilen veri seti için %65 sansür oranında sansürlü, LOD,  $LOD/\sqrt{2}$  yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 70'in altında olduğu değerlerde birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. %65 sansür oranı olduğunda bu üç yöntemde de örneklem genişliği arttıkça ortalama, ortanca ve standart sapmada sistematik olarak bir azalış görüldüğü söylenebilir. Bu durumda örneklem genişliği 60'in altına düştüğünde 60'in üstündeki örneklem genişliklerine göre daha kötü performans sergilediği söylenebilir. Ancak  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma yönteminde ortancadan sa KM yöntemi ise ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 20, 30 ve 70 olduğunda en büyük sapmaları göstermektedir. Sistematik olmasa da KM için örneklem genişliği 50'nin altında kalan değerlerde daha büyük sapmalar gözlenmektedir. MLE'de örneklem genişliği 30, 90 ve 110'nun altına düştüğünde ortalama, ortanca ve standart sapmada en büyük sapmalar görülmektedir. ROS yönteminde ise standart sapmada örneklem genişliği 250'nin üstünde olduğunda sansürsüz veri ile arasındaki fark büyümektedir. Özellikle standart sapmadan olan farklarda örneklem genişliği 200'ün üzerine çıktığında sistematik olarak bir artış görülmektedir. Ortalama değerde ise %45'lik sansür oranına benzer şekilde standart sapmanın tam aksine 20, 30 ve 40 olan örneklem genişliklerinde en büyük sapmalar görülmektedir. Ortalamada  $LOD/\sqrt{2}$ , standart sapmada KM yöntemleri iyi sonuç verse de ortalama ortanca ve standart sapmada ROS yöntemi en iyi performansı göstermektedir.

**Çizelge 3. 4.** Ortalaması 1, standart Sapması 0,473 olan Log-normal dağılımdan türetilen veri seti için %65 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi

SANSÜR ORANI	N	SANSÜRLÜ			LOD			LOD/√2			K-M			MLE			ROS		
		Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar
65%	20	-1,53524	-1,50808	0,997159	-0,765526	-0,645978	0,553111	-0,121193	0,345302	0,179346	-0,765526	NA	0,505108	0,594379	1,248922	-1,801748	0,109421	0,700094	0,039506
	30	-1,628103	-1,587538	1,08016	-0,794819	-0,687897	0,546958	-0,127736	0,312719	0,180567	-0,794815	NA	0,512804	0,645797	1,325198	-1,898863	0,102539	0,658134	0,046532
	40	-1,574348	-1,517533	1,14549	-0,737825	-0,599928	0,51154	-0,104402	0,374574	0,157675	-0,737827	NA	0,487247	0,601407	1,262402	-1,801688	0,074618	0,649988	0,051943
	50	-1,535788	-1,466425	1,182776	-0,701068	-0,542223	0,487984	-0,088997	0,414126	0,142513	-0,701065	NA	0,469243	0,575361	1,222251	-1,734178	0,059121	0,64557	0,05424
	60	-1,582089	-1,511532	1,210729	-0,725158	-0,577761	0,495634	-0,096271	0,389774	0,148861	-0,725162	NA	0,479426	0,60375	1,267305	-1,794254	0,056437	0,624701	0,05924
	70	-1,617171	-1,543152	1,233684	-0,744728	-0,60512	0,502429	-0,103708	0,370358	0,154891	-0,74473	NA	0,488174	0,623998	1,301338	-1,839344	0,053135	0,609025	0,063801
	80	-1,588481	-1,513531	1,251891	-0,721567	-0,57025	0,490199	-0,094579	0,394357	0,146433	-0,721568	NA	0,478057	0,604178	1,270881	-1,796725	0,042344	0,604998	0,066202
	90	-1,568452	-1,486115	1,269694	-0,704658	-0,542109	0,479774	-0,087636	0,415336	0,139691	-0,704655	NA	0,469137	0,590313	1,250999	-1,762645	0,039165	0,612095	0,064866
	100	-1,596309	-1,514903	1,283654	-0,720846	-0,568538	0,486661	-0,0942	0,395531	0,144889	-0,720847	NA	0,476903	0,604626	1,273391	-1,804123	0,03531	0,594779	0,069012
	110	-1,614161	-1,532607	1,292371	-0,730466	-0,582374	0,489814	-0,096868	0,385613	0,147557	-0,730461	NA	0,48081	0,617467	1,293514	-1,826991	0,035011	0,587097	0,070713
	120	-1,596317	-1,510912	1,303637	-0,717097	-0,560357	0,482586	-0,091575	0,401974	0,142726	-0,717097	NA	0,474446	0,605662	1,276397	-1,798134	0,031499	0,591329	0,070625
	130	-1,579108	-1,493265	1,310782	-0,704927	-0,543528	0,475595	-0,087325	0,412276	0,138358	-0,704924	NA	0,468185	0,594636	1,257405	-1,771456	0,028749	0,59192	0,069941
	140	-1,596497	-1,511626	1,318586	-0,714287	-0,558045	0,479209	-0,090121	0,402222	0,140888	-0,714287	NA	0,472231	0,605403	1,273632	-1,794328	0,027078	0,582524	0,072215
	150	-1,61205	-1,52654	1,326019	-0,723802	-0,572595	0,482896	-0,093572	0,392043	0,143682	-0,723807	NA	0,476302	0,615089	1,288001	-1,812844	0,026705	0,576149	0,073527
	160	-1,598464	-1,514822	1,331694	-0,714164	-0,558443	0,47836	-0,090124	0,401621	0,140509	-0,714165	NA	0,472258	0,605546	1,273434	-1,796062	0,023574	0,576542	0,073766
	170	-1,585858	-1,498803	1,337378	-0,705941	-0,544333	0,474296	-0,087141	0,411993	0,137894	-0,705941	NA	0,468612	0,597798	1,262982	-1,777735	0,020895	0,578954	0,074195
	180	-1,598991	-1,510025	1,343245	-0,712408	-0,554271	0,47622	-0,088736	0,405206	0,139349	-0,712404	NA	0,470784	0,60639	1,275423	-1,7924	0,022511	0,576361	0,074055
	190	-1,607696	-1,520616	1,345426	-0,720108	-0,566149	0,479968	-0,091861	0,396488	0,142172	-0,720107	NA	0,474791	0,613485	1,286145	-1,805129	0,019529	0,567162	0,077068
	200	-1,599584	-1,510378	1,352064	-0,712119	-0,553523	0,475663	-0,089018	0,4051	0,139304	-0,712116	NA	0,470774	0,605658	1,27559	-1,794617	0,018574	0,570616	0,076143
	210	-1,59045	-1,503515	1,356049	-0,704352	-0,54354	0,471286	-0,085883	0,411443	0,136143	-0,704346	NA	0,466664	0,599104	1,262707	-1,779029	0,018062	0,571943	0,074807
	220	-1,598618	-1,509327	1,359161	-0,710343	-0,551366	0,473839	-0,087538	0,406801	0,138099	-0,710341	NA	0,469393	0,606521	1,275005	-1,789062	0,018164	0,569412	0,076021
	230	-1,609584	-1,520404	1,363278	-0,717546	-0,560914	0,477324	-0,090605	0,400398	0,140662	-0,717548	NA	0,473042	0,612235	1,286067	-1,806245	0,016816	0,56511	0,077674
	240	-1,598868	-1,50859	1,365238	-0,710392	-0,5507	0,47372	-0,087722	0,407252	0,13811	-0,710394	NA	0,469651	0,606403	1,275614	-1,789259	0,015988	0,566809	0,07709
	250	-1,592191	-1,50343	1,369604	-0,704173	-0,541695	0,470401	-0,085317	0,413336	0,135816	-0,704175	NA	0,466514	0,600802	1,266595	-1,77922	0,01463	0,567572	0,076836
	260	-1,601682	-1,512855	1,373428	-0,711095	-0,551479	0,473605	-0,088161	0,406879	0,138218	-0,711095	NA	0,469841	0,606372	1,276599	-1,793793	0,01401	0,564063	0,07809
	270	-1,609924	-1,522413	1,376308	-0,716248	-0,559346	0,47599	-0,090049	0,401296	0,139906	-0,716247	NA	0,472344	0,61141	1,284685	-1,805907	0,012881	0,559201	0,079523
	280	-1,603543	-1,515833	1,379509	-0,711567	-0,55256	0,473882	-0,088668	0,40573	0,138497	-0,711563	NA	0,470388	0,605932	1,276643	-1,798748	0,01144	0,559751	0,079513
	290	-1,595863	-1,506118	1,382045	-0,705688	-0,543533	0,47052	-0,086092	0,412226	0,136168	-0,705686	NA	0,467162	0,601591	1,268995	-1,78485	0,011701	0,563072	0,078432
	300	-1,602575	-1,511772	1,384661	-0,709931	-0,550961	0,471583	-0,087562	0,406542	0,137287	-0,709932	NA	0,468313	0,606397	1,275134	-1,791784	0,013612	0,562186	0,077711

### 3.1.2. Ortalaması 1, Standart Sapması 1,27 olan Log-normal Dağılımdan türetilen veri seti için farklı sansür oranlarında yöntemlerin performans değerlendirmesi

Çizelge 3.5'e göre Ortalaması 1, Standart Sapması 1,27 olan Log-normal Dağılımdan türetilen veri seti için %5 sansür oranında sansürlü, LOD,  $LOD/\sqrt{2}$  yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 70'in altında olduğunda birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. Ancak sansürlü veriler için Standart sapmadan farklar örneklem genişliği büyüdükçe artmaktadır. KM yöntemi ise ortalama ve ortanca örneklem genişliği 70'in altında olduğunda en büyük sapmaları göstermektedir. MLE'de örneklem genişliği 20, 30 ve 40 olduğunda en büyük sapmalar görülmektedir. Sistematik olarak KM ve MLE için örneklem genişliği 70'in altında kalan değerlerde ortalama ve ortancada daha büyük sapmalar gözlenmektedir. ROS yöntemi de benzer şekilde ortalama ve standart sapmada örnek genişliği küçük olduğunda en büyük sapmaları göstermektedir. ROS yönteminde ortancadan farklar için sistematik bir yorum yapmak doğru olmayacaktır. Ortalamada ve standart sapmada  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma, KM, ve ROS birbirine yakın performans gösterse de aralarında en az sapmayı gösteren ROS'tur. Ortancada ise ROS yöntemi en iyi performansı göstermektedir.

**Çizelge 3. 5.** Ortalaması 1, standart Sapması 1,27 olan Log-normal dağılımdan türetilen veri seti için %5 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi

SANSÜR ORANI	N	SANSÜRLÜ			LOD			LOD/√2			K-M			MLE			ROS		
		Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar
5%	20	-0,302303	-0,224188	-0,133778	-0,010117	NA	0,007932	-0,00264	NA	0,002177	-0,010132	0,224191	-0,004666	-0,531132	0,138732	-6,606075	0,004673	0	-0,003089
	30	-0,412356	-0,314378	-0,20446	-0,013567	NA	0,009663	-0,003402	NA	0,002528	-0,013575	0,14809	-0,002228	-0,576584	0,140411	-6,473642	0,00418	-0,000002	-0,002386
	40	-0,307785	-0,235107	-0,161952	-0,008094	NA	0,005536	-0,001842	NA	0,00132	-0,008093	0,11389	-0,001205	-0,434011	0,106664	-5,048625	0,002361	-0,000002	-0,001301
	50	-0,243672	-0,18139	-0,132998	-0,005363	NA	0,003569	-0,001066	NA	0,000735	-0,005362	0,087914	-0,000737	-0,3427	0,080687	-4,185245	0,001604	0,000001	-0,000893
	60	-0,3067	-0,225012	-0,173831	-0,007364	NA	0,00474	-0,001558	NA	0,001038	-0,007363	0,072781	0,00014	-0,388722	0,092738	-4,273411	0,00153	0,000003	-0,000776
	70	-0,35388	-0,259756	-0,206326	-0,008961	NA	0,005627	-0,001977	NA	0,00129	-0,008957	0,062443	0,001015	-0,4297	0,097008	-4,451683	0,001406	0,000006	-0,000647
	80	-0,307074	-0,229555	-0,18186	-0,00698	NA	0,004329	-0,001406	NA	0,000899	-0,006981	0,05513	0,000815	-0,371258	0,083128	-3,896922	0,001092	-0,000004	-0,000517
	90	-0,273253	-0,200589	-0,165681	-0,005704	NA	0,003492	-0,001115	NA	0,000706	-0,005704	0,048481	0,000689	-0,3336	0,072021	-3,566184	0,000825	-0,000001	-0,000384
	100	-0,308128	-0,228521	-0,188943	-0,006785	NA	0,004092	-0,001346	NA	0,000837	-0,006787	0,044264	0,001229	-0,363018	0,082195	-3,6672	0,000797	0,000004	-0,000351
	110	-0,337727	-0,249113	-0,209786	-0,007794	NA	0,004638	-0,001601	NA	0,000981	-0,007796	0,039834	0,001765	-0,389976	0,092298	-3,770329	0,000723	0,000002	-0,000293
	120	-0,308326	-0,227676	-0,192601	-0,006691	NA	0,003959	-0,001297	NA	0,000794	-0,006689	0,036303	0,001555	-0,35704	0,081089	-3,489396	0,00065	-0,000004	-0,000273
	130	-0,283969	-0,20966	-0,178063	-0,005773	NA	0,003404	-0,001081	NA	0,000656	-0,005775	0,033428	0,00136	-0,33709	0,073393	-3,331168	0,000505	0,000002	-0,000204
	140	-0,307705	-0,225793	-0,196902	-0,006496	NA	0,00379	-0,001233	NA	0,000744	-0,006498	0,03046	0,001708	-0,34982	0,080111	-3,321002	0,000468	-0,000001	-0,000167
	150	-0,330712	-0,242291	-0,21328	-0,007293	NA	0,004212	-0,001452	NA	0,000863	-0,007289	0,029401	0,002114	-0,371149	0,08199	-3,44021	0,000421	-0,000001	-0,000129
	160	-0,309391	-0,228173	-0,20085	-0,006511	NA	0,003732	-0,001251	NA	0,000737	-0,006505	0,027652	0,00189	-0,347113	0,076629	-3,261253	0,000429	-0,000003	-0,000156
	170	-0,290032	-0,213	-0,189144	-0,005833	NA	0,003337	-0,001073	NA	0,000631	-0,005834	0,025553	0,00171	-0,324646	0,068419	-3,065173	0,000357	-0,000002	-0,000126
	180	-0,30916	-0,227998	-0,203646	-0,00643	NA	0,003655	-0,001231	NA	0,000718	-0,006433	0,024032	0,002007	-0,34033	0,075634	-3,112258	0,000274	0,000000	-0,000069
	190	-0,32454	-0,239354	-0,213065	-0,006975	NA	0,003954	-0,00134	NA	0,000782	-0,006979	0,023304	0,002318	-0,359415	0,080547	-3,194599	0,000239	-0,000001	-0,000047
	200	-0,308996	-0,228045	-0,203275	-0,006394	NA	0,003605	-0,001198	NA	0,000698	-0,006397	0,021811	0,002127	-0,343356	0,072788	-3,134803	0,000292	0,000001	-0,000088
	210	-0,292986	-0,213953	-0,193049	-0,005887	NA	0,00332	-0,001102	NA	0,00064	-0,005889	0,020892	0,001985	-0,333942	0,071556	-3,009424	0,000176	-0,000005	-0,000032
	220	-0,308233	-0,225498	-0,205208	-0,006332	NA	0,003541	-0,001169	NA	0,000673	-0,00633	0,019886	0,002191	-0,338879	0,071615	-3,001373	0,000193	-0,000003	-0,000038
	230	-0,322522	-0,236724	-0,215294	-0,006803	NA	0,003792	-0,001286	NA	0,00074	-0,006805	0,018856	0,00244	-0,351693	0,074449	-3,083226	0,000168	-0,000001	-0,000018
	240	-0,309199	-0,226082	-0,208088	-0,006318	NA	0,003496	-0,001178	NA	0,000673	-0,006316	0,018142	0,002249	-0,335147	0,071527	-2,950716	0,000119	0,000005	0,000003
	250	-0,296461	-0,218832	-0,198424	-0,00591	NA	0,00328	-0,001084	NA	0,000622	-0,005909	0,017371	0,002137	-0,329152	0,069585	-2,919681	0,00013	0,000004	-0,00001
	260	-0,308354	-0,225718	-0,207599	-0,006304	NA	0,003487	-0,001181	NA	0,000675	-0,006303	0,016724	0,002339	-0,343646	0,075613	-2,942453	0,00005	0,000000	0,000038
	270	-0,320632	-0,235266	-0,217653	-0,006684	NA	0,003679	-0,001253	NA	0,000715	-0,006684	0,016058	0,002524	-0,34586	0,073591	-2,948215	0,000088	0,000000	0,000019
	280	-0,308988	-0,225119	-0,209589	-0,006261	NA	0,003447	-0,00115	NA	0,000651	-0,006263	0,015545	0,002375	-0,334655	0,073185	-2,861624	0,000054	-0,000001	0,000031
	290	-0,297126	-0,218163	-0,201918	-0,005925	NA	0,003248	-0,001093	NA	0,00062	-0,005923	0,015008	0,002253	-0,327236	0,07051	-2,780347	-0,000007	0,000005	0,000058
	300	-0,308358	-0,225642	-0,208401	-0,006264	NA	0,003441	-0,001153	NA	0,000654	-0,006264	0,014395	0,002445	-0,339843	0,072221	-2,879423	0,000023	0,000001	0,00005

Çizelge 3.6'ya göre Ortalaması 1, Standart Sapması 1,27 olan Log-normal Dağılımdan türetilen veri seti için %25 sansür oranında %5 sansür oranına benzer şekilde sansürlü, LOD,  $LOD/\sqrt{2}$  ve KM yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 70'in altında olduğunda birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. MLE'de örneklem genişliği 20, 30 ve 40 olduğunda en büyük sapmalar görülmektedir. Ancak MLE yöntemi sansür oranı arttığında Log-normal dağılımda ciddi bir uyumsuzluk göstermektedir. ROS yöntemi de benzer şekilde ortalama ve standart sapmada örnek genişliği küçük olduğunda en büyük sapmaları göstermektedir. Ortalamada ve standart sapmada  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma ve ROS birbirine yakın performans gösterse de aralarında en az sapmayı gösteren ROS'tur. Ortancada ise ROS yöntemi en iyi performansı göstermektedir.

**Çizelge 3. 6.** Ortalaması 1, standart Sapması 1,27 olan Log-normal dağılımdan türetilen veri seti için %25 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi

SANSÜR ORANI	N	SANSÜRLÜ			LOD			LOD/√2			K-M			MLE			ROS		
		Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar
25%	20	-1,779013	-1,430918	-0,76205	-0,16533	NA	0,117145	-0,064475	NA	0,048939	-0,165318	0,224191	0,03743	-2,338463	0,622502	-27,750213	0,026922	0,000000	-0,010144
	30	-1,950676	-1,532828	-0,938398	-0,175801	NA	0,114072	-0,067632	NA	0,046846	-0,175812	0,14809	0,053736	-2,41414	0,652561	-27,558689	0,023462	-0,000002	-0,007804
	40	-1,811934	-1,407876	-0,932162	-0,147322	NA	0,092088	-0,054609	NA	0,036339	-0,147317	0,11389	0,049531	-2,151712	0,594573	-22,620719	0,016671	-0,000002	-0,004948
	50	-1,716886	-1,317622	-0,920176	-0,131162	NA	0,079756	-0,047482	NA	0,030583	-0,131152	0,087914	0,047229	-1,982985	0,549972	-19,965094	0,012542	0,000001	-0,003491
	60	-1,805244	-1,374984	-1,004642	-0,141284	NA	0,083147	-0,051531	NA	0,032118	-0,141278	0,072781	0,054133	-2,046518	0,577811	-20,429088	0,012375	0,000003	-0,00337
	70	-1,878621	-1,423125	-1,074757	-0,148863	NA	0,085432	-0,054643	NA	0,033193	-0,148866	0,062443	0,059211	-2,12445	0,594788	-21,253889	0,012255	0,000006	-0,00322
	80	-1,807517	-1,374842	-1,053099	-0,138766	NA	0,078748	-0,050305	NA	0,030165	-0,138762	0,05513	0,056589	-2,010601	0,56814	-19,553648	0,009879	-0,000004	-0,002392
	90	-1,766648	-1,340088	-1,056217	-0,13139	NA	0,073517	-0,047205	NA	0,027863	-0,131385	0,048481	0,054098	-1,962003	0,54938	-18,804562	0,008747	-0,000001	-0,002021
	100	-1,81389	-1,37445	-1,095685	-0,137164	NA	0,075713	-0,049501	NA	0,028849	-0,137162	0,044264	0,057666	-2,001322	0,568027	-19,149461	0,008418	0,000004	-0,001797
	110	-1,857969	-1,405401	-1,136338	-0,142442	NA	0,077655	-0,051705	NA	0,029764	-0,142446	0,039834	0,060734	-2,045805	0,586076	-19,582719	0,00794	0,000002	-0,001532
	120	-1,815046	-1,373526	-1,117885	-0,136157	NA	0,07376	-0,048876	NA	0,027923	-0,136153	0,036303	0,058602	-1,984412	0,567474	-18,722044	0,007379	-0,000004	-0,001487
	130	-1,780876	-1,342764	-1,102467	-0,131403	NA	0,070835	-0,04701	NA	0,026696	-0,13141	0,033428	0,057108	-1,95311	0,553646	-18,252218	0,006576	0,000002	-0,00118
	140	-1,811362	-1,362056	-1,144024	-0,135367	NA	0,072218	-0,048708	NA	0,027402	-0,135363	0,03046	0,059099	-1,971988	0,564721	-18,449121	0,006417	-0,000001	-0,00107
	150	-1,851304	-1,389837	-1,177729	-0,139249	NA	0,073764	-0,050172	NA	0,028036	-0,139249	0,029401	0,061193	-2,015685	0,574194	-18,932194	0,006526	-0,000001	-0,001035
	160	-1,822081	-1,369809	-1,167148	-0,134692	NA	0,070835	-0,048288	NA	0,026761	-0,134693	0,027652	0,059225	-1,979889	0,563197	-18,449073	0,006084	-0,000003	-0,001021
	170	-1,791471	-1,347535	-1,15448	-0,130681	NA	0,068484	-0,046464	NA	0,025641	-0,130677	0,025553	0,057725	-1,935541	0,549522	-17,873774	0,005678	-0,000002	-0,000933
	180	-1,820016	-1,364385	-1,184588	-0,134469	NA	0,069995	-0,048145	NA	0,026412	-0,134467	0,024032	0,059608	-1,962255	0,561822	-18,13503	0,005441	0,000000	-0,000733
	190	-1,835027	-1,379492	-1,189994	-0,137524	NA	0,071467	-0,049433	NA	0,027074	-0,13752	0,023304	0,061558	-1,978407	0,569708	-18,260643	0,005237	-0,000001	-0,00062
	200	-1,819493	-1,366479	-1,182184	-0,133652	NA	0,068962	-0,047668	NA	0,025901	-0,133656	0,021811	0,059645	-1,964681	0,559067	-18,110927	0,005404	0,000001	-0,000874
	210	-1,792237	-1,34935	-1,167908	-0,131083	NA	0,067674	-0,046741	NA	0,025404	-0,131082	0,020892	0,058927	-1,940499	0,553232	-17,717747	0,004545	-0,000005	-0,000507
	220	-1,81442	-1,362938	-1,194311	-0,133465	NA	0,068417	-0,047577	NA	0,025682	-0,133466	0,019886	0,059913	-1,948561	0,556916	-17,821179	0,004847	-0,000003	-0,000635
	230	-1,836416	-1,380812	-1,211509	-0,13603	NA	0,069404	-0,048629	NA	0,026127	-0,136027	0,018856	0,061159	-1,972	0,563647	-18,09909	0,004865	-0,000001	-0,000608
	240	-1,820221	-1,362898	-1,211583	-0,133532	NA	0,067782	-0,047675	NA	0,025488	-0,133533	0,018142	0,059924	-1,950337	0,557647	-17,808224	0,004632	0,000005	-0,000517
	250	-1,802495	-1,347672	-1,193311	-0,130895	NA	0,066561	-0,046501	NA	0,024878	-0,130894	0,017371	0,05912	-1,939785	0,55296	-17,638487	0,004219	0,000004	-0,000405
	260	-1,814999	-1,362934	-1,208792	-0,133398	NA	0,067635	-0,047678	NA	0,025444	-0,133397	0,016724	0,0604	-1,95583	0,561175	-17,746557	0,003628	0,000000	-0,000076
	270	-1,834549	-1,372231	-1,231573	-0,135369	NA	0,068162	-0,048376	NA	0,025637	-0,135371	0,016058	0,061087	-1,963144	0,562267	-17,878332	0,004372	0,000000	-0,000454
	280	-1,818737	-1,357425	-1,220749	-0,133134	NA	0,067141	-0,047374	NA	0,025156	-0,133134	0,015545	0,060384	-1,943534	0,559372	-17,612299	0,003995	-0,000001	-0,000306
	290	-1,797599	-1,349208	-1,209929	-0,131016	NA	0,065855	-0,046594	NA	0,024651	-0,131018	0,015008	0,059406	-1,924852	0,55286	-17,333928	0,003563	0,000005	-0,000141
	300	-1,814839	-1,359844	-1,213787	-0,132934	NA	0,066957	-0,04729	NA	0,025075	-0,132936	0,014395	0,060608	-1,944519	0,558073	-17,559732	0,00367	0,000001	-0,000164



Çizelge 3.7'ye göre Ortalaması 1, Standart Sapması 1,27 olan Log-normal Dağılımdan türetilen veri seti için %45 sansür oranında sansürlü, LOD,  $LOD/\sqrt{2}$  yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 40'ın altında olduğunda birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. Bu tekniklerde küçük örneklerde sapmalar artmaktadır. Özellikle  $LOD/\sqrt{2}$  yönteminin örneklem genişliği arttıkça ortalama ve standart sapmadaki sapmalar giderek azalmaktadır. KM yöntemi ise ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 50'nin altında olduğunda en büyük sapmaları göstermektedir. Ancak MLE yöntemi %25'teki sansür oranına benzer şekilde; sansür oranı arttığında Log-normal dağılımda ciddi bir uyumsuzluk göstermektedir. ROS yöntemi de benzer şekilde ortalama ve standart sapmada örnek genişliği küçük olduğunda en büyük sapmaları göstermektedir. Ortalamada ve standart sapmada  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma ve ROS birbirine yakın performans gösterse de aralarında en az sapmayı gösteren ROS'tur. Ortancada ise ROS yöntemi en iyi performansı göstermektedir. ROS yöntemi sansür oranı arttıkça diğer yöntemlere göre ciddi bir performans artışı göstermektedir.

**Çizelge 3. 7.** Ortalaması 1, standart Sapması 1,27 olan Log-normal dağılımdan türetilen veri seti için %45 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi

SANSÜR ORANI	N	SANSÜRLÜ			LOD			LOD/√2			K-M			MLE			ROS		
		Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar
45%	20	-3,969636	-3,279142	-1,580329	-0,659584	NA	0,419394	-0,308083	NA	0,214195	-0,659578	0,224191	0,226566	-6,463617	1,410139	-184,51537	0,091216	-0,000031	-0,020911
	30	-4,264051	-3,441975	-1,91907	-0,68587	NA	0,398903	-0,318654	NA	0,201783	-0,685875	0,14809	0,256143	-6,583781	1,461556	-168,580324	0,089945	-0,000002	-0,021129
	40	-4,05591	-3,209398	-1,967322	-0,604868	NA	0,340228	-0,275436	NA	0,16798	-0,604862	0,11389	0,237423	-5,813132	1,384512	-118,29971	0,070166	-0,000002	-0,01528
	50	-3,902134	-3,06501	-1,983082	-0,555634	NA	0,304846	-0,249309	NA	0,147878	-0,555644	0,087914	0,225152	-5,344205	1,322584	-97,613815	0,060671	0,000001	-0,013754
	60	-4,04266	-3,151361	-2,136593	-0,582561	NA	0,309271	-0,262309	NA	0,150525	-0,582565	0,072781	0,239195	-5,476096	1,36264	-99,812611	0,062106	0,000003	-0,0143
	70	-4,166936	-3,236278	-2,264936	-0,603886	NA	0,312538	-0,272886	NA	0,152614	-0,603887	0,062443	0,249799	-5,673862	1,389876	-105,226547	0,063976	0,000006	-0,014871
	80	-4,049018	-3,13675	-2,247885	-0,573521	NA	0,293896	-0,257026	NA	0,142138	-0,573527	0,05513	0,240376	-5,360753	1,352442	-93,543732	0,05603	-0,000004	-0,0125
	90	-3,992395	-3,085376	-2,278865	-0,551447	NA	0,279214	-0,245661	NA	0,134056	-0,551448	0,048481	0,231933	-5,248367	1,327545	-88,682641	0,052233	-0,000001	-0,011596
	100	-4,064958	-3,12725	-2,345452	-0,569463	NA	0,284112	-0,254814	NA	0,137053	-0,569467	0,044264	0,240517	-5,329083	1,353005	-90,741854	0,05217	0,000004	-0,011252
	110	-4,13657	-3,17803	-2,41831	-0,585176	NA	0,287902	-0,262689	NA	0,139309	-0,585172	0,039834	0,247274	-5,428612	1,377988	-93,315553	0,052081	0,000002	-0,011012
	120	-4,068098	-3,132878	-2,396817	-0,565865	NA	0,277111	-0,252463	NA	0,133164	-0,565863	0,036303	0,240494	-5,276164	1,35342	-87,997211	0,048659	-0,000004	-0,010413
	130	-4,014489	-3,084486	-2,379003	-0,550704	NA	0,268855	-0,24472	NA	0,128641	-0,550703	0,033428	0,235516	-5,191593	1,33419	-84,794203	0,046245	0,000002	-0,009643
	140	-4,060276	-3,101329	-2,457704	-0,562036	NA	0,270964	-0,250669	NA	0,130092	-0,562046	0,03046	0,239267	-5,240963	1,347365	-86,608419	0,047071	-0,000001	-0,009992
	150	-4,130782	-3,164958	-2,518264	-0,573747	NA	0,274762	-0,256196	NA	0,132152	-0,573744	0,029401	0,244524	-5,351488	1,364436	-89,50816	0,047903	-0,000001	-0,010007
	160	-4,086152	-3,121322	-2,509199	-0,56089	NA	0,266943	-0,249875	NA	0,127972	-0,560892	0,027652	0,238885	-5,270312	1,34869	-86,574348	0,045629	-0,000003	-0,009598
	170	-4,034563	-3,08106	-2,495003	-0,548861	NA	0,260383	-0,243475	NA	0,124256	-0,548862	0,025553	0,234277	-5,158642	1,330061	-83,305587	0,044044	-0,000002	-0,009341
	180	-4,080942	-3,114273	-2,550542	-0,559015	NA	0,263338	-0,248559	NA	0,126033	-0,559016	0,024032	0,238234	-5,218899	1,346682	-84,959707	0,044347	0,000000	-0,009214
	190	-4,097628	-3,129001	-2,551624	-0,566887	NA	0,266419	-0,252443	NA	0,127716	-0,566886	0,023304	0,242556	-5,235834	1,356284	-85,491657	0,044031	-0,000001	-0,00889
	200	-4,080815	-3,119045	-2,544632	-0,557198	NA	0,260307	-0,247637	NA	0,124423	-0,557196	0,021811	0,23779	-5,222007	1,343956	-84,512265	0,043162	0,000001	-0,009098
	210	-4,032106	-3,08126	-2,524687	-0,548558	NA	0,256295	-0,243229	NA	0,122189	-0,548558	0,020892	0,235088	-5,143309	1,333847	-82,052417	0,04097	-0,000005	-0,00838
	220	-4,068276	-3,109323	-2,574007	-0,55607	NA	0,25795	-0,246891	NA	0,123186	-0,556064	0,019886	0,237397	-5,17005	1,340406	-83,051105	0,042237	-0,000003	-0,008876
	230	-4,10486	-3,134288	-2,602861	-0,563598	NA	0,260229	-0,25064	NA	0,124503	-0,563592	0,018856	0,24036	-5,22758	1,35057	-84,670508	0,04288	-0,000001	-0,008935
	240	-4,082129	-3,108929	-2,613435	-0,555744	NA	0,255405	-0,246692	NA	0,121942	-0,555744	0,018142	0,236411	-5,180223	1,342117	-83,011903	0,042105	0,000005	-0,008785
	250	-4,053955	-3,091241	-2,580982	-0,549462	NA	0,253116	-0,24357	NA	0,120634	-0,549462	0,017371	0,235084	-5,14921	1,335699	-81,772028	0,040218	0,000004	-0,008203
	260	-4,068573	-3,100217	-2,608243	-0,556032	NA	0,255142	-0,246949	NA	0,121875	-0,556031	0,016724	0,237656	-5,171865	1,345075	-82,505976	0,039548	0,000001	-0,007706
	270	-4,102979	-3,12484	-2,650509	-0,560493	NA	0,255605	-0,248882	NA	0,122086	-0,560491	0,016058	0,238546	-5,204578	1,348589	-83,61471	0,041591	0,000001	-0,008535
	280	-4,078015	-3,103873	-2,634981	-0,555503	NA	0,25357	-0,246415	NA	0,120959	-0,555498	0,015545	0,237236	-5,153493	1,344201	-82,003635	0,040254	-0,000001	-0,008199
	290	-4,040293	-3,077039	-2,619877	-0,548754	NA	0,24967	-0,24317	NA	0,118944	-0,548757	0,015008	0,234044	-5,097914	1,333599	-80,287946	0,038639	0,000005	-0,007713
	300	-4,068716	-3,104275	-2,619657	-0,554199	NA	0,252717	-0,245639	NA	0,120464	-0,554203	0,014395	0,237546	-5,141775	1,342428	-81,398763	0,038925	0,000001	-0,007659

Çizelge 3.8'e göre Ortalaması 1, Standart Sapması 1,27 olan Log-normal Dağılımdan türetilen veri seti için %65 sansür oranında sansürlü, LOD,  $LOD/\sqrt{2}$ , KM, MLE ve ROS yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 110'nun altında olduğunda birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. Ancak sansürlü veriler için Standart sapmadan farklar örneklem genişliği büyüdükçe artmaktadır. Özellikle ROS ve  $LOD/\sqrt{2}$  yönteminin örneklem genişliği arttıkça ortalama ve standart sapmadaki sapmalar giderek azalmaktadır. Tüm yöntemlerde Sansür oranı arttıkça Log-normal dağılımın yapısı gereği farklar oldukça ciddi biçimde artmaktadır. Ancak MLE'deki sapmalar sansürlü durumdan dahi kötü olduğu görülmektedir. Bu durumda sansür oranının yöntemler üzerine etkisi net bir biçimde görülmektedir. Ortalamada ve standart sapmada  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma ve ROS birbirine yakın performans gösterse de aralarında en az sapmayı gösteren ROS'tur. Ortancada ise  $LOD/\sqrt{2}$  yöntemi en iyi performansı göstermektedir.



### **3.2. Üstel dağılım gösteren veri setleri için yerine koyma, parametrik, yarı parametrik ve parametrik olmayan yöntemlerin değerlendirilmesi**

#### **3.2.1. Parametresi 0,05 olan Üstel Dağılımdan türetilen veri seti için farklı sansür oranlarında yöntemlerin performans değerlendirmesi**

Çizelge 3.9'a göre Parametresi 0,05 olan Üstel Dağılımdan türetilen veri seti için %5 sansür oranında sansürlü, LOD,  $LOD/\sqrt{2}$  yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 110'un altında olduğunda birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. Bu üç yöntemde de örneklem genişliği arttıkça ortalama, ortanca ve standart sapmada sistematik olarak bir azalış görüldüğü söylenebilir. Bu durumda örneklem genişliği 110'nun altına düştüğünde 110'nun üstündeki örneklem genişliklerine göre daha kötü performans sergilediği söylenebilir. KM yöntemi ise ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 70'in altında olduğunda en büyük sapmaları göstermektedir. ROS ise diğer tüm yöntemlerden farklı olarak ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 120'nin altında olduğunda sansürsüz veri ile arasındaki fark büyümektedir. Ortalamada ise örneklem genişliği büyüdükçe sapmalar artmaktadır. Ortalamada ve standart sapmada LOD yerine koyma, KM,  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma ve ROS birbirine yakın performans gösterse de aralarında en az sapmayı gösteren  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma yöntemidir. Ortancada ise ROS yöntemi en iyi performansı göstermektedir.

**Çizelge 3. 9.** Parametresi 0,05 olan Üstel Dağılımdan türetilen veri seti için %5 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi

SANSÜR ORANI	N	SANSÜRLÜ			LOD			LOD/√2			K-M			MLE			ROS		
		Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar
5%	20	-0,998352	-1,00301	0,043701	-0,053052	NA	0,057599	-0,022763	NA	0,025725	-0,053056	1,002884	0,031269	-7,955578	2,939071	-86,215774	-0,015698	-0,000046	0,020456
	30	-1,35779	-1,382107	0,037777	-0,070308	NA	0,072685	-0,029904	NA	0,03199	-0,070347	0,663834	0,048802	-8,183203	3,032261	-63,708444	-0,036784	-0,000038	0,041423
	40	-1,011691	-1,008633	0,023257	-0,039152	NA	0,040366	-0,016628	NA	0,017614	-0,03922	0,492615	0,027218	-7,435344	2,929546	-52,420098	-0,027423	-0,000019	0,029841
	50	-0,807851	-0,818772	0,014475	-0,02498	NA	0,025553	-0,01052	NA	0,011007	-0,024982	0,406167	0,017217	-6,969175	2,840302	-45,143075	-0,020929	0,00003	0,022275
	60	-1,019695	-1,041532	0,01873	-0,035143	NA	0,03543	-0,014986	NA	0,015444	-0,035087	0,340692	0,026663	-7,353327	2,89861	-46,665244	-0,031943	0,000015	0,033236
	70	-1,169527	-1,181559	0,016203	-0,04269	NA	0,042612	-0,017921	NA	0,018345	-0,042703	0,284732	0,033956	-7,511276	2,956084	-47,304911	-0,039848	-0,000042	0,040749
	80	-1,020253	-1,016865	0,009829	-0,032628	NA	0,03246	-0,013767	NA	0,013962	-0,032632	0,248131	0,025866	-7,24146	2,891078	-44,81852	-0,033768	0,000008	0,034221
	90	-0,904519	-0,916373	0,009616	-0,025465	NA	0,025422	-0,010697	NA	0,010864	-0,025446	0,223669	0,020255	-7,013387	2,860357	-43,519112	-0,032893	-0,000006	0,029379
	100	-1,021338	-1,031252	0,009675	-0,030786	NA	0,030599	-0,012953	NA	0,013139	-0,030832	0,198114	0,025336	-7,280525	2,903687	-44,47444	-0,035276	-0,000009	0,035463
	110	-1,116113	-1,119987	0,010598	-0,036118	NA	0,035722	-0,015221	NA	0,015325	-0,036155	0,183542	0,030489	-7,333192	2,908297	-44,555767	-0,04066	-0,000019	0,040617
	120	-1,021591	-1,025375	0,010068	-0,030592	NA	0,030279	-0,012882	NA	0,013005	-0,030594	0,165541	0,025905	-7,158227	2,867545	-43,160531	-0,03642	0,000044	0,036345
	130	-0,9422	-0,948947	0,007483	-0,025748	NA	0,025549	-0,010744	NA	0,010904	-0,02576	0,153841	0,021828	-7,040239	2,863543	-42,186889	-0,032504	-0,000006	0,032458
	140	-1,022982	-1,028444	0,006329	-0,029443	NA	0,029006	-0,012408	NA	0,012355	-0,029478	0,143183	0,025245	-7,179737	2,883419	-43,083068	-0,036728	-0,000008	0,036383
	150	-1,092195	-1,089518	0,006239	-0,033192	NA	0,032549	-0,013969	NA	0,013916	-0,033167	0,131475	0,028796	-7,234631	2,917915	-43,373754	-0,040694	-0,000017	0,040138
	160	-1,022774	-1,02726	0,006796	-0,029095	NA	0,028582	-0,012153	NA	0,01216	-0,029062	0,125111	0,025297	-7,145789	2,883814	-42,620719	-0,037387	0,000028	0,036932
	170	-0,960987	-0,967526	0,005847	-0,025726	NA	0,025265	-0,010803	NA	0,010776	-0,025703	0,120869	0,022364	-7,099941	2,876591	-42,241826	-0,034477	0,000003	0,034002
	180	-1,023277	-1,021737	0,00485	-0,028833	NA	0,028215	-0,012141	NA	0,01207	-0,028767	0,112768	0,025291	-7,205616	2,888735	-42,918151	-0,037769	-0,000013	0,037158
	190	-1,078699	-1,077026	0,006082	-0,031689	NA	0,031075	-0,01337	NA	0,013321	-0,031738	0,103386	0,028155	-7,256303	2,895553	-43,175314	-0,041068	-0,000012	0,040301
	200	-1,02268	-1,024458	0,005309	-0,02843	NA	0,027885	-0,0119	NA	0,011928	-0,02838	0,100769	0,025258	-7,161678	2,898996	-42,514492	-0,038146	0,000004	0,0375
	210	-0,973512	-0,972417	0,004302	-0,025846	NA	0,025348	-0,010875	NA	0,010798	-0,025917	0,094425	0,022969	-7,116597	2,870826	-42,171008	-0,035685	0,000041	0,034965
	220	-1,023601	-1,028473	0,005135	-0,028185	NA	0,027641	-0,011786	NA	0,011819	-0,028212	0,090044	0,025253	-7,185742	2,887383	-42,519328	-0,038659	0,000002	0,037881
	230	-1,069543	-1,072065	0,005669	-0,030676	NA	0,029951	-0,012901	NA	0,012815	-0,030661	0,088076	0,027563	-7,251441	2,919519	-42,931064	-0,041268	0,000013	0,040332
	240	-1,023894	-1,026898	0,003528	-0,027794	NA	0,027178	-0,011717	NA	0,011572	-0,027849	0,08351	0,024986	-7,185588	2,883099	-42,49847	-0,038722	0,000009	0,037788
	250	-0,981998	-0,981453	0,005214	-0,025934	NA	0,025386	-0,010934	NA	0,010837	-0,025934	0,079746	0,023374	-7,099824	2,871915	-41,836126	-0,03677	-0,000003	0,035976
	260	-1,023804	-1,029171	0,002922	-0,027974	NA	0,027229	-0,011738	NA	0,011613	-0,027957	0,07623	0,025206	-7,173423	2,882565	-42,357063	-0,038939	0,000009	0,037926
	270	-1,062781	-1,062234	0,00376	-0,029888	NA	0,029104	-0,012598	NA	0,012447	-0,029888	0,07459	0,027081	-7,210065	2,883842	-42,539479	-0,041262	-0,000009	0,040155
	280	-1,023485	-1,021605	0,004337	-0,027724	NA	0,027079	-0,011596	NA	0,011493	-0,027725	0,071026	0,025204	-7,13041	2,882177	-41,97627	-0,039161	-0,000036	0,038189
	290	-0,987663	-0,986898	0,003745	-0,0259	NA	0,025288	-0,010897	NA	0,010783	-0,025903	0,068532	0,023542	-7,093604	2,873233	-41,74518	-0,037283	-0,000001	0,036336
	300	-1,024334	-1,022389	0,003993	-0,027669	NA	0,027027	-0,011594	NA	0,011516	-0,02767	0,067285	0,025275	-7,146518	2,887144	-42,062746	-0,03934	0,000003	0,03834

Çizelge 3.10'a göre Parametresi 0,05 olan Üstel Dağılımdan türetilen veri seti için %25 sansür oranında sansürlü, LOD,  $LOD/\sqrt{2}$  yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 20, 30, 70 ve 110 olduğu değerlerde birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. Yine %5 sansür oranına benzer şekilde bu üç yöntemde de ortalama, ortanca ve standart sapmada sistematik olarak örneklem genişliği 70'in üzerine çıktığında sapmalarda bir azalış görülmektedir. KM yöntemi ise ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 20, 30 ve 70 olduğunda en büyük sapmaları göstermektedir. MLE'de örneklem genişliği 20, 70 ve 110 olduğu değerlerde ortalama ve ortancadan farklar artmaktadır. Ancak Standart sapmadan farklar sistematik olarak olmasa da örneklem büyüklüğü arttıkça daha çok görülmektedir. Sistematik olmasa da KM için örneklem genişliği 70'in altında kalan değerlerde daha büyük sapmalar gözlenmektedir. ROS yönteminde ise ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 230'un üstünde olduğunda sansürsüz veri ile arasındaki fark büyümektedir. Özellikle standart sapmadan olan farklarda örneklem genişliği 200'ün üzerine çıktığında sistematik olarak bir artış görülmektedir. Ortalamada LOD yerine koyma, KM,  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma ve ROS birbirine yakın performans gösterse de aralarında en az sapmayı gösteren  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma yöntemidir. Ortanca ve standart sapmada ise ROS yöntemi en iyi performansı göstermektedir. Standart sapmadan olan farkların hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın, sansürlü gözlemlerden elde edilen farklardan daha az olmadığı belirlenmiştir. Ancak standart sapmada bazı örnek genişliklerinde  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma yöntemi en az sapmayı gösteren yöntem olarak değerlendirilebilir.

**Çizelge 3. 10.** Parametresi 0,05 olan Üstel Dağılımdan türetilen veri seti için %25 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi

SANSÜR ORANI	N	SANSÜRLÜ			LOD			LOD/N2			K-M			MLE			ROS		
		Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar
25%	20	-5,575697	-5,70895	0,263477	-0,925564	NA	0,865794	-0,416569	NA	0,423171	-0,925604	1,002884	0,704347	-17,361061	4,888587	-809,567064	-0,248446	-0,000046	0,291375
	30	-6,090463	-6,205946	0,188957	-0,993266	NA	0,88766	-0,446333	NA	0,431859	-0,993214	0,663834	0,770301	-16,532227	5,13574	-251,202264	-0,32816	-0,000038	0,346289
	40	-5,660553	-5,716679	0,139828	-0,839039	NA	0,747999	-0,373852	NA	0,358579	-0,839008	0,492615	0,667317	-15,108978	4,924501	-186,306008	-0,327646	-0,000019	0,331116
	50	-5,422348	-5,48753	0,105791	-0,752704	NA	0,66832	-0,333521	NA	0,317174	-0,752667	0,406167	0,606953	-14,212237	4,770775	-131,870394	-0,323429	0,00003	0,317739
	60	-5,708866	-5,786081	0,112796	-0,814067	NA	0,714419	-0,36176	NA	0,340317	-0,814069	0,340692	0,660624	-14,6618	4,919268	-131,255884	-0,361004	0,000015	0,348085
	70	-5,90243	-5,963003	0,091374	-0,850892	NA	0,737882	-0,377534	NA	0,351086	-0,850871	0,284732	0,690038	-14,798715	5,029322	-131,273639	-0,383241	-0,000042	0,363579
	80	-5,715854	-5,731593	0,060031	-0,797255	NA	0,690288	-0,353602	NA	0,327498	-0,797318	0,248131	0,649804	-14,373519	4,91368	-121,818497	-0,372644	0,000008	0,350096
	90	-5,572811	-5,609525	0,066106	-0,753951	NA	0,654837	-0,333842	NA	0,30953	-0,753961	0,223669	0,619958	-14,179051	4,844891	-116,998729	-0,368914	-0,000006	0,348849
	100	-5,723969	-5,754998	0,060084	-0,786485	NA	0,67861	-0,348473	NA	0,321299	-0,786476	0,198114	0,646301	-14,386012	4,933003	-119,134146	-0,385999	-0,000009	0,358175
	110	-5,83996	-5,890827	0,059764	-0,817948	NA	0,702255	-0,362814	NA	0,333076	-0,818012	0,183542	0,672267	-14,378585	4,970533	-118,29498	-0,400422	-0,000019	0,369436
	120	-5,722464	-5,769943	0,058591	-0,784817	NA	0,674956	-0,347076	NA	0,318774	-0,784819	0,165541	0,64811	-14,095148	4,899038	-113,587713	-0,394052	0,000044	0,362535
	130	-5,630192	-5,652591	0,047983	-0,756	NA	0,650904	-0,334113	NA	0,306879	-0,75603	0,153841	0,626546	-13,9391	4,869299	-110,441922	-0,388442	-0,000006	0,356305
	140	-5,73553	-5,780476	0,040526	-0,77816	NA	0,666766	-0,344463	NA	0,314972	-0,778205	0,143183	0,643672	-14,143932	4,917255	-112,833177	-0,398835	-0,000008	0,364058
	150	-5,819876	-5,83408	0,038211	-0,797176	NA	0,680566	-0,352742	NA	0,321543	-0,797157	0,131475	0,65867	-14,187931	4,973738	-113,387511	-0,409983	-0,000017	0,372616
	160	-5,733463	-5,746026	0,04232	-0,776638	NA	0,664557	-0,34371	NA	0,313743	-0,776588	0,125111	0,644392	-14,045143	4,918723	-110,760812	-0,404682	0,000028	0,367971
	170	-5,655442	-5,676459	0,038736	-0,754377	NA	0,646201	-0,333783	NA	0,304654	-0,754363	0,120869	0,627507	-14,007249	4,890589	-109,645743	-0,399444	0,000003	0,362493
	180	-5,738258	-5,747014	0,031481	-0,773395	NA	0,660094	-0,34254	NA	0,311711	-0,77343	0,112768	0,642144	-14,151248	4,92616	-111,454541	-0,40788	-0,000013	0,368968
	190	-5,806792	-5,83399	0,035914	-0,78862	NA	0,6721	-0,348614	NA	0,316965	-0,788608	0,103386	0,654888	-14,190492	4,952773	-111,866781	-0,415019	-0,000012	0,375023
	200	-5,735264	-5,749035	0,034326	-0,76906	NA	0,656332	-0,34005	NA	0,309393	-0,769099	0,100769	0,640206	-14,063729	4,934818	-109,983513	-0,412358	0,000004	0,372036
	210	-5,675639	-5,694645	0,028939	-0,752803	NA	0,642794	-0,332359	NA	0,30234	-0,752771	0,094425	0,627604	-14,009277	4,891779	-108,979506	-0,406089	0,000041	0,366186
	220	-5,738116	-5,751044	0,030917	-0,770162	NA	0,656389	-0,340516	NA	0,309389	-0,770189	0,090044	0,641724	-14,079751	4,927607	-109,639268	-0,41436	0,000002	0,373156
	230	-5,797657	-5,808967	0,033822	-0,784515	NA	0,667602	-0,347205	NA	0,315049	-0,784514	0,088076	0,653427	-14,169278	4,975766	-110,711846	-0,422199	0,000013	0,379507
	240	-5,741701	-5,762851	0,023454	-0,767508	NA	0,653109	-0,339537	NA	0,30792	-0,767479	0,08351	0,639649	-14,092367	4,922474	-109,514028	-0,415314	0,000009	0,372948
	250	-5,68706	-5,716707	0,032796	-0,754524	NA	0,643739	-0,333144	NA	0,302785	-0,754504	0,079746	0,630975	-13,942561	4,898329	-107,402064	-0,412628	-0,000003	0,37098
	260	-5,740907	-5,765419	0,018864	-0,765834	NA	0,65088	-0,338226	NA	0,306342	-0,765791	0,07623	0,638454	-14,058521	4,922623	-108,998585	-0,416104	0,000009	0,372888
	270	-5,789764	-5,797308	0,02264	-0,778773	NA	0,661157	-0,344328	NA	0,311675	-0,778725	0,07459	0,64909	-14,090259	4,937549	-109,259486	-0,42262	-0,000009	0,378281
	280	-5,738059	-5,741171	0,026107	-0,766534	NA	0,651851	-0,338371	NA	0,306693	-0,766474	0,071026	0,640339	-13,960676	4,922475	-107,615702	-0,419112	-0,000036	0,375411
	290	-5,695488	-5,715781	0,024575	-0,752738	NA	0,640789	-0,332262	NA	0,301177	-0,752756	0,068532	0,629763	-13,929866	4,900756	-107,012168	-0,415431	-0,000001	0,371905
	300	-5,743324	-5,763865	0,024546	-0,766429	NA	0,65137	-0,338613	NA	0,306662	-0,766371	0,067285	0,640616	-13,99186	4,928947	-107,799729	-0,420846	0,000003	0,376453



Çizelge 3.11'e göre Parametresi 0,05 olan Üstel Dağılımdan türetilen veri seti için %45 sansür oranında sansürlü, LOD,  $LOD/\sqrt{2}$  yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 20, 30, 70 ve 110 olduğu değerlerde birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. Yine %25 sansür oranına benzer şekilde bu üç yöntemde de ortalama, ortanca ve standart sapmada sistematik olarak örneklem genişliği 70'in üzerine çıktığında sapmalarda bir azalış görülmektedir. KM yöntemi ise ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 20, 30 ve 70 olduğunda en büyük sapmaları göstermektedir. MLE'de örneklem genişliği 20, 70 ve 110 olduğu değerlerde ortalama ve ortancadan farklar artmaktadır. Ancak Standart sapmadan farklar sistematik olarak olmasa da örneklem büyüklüğü arttıkça daha çok görülmektedir. Fakat bu yöntemi kullanmak sapmaların büyüklüğünden dolayı doğru olmayacaktır. Sistematik olmasa da KM için örneklem genişliği 70'in altında kalan değerlerde daha büyük sapmalar gözlenmektedir. ROS yönteminde ise ortalama ve standart sapmada örneklem genişliği 230'un üstünde olduğunda sansürsüz veri ile arasındaki fark büyümektedir. Özellikle standart sapmadan olan farklarda örneklem genişliği 200'ün üzerine çıktığında sistematik olarak bir artış görülmektedir. Ortalamada,  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma ve ROS birbirine yakın performans gösterse de aralarında en az sapmayı gösteren ROS yöntemidir. Standart sapmadan olan farkların hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın, sansürlü gözlemlerden elde edilen farklardan daha az olmadığı belirlenmiştir. Ortanca ve standart sapmada ise yine ROS yöntemi en iyi performansı göstermektedir.

**Çizelge 3. 11.** Parametresi 0,05 olan Üstel Dağılımdan türetilen veri seti için %45 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi

SANSÜR ORANI	N	SANSÜRLÜ			LOD			LOD/√2			K-M			MLE			ROS		
		Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar
45%	20	-11,524003	-11,941641	0,622778	-3,381402	NA	2,708496	-1,614569	NA	1,461305	-3,381428	1,002884	2,345343	-39,403019	8,090107	-109287,971	-0,584427	-0,00072	0,720601
	30	-12,297568	-12,563991	0,440098	-3,543981	NA	2,711134	-1,689682	NA	1,459758	-3,543944	0,663834	2,453052	-32,103845	8,443323	-3477,227636	-0,725592	-0,00025	0,795128
	40	-11,727255	-11,907695	0,327331	-3,171989	NA	2,423638	-1,498964	NA	1,286592	-3,172069	0,492615	2,241579	-28,268339	8,161032	-1836,015517	-0,766339	-0,000019	0,780594
	50	-11,432798	-11,574296	0,256405	-2,954259	NA	2,252507	-1,387152	NA	1,183168	-2,95427	0,406167	2,11156	-25,897073	7,968557	-592,99333	-0,786498	0,00003	0,767307
	60	-11,835703	-11,989876	0,263436	-3,103397	NA	2,33654	-1,458843	NA	1,23063	-3,103372	0,340692	2,215038	-26,455201	8,182974	-534,298937	-0,853964	0,000015	0,81597
	70	-12,112187	-12,223829	0,218414	-3,209991	NA	2,385945	-1,513929	NA	1,261249	-3,209944	0,284732	2,27907	-26,578122	8,323805	-520,411084	-0,899424	-0,000042	0,842904
	80	-11,864063	-11,973364	0,145164	-3,058136	NA	2,272488	-1,435223	NA	1,193226	-3,058174	0,248131	2,180914	-25,692403	8,174528	-449,428225	-0,884212	0,000008	0,817284
	90	-11,671612	-11,761732	0,159106	-2,959504	NA	2,2072	-1,387281	NA	1,155404	-2,959489	0,223669	2,127628	-25,252025	8,08173	-415,884503	-0,893917	-0,000006	0,817124
	100	-11,8818	-11,953493	0,14452	-3,043771	NA	2,254051	-1,42929	NA	1,183075	-3,0438	0,198114	2,181002	-25,540006	8,197988	-425,753608	-0,924422	-0,000009	0,838643
	110	-12,036915	-12,134412	0,141958	-3,102271	NA	2,285813	-1,454724	NA	1,199245	-3,102276	0,183542	2,218467	-25,45784	8,256821	-416,51085	-0,949576	-0,000019	0,855796
	120	-11,875797	-11,972078	0,134967	-3,023842	NA	2,233097	-1,414318	NA	1,167718	-3,023818	0,165541	2,172383	-24,851217	8,169489	-387,334199	-0,943568	0,000044	0,84595
	130	-11,760539	-11,836819	0,112729	-2,959187	NA	2,187018	-1,383697	NA	1,141574	-2,959184	0,153841	2,131577	-24,545518	8,124771	-369,041855	-0,942652	-0,000006	0,839862
	140	-11,9128	-11,990148	0,101155	-3,012682	NA	2,216214	-1,411063	NA	1,159092	-3,012677	0,143183	2,163962	-24,937756	8,187855	-379,734965	-0,964027	-0,000008	0,85424
	150	-12,022936	-12,063749	0,09278	-3,073485	NA	2,250837	-1,443308	NA	1,180853	-3,073455	0,131475	2,201573	-24,985044	8,256747	-381,816779	-0,983107	-0,000017	0,86768
	160	-11,905241	-11,969006	0,100175	-3,010403	NA	2,211829	-1,409794	NA	1,156539	-3,010479	0,125111	2,166217	-24,66908	8,190642	-366,268036	-0,977547	0,000028	0,861438
	170	-11,800843	-11,852074	0,094077	-2,955025	NA	2,174444	-1,382561	NA	1,134871	-2,955056	0,120869	2,131953	-24,601583	8,147613	-359,642078	-0,975585	0,000003	0,856261
	180	-11,917441	-11,953113	0,075705	-3,003263	NA	2,200743	-1,40664	NA	1,150554	-3,003286	0,112768	2,160127	-24,849022	8,198125	-367,955603	-0,984439	-0,000013	0,862221
	190	-12,012514	-12,074353	0,089079	-3,043265	NA	2,226342	-1,425748	NA	1,164703	-3,04322	0,103386	2,187566	-24,907941	8,237123	-369,201338	-1,002349	-0,000012	0,876031
	200	-11,909835	-11,948871	0,080753	-3,004528	NA	2,199991	-1,408525	NA	1,150911	-3,004474	0,100769	2,163518	-24,661755	8,205456	-359,770747	-1,000552	0,000004	0,872193
	210	-11,834575	-11,882717	0,07129	-2,956633	NA	2,167951	-1,38303	NA	1,130946	-2,956615	0,094425	2,133451	-24,564433	8,153773	-354,45508	-0,993404	0,000041	0,864447
	220	-11,915553	-11,95272	0,071534	-2,996207	NA	2,19239	-1,401929	NA	1,144974	-2,996212	0,090044	2,15921	-24,63433	8,202296	-356,046449	-1,004365	0,000002	0,873319
	230	-11,997294	-12,015709	0,077405	-3,031808	NA	2,214468	-1,419673	NA	1,157833	-3,031835	0,088076	2,182511	-24,789443	8,260902	-360,589063	-1,020973	0,000013	0,885628
	240	-11,928631	-11,966828	0,059134	-2,990866	NA	2,185368	-1,40051	NA	1,141559	-2,990875	0,08351	2,154908	-24,681615	8,19508	-354,890182	-1,011747	0,000009	0,875879
	250	-11,849333	-11,89893	0,077477	-2,957224	NA	2,166752	-1,382024	NA	1,129433	-2,9572	0,079746	2,137783	-24,371289	8,165668	-344,509331	-1,011441	-0,000003	0,875477
	260	-11,929395	-11,954898	0,050559	-2,987051	NA	2,180224	-1,398027	NA	1,138152	-2,987049	0,07623	2,152102	-24,619079	8,195826	-352,59439	-1,018455	0,000009	0,878839
	270	-11,990712	-12,028491	0,053176	-3,01327	NA	2,196227	-1,409479	NA	1,146731	-3,013274	0,07459	2,168997	-24,624727	8,219621	-352,468077	-1,020376	-0,000009	0,880882
	280	-11,917462	-11,93035	0,060639	-2,985608	NA	2,179839	-1,395678	NA	1,136959	-2,985647	0,071026	2,153789	-24,376431	8,197812	-344,962171	-1,020867	-0,000036	0,880554
	290	-11,864582	-11,895679	0,06029	-2,988643	NA	2,162576	-1,384036	NA	1,127803	-2,985867	0,068532	2,137561	-24,336243	8,167411	-341,733644	-1,020338	-0,000001	0,878542
	300	-11,930742	-11,952115	0,059351	-2,985511	NA	2,178882	-1,396242	NA	1,13668	-2,985588	0,067285	2,154548	-24,442267	8,205794	-345,462861	-1,0293	0,000003	0,885505

Çizelge 3.12'ye göre Parametresi 0,05 olan Üstel Dağılımdan türetilen veri seti için %45 sansür oranında sansürlü, LOD,  $LOD/\sqrt{2}$  yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 20, 30, 70 ve 110 olduğu değerlerde birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. Yine %45 sansür oranına benzer şekilde bu üç yöntemde de ortalama, ortanca ve standart sapmada sistematik olarak örneklem genişliği 70'in üzerine çıktığında sapmalarda bir azalış görülmektedir. KM yöntemi ise ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 20, 30 ve 50 olduğunda en büyük sapmaları göstermektedir. MLE'de örneklem genişliği 20, 30 ve 70 olduğu değerlerde ortalama ve ortancadan farklar artmaktadır. Ancak Standart sapmadan farklar sistematik olarak olmasa da örneklem büyüklüğü arttıkça daha çok görülmektedir. Fakat bu yöntemi kullanmak sapmaların büyüklüğünden dolayı doğru olmayacaktır. Sistematik olmasa da KM için örneklem genişliği 50'nin altında kalan değerlerde daha büyük sapmalar gözlenmektedir. ROS yönteminde ise ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 250'nin üstünde olduğunda sansürsüz veri ile arasındaki fark büyümektedir. Ortalamada, en az sapmayı gösteren ROS yöntemidir. Standart sapmadan olan farkların hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın, sansürlü gözlemlerden elde edilen farklardan daha az olmadığı belirlenmiştir. Ortanca ise  $LOD/\sqrt{2}$  yöntemi en iyi performansı göstermektedir.



### **3.3. Weibull dağılım gösteren veri setleri için yerine koyma, parametrik, yarı parametrik ve parametrik olmayan yöntemlerin değerlendirilmesi**

#### **3.3.1. Şekil parametresi 1, ölçek parametresi 2,1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için farklı sansür oranlarında yöntemlerin performans değerlendirmesi**

Çizelge 3.13'e göre Şekil parametresi 1, ölçek parametresi 2,1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için %5 sansür oranında sansürlü veriler örneklem genişliğine göre herhangi bir artış ya da azalış göstermeden farklı örneklem genişliklerinde (30, 70, 110) ortalama, ortanca ve standart sapmada en büyük sapmaları göstermektedir. LOD,  $LOD/\sqrt{2}$ , KM yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 70'in altında olduğunda birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. Bu üç yöntemde de örneklem genişliği arttıkça ortalama, ortanca ve standart sapmada sistematik olarak bir azalış görüldüğü söylenebilir. MLE ve ROS yöntemlerinde ise veriler örneklem genişliğine göre herhangi bir artış ya da azalış göstermeden farklı örneklem genişliklerinde (30, 160, 190, 270) ortalama, ortanca ve standart sapmada en büyük sapmaları göstermektedir. Ortalamada ve standart sapmada LOD yerine koyma, KM,  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma ve ROS birbirine yakın performans gösterse de aralarında en az sapmayı gösteren  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma yöntemidir. Ortancada ise ROS yöntemi en iyi performansı göstermektedir.

**Çizelge 3. 13.** Şekil parametresi 1, ölçek parametresi 2,1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için %5 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi

SANSÜR ORANI	N	SANSÜRLÜ			LOD			LOD/√2			K-M			MLE			ROS		
		Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar
5%	20	-0,035347	-0,028243	0,019371	-0,005212	NA	0,008248	-0,000571	NA	0,001244	-0,005213	0,028241	0,007653	-0,033882	0,084732	-0,193897	-0,002287	-0,000001	0,004252
	30	-0,047567	-0,038114	0,025598	-0,007117	NA	0,010958	-0,000735	NA	0,001607	-0,007117	0,018983	0,01043	-0,035614	0,089088	-0,210646	-0,004598	0,000000	0,007723
	40	-0,036612	-0,028851	0,020482	-0,004616	NA	0,007332	-0,000486	NA	0,001037	-0,004616	0,014167	0,00704	-0,035394	0,086122	-0,203539	-0,003766	0,000000	0,006298
	50	-0,029745	-0,022815	0,01696	-0,0033	NA	0,005341	-0,000342	NA	0,000727	-0,0033	0,011262	0,005156	-0,034738	0,084596	-0,197754	-0,003087	0,000000	0,005172
	60	-0,037061	-0,02858	0,020808	-0,004402	NA	0,007004	-0,000457	NA	0,000971	-0,004402	0,009573	0,00681	-0,035976	0,087497	-0,207196	-0,004294	0,000001	0,007
	70	-0,042173	-0,033309	0,023337	-0,005254	NA	0,008237	-0,000538	NA	0,001142	-0,005254	0,008242	0,008046	-0,03636	0,088155	-0,211936	-0,005172	0,000000	0,00827
	80	-0,037331	-0,028971	0,021095	-0,004358	NA	0,006941	-0,0005	NA	0,001027	-0,004358	0,007247	0,006796	-0,036528	0,088083	-0,210027	-0,004644	0,000000	0,007477
	90	-0,033369	-0,025753	0,019042	-0,003636	NA	0,005856	-0,000382	NA	0,000802	-0,003635	0,006317	0,005742	-0,035437	0,085756	-0,203334	-0,0041	0,000000	0,006641
	100	-0,037428	-0,028819	0,021139	-0,004265	NA	0,006793	-0,000451	NA	0,00094	-0,004265	0,005671	0,006677	-0,036214	0,087381	-0,209044	-0,004785	0,000000	0,007649
	110	-0,040669	-0,031394	0,022775	-0,004779	NA	0,007549	-0,000493	NA	0,001036	-0,004778	0,005253	0,007434	-0,036819	0,088271	-0,213489	-0,005349	0,000000	0,008471
	120	-0,037508	-0,028842	0,021209	-0,004218	NA	0,006722	-0,00045	NA	0,000934	-0,004217	0,004843	0,006626	-0,036551	0,087688	-0,210655	-0,004912	0,000001	0,007816
	130	-0,034792	-0,026621	0,019905	-0,003724	NA	0,005996	-0,000387	NA	0,00081	-0,003723	0,004386	0,005915	-0,036092	0,087171	-0,207347	-0,004562	0,000000	0,007301
	140	-0,037564	-0,028923	0,021222	-0,004148	NA	0,006612	-0,000414	NA	0,000872	-0,004148	0,004021	0,006529	-0,036498	0,087154	-0,210593	-0,004982	0,000000	0,007898
	150	-0,03993	-0,030894	0,022426	-0,004564	NA	0,00723	-0,000463	NA	0,000971	-0,004564	0,003813	0,007148	-0,036529	0,087679	-0,212147	-0,005389	0,000001	0,00849
	160	-0,037638	-0,028874	0,02133	-0,004159	NA	0,006637	-0,000439	NA	0,00091	-0,004159	0,003566	0,006565	-0,036482	0,087388	-0,210693	-0,005089	0,000001	0,008053
	170	-0,035571	-0,027505	0,020279	-0,003785	NA	0,006077	-0,000395	NA	0,000819	-0,003784	0,003475	0,006013	-0,036443	0,087124	-0,209422	-0,004784	0,000000	0,007598
	180	-0,037712	-0,029171	0,021379	-0,004133	NA	0,006598	-0,00044	NA	0,000909	-0,004133	0,003255	0,006534	-0,036804	0,087953	-0,21224	-0,00515	0,000000	0,008132
	190	-0,039549	-0,030425	0,022303	-0,004442	NA	0,007057	-0,000463	NA	0,000966	-0,004442	0,003067	0,006993	-0,036921	0,088315	-0,213759	-0,005458	0,000000	0,008579
	200	-0,0377	-0,029041	0,021339	-0,004089	NA	0,006524	-0,00041	NA	0,000856	-0,004089	0,002896	0,006466	-0,036529	0,087777	-0,211224	-0,005161	0,000000	0,008133
	210	-0,035991	-0,027698	0,020478	-0,003808	NA	0,006108	-0,000378	NA	0,000791	-0,003809	0,002776	0,006056	-0,036132	0,08708	-0,208524	-0,004902	0,000000	0,007753
	220	-0,037706	-0,029212	0,021381	-0,004081	NA	0,006519	-0,000413	NA	0,000864	-0,004081	0,002643	0,006466	-0,036691	0,08788	-0,211905	-0,005206	0,000000	0,008201
	230	-0,039299	-0,030418	0,022195	-0,004353	NA	0,006922	-0,000447	NA	0,000931	-0,004353	0,002504	0,006869	-0,036749	0,088171	-0,212978	-0,005493	0,000000	0,008614
	240	-0,037766	-0,029193	0,021424	-0,004087	NA	0,006527	-0,000428	NA	0,000886	-0,004087	0,00246	0,006479	-0,036889	0,087903	-0,212696	-0,005258	0,000000	0,008271
	250	-0,036338	-0,027735	0,020733	-0,003843	NA	0,006167	-0,0004	NA	0,000828	-0,003843	0,002304	0,006123	-0,036617	0,087455	-0,210792	-0,005052	0,000000	0,007974
	260	-0,037788	-0,029202	0,021449	-0,00407	NA	0,006503	-0,000423	NA	0,000876	-0,00407	0,002199	0,006459	-0,0369	0,088169	-0,212889	-0,005287	0,000000	0,00831
	270	-0,039096	-0,030059	0,022076	-0,004292	NA	0,006828	-0,000443	NA	0,000919	-0,004293	0,002157	0,006784	-0,036939	0,088692	-0,213824	-0,005492	0,000000	0,008599
	280	-0,037768	-0,029009	0,021428	-0,004065	NA	0,006494	-0,000414	NA	0,000861	-0,004065	0,00204	0,006453	-0,036648	0,087909	-0,211839	-0,005289	0,000000	0,008308
	290	-0,036562	-0,02796	0,020823	-0,003852	NA	0,006175	-0,000391	NA	0,000811	-0,003852	0,00202	0,006136	-0,036477	0,087729	-0,210556	-0,005105	0,000000	0,008037
	300	-0,037808	-0,028894	0,021455	-0,004047	NA	0,006467	-0,000408	NA	0,000849	-0,004047	0,001917	0,006429	-0,036723	0,088019	-0,212273	-0,005316	0,000000	0,008343

Çizelge 3.14'e göre Şekil parametresi 1, ölçek parametresi 2,1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için %25 sansür oranında sansürlü veriler örneklem genişliği 110'nun altındayken ortalama, ortanca ve standart sapmada en büyük sapmaları göstermektedir. %5 sansür oranına benzer şekilde LOD,  $LOD/\sqrt{2}$ , KM yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 70'in altında olduğunda birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. Bu üç yöntemde de örneklem genişliği arttıkça ortalama, ortanca ve standart sapmada sistematik olarak bir azalış görüldüğü söylenebilir. MLE yönteminde ise veriler örneklem genişliğine göre herhangi bir artış ya da azalış göstermeden farklı örneklem genişliklerinde (30, 70, 110, 270) ortalama, ortanca ve standart sapmada en büyük sapmaları göstermektedir. ROS yönteminde ise örneklem genişliği arttıkça sistematik olarak ortalama ve standart sapmadaki sapmalar artmaktadır. Ortalamada ve standart sapmada LOD yerine koyma, KM,  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma ve ROS birbirine yakın performans gösterse de aralarında en az sapmayı gösteren  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma yöntemidir. Ortancada ise ROS yöntemi en iyi performansı göstermektedir.

**Çizelge 3. 14.** Şekil parametresi 1, ölçek parametresi 2,1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için %25 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirilmesi

SANSÜR ORANI	N	SANSÜRLÜ			LOD			LOD/√2			K-M			MLE			ROS		
		Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar
25%	20	-0,166532	-0,149156	0,073743	-0,051135	NA	0,062563	-0,00799	NA	0,015225	-0,051135	0,028241	-0,059236	-0,034616	0,150515	-0,383527	-0,019386	-0,000001	0,0296
	30	-0,179803	-0,159578	0,077755	-0,05501	NA	0,065485	-0,008315	NA	0,015755	-0,055011	0,018983	-0,063122	-0,031882	0,160896	-0,399568	-0,024352	0,000000	0,034624
	40	-0,170126	-0,150518	0,07474	-0,049319	NA	0,059599	-0,007419	NA	0,014041	-0,04932	0,014167	0,057964	-0,035188	0,154125	-0,389113	-0,0248	0,000000	0,034494
	50	-0,164234	-0,143703	0,072367	-0,045549	NA	0,055486	-0,006637	NA	0,012637	-0,045548	0,011262	0,054239	-0,036658	0,150183	-0,381142	-0,024691	0,000000	0,033902
	60	-0,171542	-0,149817	0,07497	-0,04855	NA	0,058427	-0,007166	NA	0,013561	-0,048549	0,009573	0,057341	-0,03558	0,156342	-0,392193	-0,026803	0,000001	0,036238
	70	-0,176508	-0,154743	0,076342	-0,050522	NA	0,060192	-0,007425	NA	0,014002	-0,050523	0,008242	0,059232	-0,034226	0,15915	-0,39721	-0,028151	0,000000	0,037587
	80	-0,172198	-0,150517	0,075281	-0,048187	NA	0,057918	-0,007052	NA	0,013337	-0,048186	0,007247	0,057106	-0,036013	0,157398	-0,394817	-0,028062	0,000000	0,037382
	90	-0,16839	-0,146801	0,073642	-0,046261	NA	0,055848	-0,006575	NA	0,012543	-0,046261	0,006317	0,055145	-0,035823	0,153408	-0,385471	-0,027436	0,000000	0,036506
	100	-0,172472	-0,150462	0,07513	-0,047996	NA	0,057563	-0,00693	NA	0,013122	-0,047995	0,005671	0,056914	-0,035486	0,156799	-0,392809	-0,028572	0,000000	0,037752
	110	-0,175463	-0,152932	0,076082	-0,049385	NA	0,058909	-0,007213	NA	0,013601	-0,049387	0,005253	0,058308	-0,035109	0,159076	-0,398154	-0,029386	0,000000	0,038637
	120	-0,172675	-0,150366	0,075149	-0,047796	NA	0,057286	-0,006884	NA	0,013025	-0,047797	0,004843	0,056746	-0,035848	0,157303	-0,394613	-0,029053	0,000001	0,038164
	130	-0,17002	-0,147909	0,0744	-0,046668	NA	0,056187	-0,00672	NA	0,012729	-0,046668	0,004386	0,055698	-0,036091	0,155666	-0,38994	-0,028813	0,000000	0,037879
	140	-0,17287	-0,151133	0,075072	-0,047649	NA	0,057054	-0,006813	NA	0,012907	-0,047649	0,004021	0,056591	-0,035745	0,156863	-0,394299	-0,029333	0,000000	0,038373
	150	-0,175017	-0,152891	0,075824	-0,048646	NA	0,058031	-0,00695	NA	0,013166	-0,048645	0,003813	0,057593	-0,034906	0,15829	-0,395683	-0,02992	0,000001	0,039015
	160	-0,172916	-0,150803	0,075114	-0,047657	NA	0,05705	-0,006814	NA	0,012912	-0,047658	0,003566	0,056646	-0,035603	0,157176	-0,393988	-0,029609	0,000001	0,038642
	170	-0,171162	-0,14908	0,074554	-0,04678	NA	0,056168	-0,006726	NA	0,012702	-0,04678	0,003475	0,055792	-0,036312	0,156163	-0,392702	-0,029439	0,000000	0,038416
	180	-0,173266	-0,151087	0,075322	-0,047678	NA	0,057071	-0,006895	NA	0,012995	-0,047678	0,003255	0,056711	-0,036079	0,157898	-0,396317	-0,029992	0,000000	0,039029
	190	-0,174831	-0,152242	0,075818	-0,048375	NA	0,057736	-0,006951	NA	0,013133	-0,048375	0,003067	0,057391	-0,035524	0,158959	-0,397765	-0,030365	0,000000	0,039423
	200	-0,173284	-0,150908	0,075249	-0,047517	NA	0,05685	-0,006811	NA	0,012857	-0,047517	0,002896	0,056527	-0,03579	0,15765	-0,394893	-0,030124	0,000000	0,039104
	210	-0,171594	-0,149223	0,074576	-0,046781	NA	0,056088	-0,006646	NA	0,012583	-0,046781	0,002776	0,055783	-0,035754	0,156243	-0,391085	-0,029777	0,000000	0,038686
	220	-0,173225	-0,150942	0,075318	-0,047485	NA	0,05682	-0,006812	NA	0,012853	-0,047486	0,002643	0,056526	-0,035926	0,157793	-0,395492	-0,030304	0,000000	0,039284
	230	-0,174731	-0,152483	0,075717	-0,048137	NA	0,057447	-0,006864	NA	0,012991	-0,048137	0,002504	0,057163	-0,035353	0,158762	-0,396482	-0,030611	0,000000	0,039616
	240	-0,173346	-0,150999	0,075239	-0,04756	NA	0,056872	-0,006858	NA	0,012918	-0,047561	0,00246	0,056602	-0,0361	0,157956	-0,39652	-0,030382	0,000000	0,039349
	250	-0,171979	-0,149632	0,074877	-0,046891	NA	0,056223	-0,006713	NA	0,012684	-0,046891	0,002304	0,055966	-0,036213	0,156895	-0,393918	-0,03025	0,000000	0,039195
	260	-0,173432	-0,150935	0,075329	-0,047458	NA	0,056766	-0,00681	NA	0,012848	-0,047459	0,002199	0,056517	-0,036126	0,158246	-0,396724	-0,03054	0,000000	0,039498
	270	-0,174693	-0,151596	0,075726	-0,04807	NA	0,05735	-0,006947	NA	0,013052	-0,04807	0,002157	0,057108	-0,035766	0,159266	-0,397845	-0,030857	0,000000	0,039828
	280	-0,173377	-0,150708	0,0753	-0,047464	NA	0,056753	-0,006801	NA	0,012825	-0,047464	0,00204	0,056523	-0,03578	0,157915	-0,395067	-0,030629	0,000000	0,039573
	290	-0,172324	-0,149859	0,074939	-0,046979	NA	0,056272	-0,006748	NA	0,012713	-0,046979	0,00202	0,056051	-0,036011	0,157266	-0,393603	-0,030429	0,000000	0,039343
	300	-0,173546	-0,150763	0,075375	-0,047442	NA	0,056728	-0,006798	NA	0,012816	-0,047443	0,001917	0,056512	-0,035905	0,158087	-0,395795	-0,030754	0,000000	0,039694



Çizelge 3.15'e göre Şekil parametresi 1, ölçek parametresi 2,1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için %45 sansür oranında sansür oranında sansürlü veriler örneklem genişliği 110'nun altındayken ortalama, ortanca ve standart sapmada en büyük sapmaları göstermektedir. %5 ve %25 sansür oranına benzer şekilde LOD,  $LOD/\sqrt{2}$ , KM yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 70'in altında olduğunda birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. Bu üç yöntemde de örneklem genişliği arttıkça ortalama, ortanca ve standart sapmada sistematik olarak bir azalış görüldüğü söylenebilir. MLE yönteminde ise veriler örneklem genişliğine göre herhangi bir artış ya da azalış göstermeden farklı örneklem genişliklerinde (30, 70, 150, 270) ortalama, ortanca ve standart sapmada en büyük sapmaları göstermektedir. ROS yönteminde ise örneklem genişliği arttıkça sistematik olarak ortalama ve standart sapmadaki sapmalar artmaktadır. Ortalamada ve standart sapmada MLE,  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma ve ROS birbirine yakın performans gösterse de aralarında en az sapmayı gösteren MLE yöntemidir. Ortancada ise ROS yöntemi en iyi performansı göstermektedir.

**Çizelge 3. 15.** Şekil parametresi 1, ölçek parametresi 2,1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için %45 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi

SANSÜR ORANI	N	SANSÜRLÜ			LOD			LOD/√2			K-M			MLE			ROS		
		Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar
45%	20	-0,303773	-0,28537	0,11718	-0,135339	NA	0,134975	-0,02808	NA	0,045639	-0,135337	0,028241	0,128259	0,010857	0,276741	-0,648061	-0,037721	-0,000017	0,055798
	30	-0,31989	-0,298677	0,119563	-0,141657	NA	0,137297	-0,029026	NA	0,046629	-0,141653	0,018983	0,132643	0,019995	0,294976	-0,660347	-0,045289	-0,000009	0,061837
	40	-0,309435	-0,287386	0,116486	-0,131164	NA	0,128849	-0,025912	NA	0,042381	-0,131167	0,014167	0,125536	0,012253	0,283847	-0,640301	-0,047413	0,000000	0,062199
	50	-0,303564	-0,281587	0,114309	-0,125324	NA	0,123845	-0,024507	NA	0,040075	-0,125322	0,011262	0,121274	0,007938	0,277197	-0,6273	-0,048631	0,000000	0,062231
	60	-0,312015	-0,288352	0,116468	-0,130199	NA	0,127174	-0,025606	NA	0,041636	-0,1302	0,009573	0,124972	0,012288	0,287388	-0,640838	-0,051741	0,000001	0,065112
	70	-0,317715	-0,293686	0,117181	-0,133167	NA	0,128854	-0,026095	NA	0,042329	-0,133171	0,008242	0,126928	0,015979	0,292816	-0,646307	-0,053431	0,000000	0,066492
	80	-0,312956	-0,288039	0,116518	-0,129673	NA	0,126367	-0,025383	NA	0,04125	-0,129673	0,007247	0,124721	0,012223	0,289147	-0,641956	-0,054195	0,000000	0,066827
	90	-0,308806	-0,284666	0,11481	-0,126235	NA	0,123491	-0,024238	NA	0,039664	-0,126237	0,006317	0,122051	0,010919	0,283204	-0,628196	-0,053688	0,000000	0,065892
	100	-0,313544	-0,289077	0,116165	-0,12889	NA	0,12539	-0,024842	NA	0,040551	-0,128892	0,005671	0,124073	0,012901	0,288766	-0,638287	-0,05531	0,000000	0,067419
	110	-0,316794	-0,292064	0,116735	-0,131069	NA	0,126822	-0,0254	NA	0,041312	-0,13107	0,005253	0,125611	0,014678	0,292651	-0,645002	-0,056257	0,000000	0,068303
	120	-0,313885	-0,288596	0,116085	-0,128771	NA	0,125104	-0,0249	NA	0,040502	-0,128775	0,004843	0,124009	0,012576	0,289528	-0,639997	-0,056331	0,000001	0,068102
	130	-0,310719	-0,284975	0,115388	-0,126676	NA	0,123558	-0,024304	NA	0,039733	-0,126673	0,004386	0,122561	0,011381	0,286568	-0,632599	-0,056291	0,000000	0,067926
	140	-0,314323	-0,28939	0,115968	-0,128569	NA	0,124759	-0,024809	NA	0,040315	-0,128568	0,004021	0,12382	0,01272	0,289251	-0,639155	-0,057066	0,000000	0,068553
	150	-0,316569	-0,291638	0,116483	-0,130013	NA	0,125746	-0,025012	NA	0,040699	-0,130015	0,003813	0,124863	0,014695	0,291749	-0,640372	-0,057746	0,000001	0,069209
	160	-0,314342	-0,289018	0,115883	-0,128269	NA	0,124453	-0,024572	NA	0,040079	-0,128271	0,003566	0,123632	0,012997	0,289667	-0,638089	-0,057581	0,000001	0,068917
	170	-0,312481	-0,287255	0,11542	-0,126877	NA	0,123431	-0,024335	NA	0,039672	-0,126879	0,003475	0,122665	0,011397	0,28782	-0,636387	-0,057596	0,000000	0,068813
	180	-0,314891	-0,289198	0,116107	-0,128382	NA	0,124522	-0,024721	NA	0,040208	-0,128382	0,003255	0,123792	0,012501	0,290648	-0,641348	-0,058329	0,000000	0,069518
	190	-0,316496	-0,290915	0,116471	-0,129685	NA	0,125402	-0,025041	NA	0,040634	-0,129684	0,003067	0,124706	0,01389	0,29249	-0,642812	-0,058826	0,000000	0,069973
	200	-0,314959	-0,289103	0,116018	-0,128211	NA	0,124298	-0,02466	NA	0,040087	-0,128215	0,002896	0,123641	0,012769	0,290336	-0,639275	-0,058692	0,000000	0,069722
	210	-0,313063	-0,287337	0,11537	-0,126977	NA	0,123308	-0,024297	NA	0,039559	-0,126975	0,002776	0,122687	0,012198	0,288085	-0,633617	-0,0584	0,000000	0,069332
	220	-0,31485	-0,28928	0,116198	-0,128138	NA	0,124235	-0,024654	NA	0,04006	-0,128139	0,002643	0,123639	0,012641	0,290506	-0,639692	-0,059228	0,000000	0,070146
	230	-0,316532	-0,290596	0,116319	-0,129192	NA	0,124917	-0,024791	NA	0,040319	-0,129191	0,002504	0,124343	0,014029	0,292296	-0,640599	-0,059485	0,000000	0,070397
	240	-0,315085	-0,289468	0,115919	-0,128091	NA	0,124102	-0,024597	NA	0,039989	-0,128091	0,00246	0,123555	0,012524	0,290847	-0,641016	-0,059294	0,000000	0,070139
	250	-0,313355	-0,287748	0,115501	-0,127037	NA	0,123345	-0,024296	NA	0,039618	-0,127038	0,002304	0,122824	0,01195	0,289078	-0,636896	-0,05909	0,000000	0,069922
	260	-0,315229	-0,288862	0,116132	-0,128177	NA	0,124176	-0,02469	NA	0,040062	-0,128176	0,002199	0,123671	0,012487	0,291186	-0,641207	-0,059752	0,000000	0,070513
	270	-0,316617	-0,290236	0,116396	-0,129107	NA	0,12481	-0,024924	NA	0,040379	-0,129104	0,002157	0,124321	0,013411	0,29281	-0,642664	-0,060099	0,000000	0,070837
	280	-0,31506	-0,289507	0,115979	-0,12799	NA	0,123982	-0,024533	NA	0,039901	-0,12799	0,00204	0,123513	0,012944	0,290787	-0,638434	-0,059853	0,000000	0,070553
	290	-0,314032	-0,288255	0,115765	-0,127099	NA	0,123339	-0,024316	NA	0,039586	-0,127099	0,00202	0,122888	0,012156	0,289606	-0,636675	-0,059776	0,000000	0,070422
	300	-0,315338	-0,289533	0,11606	-0,128085	NA	0,124055	-0,024604	NA	0,03997	-0,128091	0,001917	0,123617	0,012816	0,291069	-0,63956	-0,060079	0,000000	0,070735

Çizelge 3.16'e göre Şekil parametresi 1, ölçek parametresi 2,1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için %65 sansür oranında sansür oranında sansürlü veriler örneklem genişliği 110'nun altındayken ortalama, ortanca ve standart sapmada en büyük sapmaları göstermektedir. LOD,  $LOD/\sqrt{2}$ , KM ve MLE yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada genelde örneklem genişliği 70'in altında olduğunda birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. MLE yöntemi dışında diğer üç yöntemde de örneklem genişliği arttıkça ortalama, ortanca ve standart sapmada sistematik olarak bir azalış görüldüğü söylenebilir. MLE yönteminde ise veriler örneklem genişliğine göre herhangi bir artış ya da azalış göstermeden ortalama, ortanca ve standart sapmada sapmalar göstermektedir. ROS yönteminde ise örneklem genişliği arttıkça sistematik olarak ortalama ve standart sapmadaki sapmalar artmaktadır. Ortalamada ve standart sapmada  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma ve ROS birbirine yakın performans gösterse de aralarında en az sapmayı gösteren  $LOD/\sqrt{2}$  yöntemidir. Ortancada ise ROS yöntemi en iyi performansı göstermektedir.



### 3.3.2. Şekil parametresi 0,542, ölçek parametresi 1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için farklı sansür oranlarında yöntemlerin performans değerlendirmesi

Çizelge 3.17'ye göre Şekil parametresi 0,542, ölçek parametresi 1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için %5 sansür oranında LOD,  $LOD/\sqrt{2}$  ve KM ve MLE yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 50'nin altında olduğunda birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. MLE hariç diğer üç yöntemde de örneklem genişliği arttıkça ortalama, ortanca ve standart sapmada sistematik olarak bir azalış görüldüğü söylenebilir. Bu durumda örneklem genişliği 50'nin altına düştüğünde 50'nin üstündeki örneklem genişliklerine göre daha kötü performans sergilediği söylenebilir. MLE'de veriler ortalama ve standart sapmada sansürlü gözlem olduğu durumdan daha büyük sapmalar göstermektedir. ROS ortancadan sapmalar örneklem genişliğinden etkilenmezken, ortalama ve standart sapmada en büyük sapmaları örneklem genişliği 110 değerinin altındayken göstermektedir. Ortalamada ve standart sapmada LOD yerine koyma, KM,  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma, ROS birbirine yakın performans gösterse de aralarında en az sapmayı gösteren  $LOD/\sqrt{2}$  yöntemidir. Ortancada ise ROS yöntemi en iyi performansı göstermektedir.

**Çizelge 3. 17.** Şekil parametresi 0,542, ölçek parametresi 1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için %5 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirmesi

SANSÜR ORANI	N	SANSÜRLÜ			LOD			LOD/√2			K-M			MLE			ROS		
		Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar
5%	20	-0,090918	-0,073116	-0,049698	-0,000686	NA	0,000489	-0,000386	NA	0,000276	-0,000689	0,073116	-0,003595	-308,413721	0,20804	-1,16E+09	-0,000085	-0,000001	0,000084
	30	-0,124247	-0,103707	-0,07263	-0,000843	NA	0,000546	-0,000475	NA	0,000307	-0,000846	0,047748	-0,00327	-23,035406	0,205814	-8,12E+05	-0,000304	0,000001	0,000217
	40	-0,092046	-0,074256	-0,0568	-0,000362	NA	0,000227	-0,000199	NA	0,000126	-0,000368	0,034981	-0,001924	-10,09341	0,193373	-1,54E+04	-0,00019	0,000000	0,000125
	50	-0,072297	-0,058334	-0,045981	-0,000182	NA	0,000113	-0,000101	NA	0,000063	-0,000186	0,027883	-0,001249	-8,778996	0,186545	-7,16E+03	-0,000122	0,000000	0,000078
	60	-0,091455	-0,072806	-0,058702	-0,000274	NA	0,000161	-0,000151	NA	0,000089	-0,000274	0,023036	-0,001282	-7,896572	0,185994	-5,29E+03	-0,000211	-0,000001	0,000129
	70	-0,105679	-0,084358	-0,068573	-0,000349	NA	0,000203	-0,000195	NA	0,000113	-0,000351	0,019907	-0,001236	-7,607059	0,189597	-9,37E+02	-0,000294	0,000001	0,000175
	80	-0,091452	-0,072709	-0,060402	-0,000237	NA	0,000135	-0,000126	NA	0,000075	-0,000238	0,017417	-0,000961	-7,059293	0,185261	-7,50E+02	-0,000222	0,000000	0,00013
	90	-0,080682	-0,064711	-0,053721	-0,000171	NA	0,000095	-0,000094	NA	0,000053	-0,00017	0,015433	-0,000765	-6,38871	0,181653	-4,61E+02	-0,000182	0,000000	0,000104
	100	-0,091609	-0,072836	-0,060978	-0,000218	NA	0,000122	-0,000121	NA	0,000068	-0,000222	0,013513	-0,000757	-6,502817	0,183412	-4,20E+02	-0,000239	0,000001	0,000135
	110	-0,100354	-0,079663	-0,067678	-0,00026	NA	0,000142	-0,000142	NA	0,000079	-0,00026	0,012562	-0,000741	-6,589149	0,184551	-3,91E+02	-0,000283	0,000000	0,000158
	120	-0,091857	-0,07285	-0,062147	-0,000207	NA	0,000111	-0,000114	NA	0,000061	-0,000207	0,011392	-0,00063	-6,36919	0,183128	-3,25E+02	-0,000245	0,000000	0,000134
	130	-0,084128	-0,066292	-0,057351	-0,000162	NA	0,000088	-0,00009	NA	0,000049	-0,000164	0,010381	-0,00054	-6,164529	0,180783	-3,10E+02	-0,000209	0,000000	0,000114
	140	-0,091306	-0,072404	-0,062212	-0,000189	NA	0,000103	-0,0001	NA	0,000057	-0,000187	0,009712	-0,00053	-6,139736	0,180529	-2,76E+02	-0,000241	0,000000	0,000135
	150	-0,098054	-0,077512	-0,06689	-0,000217	NA	0,00012	-0,000121	NA	0,000066	-0,000218	0,009028	-0,000515	-6,337011	0,182874	-2,93E+02	-0,000276	0,000000	0,000153
	160	-0,091807	-0,07226	-0,06331	-0,000182	NA	0,000099	-0,000102	NA	0,000055	-0,000187	0,008504	-0,000461	-6,119905	0,182067	-2,55E+02	-0,000252	0,000000	0,000135
	170	-0,085744	-0,068343	-0,059134	-0,000154	NA	0,000083	-0,000085	NA	0,000046	-0,000149	0,008082	-0,000409	-5,894112	0,179209	-2,40E+02	-0,000215	0,000000	0,000119
	180	-0,091421	-0,072063	-0,063226	-0,000182	NA	0,000096	-0,000103	NA	0,000053	-0,000182	0,007615	-0,0004	-5,976355	0,180871	-2,37E+02	-0,000252	0,000000	0,000135
	190	-0,09687	-0,076946	-0,06725	-0,000203	NA	0,000107	-0,000113	NA	0,000059	-0,000204	0,007173	-0,000392	-6,105908	0,182874	-2,54E+02	-0,00028	0,000000	0,00015
	200	-0,091513	-0,072198	-0,063574	-0,000172	NA	0,000092	-0,000093	NA	0,000051	-0,00017	0,006799	-0,000356	-5,888855	0,180772	-2,24E+02	-0,000248	0,000000	0,000135
	210	-0,086791	-0,068857	-0,060228	-0,000154	NA	0,00008	-0,000085	NA	0,000044	-0,00015	0,006472	-0,000323	-5,83666	0,179731	-2,19E+02	-0,000227	0,000000	0,000123
	220	-0,091626	-0,072415	-0,064041	-0,000175	NA	0,000091	-0,000096	NA	0,00005	-0,000172	0,006222	-0,000318	-5,846553	0,180831	-2,13E+02	-0,000254	0,000000	0,000135
	230	-0,095652	-0,07576	-0,066574	-0,00019	NA	0,0001	-0,000105	NA	0,000056	-0,000192	0,006118	-0,000307	-5,922195	0,181784	-2,14E+02	-0,000279	0,000000	0,000148
	240	-0,091711	-0,071791	-0,064437	-0,000166	NA	0,000088	-0,000093	NA	0,000048	-0,000166	0,005772	-0,000288	-5,851882	0,180817	-2,10E+02	-0,000253	0,000000	0,000135
	250	-0,08762	-0,068747	-0,061508	-0,000154	NA	0,000078	-0,000084	NA	0,000043	-0,00015	0,005405	-0,000266	-5,720798	0,178169	-2,00E+02	-0,000234	0,000000	0,000123
	260	-0,091692	-0,072458	-0,064568	-0,000167	NA	0,000086	-0,000094	NA	0,000047	-0,000163	0,005308	-0,000262	-5,894265	0,180604	-2,10E+02	-0,000254	0,000000	0,000135
	270	-0,095131	-0,075011	-0,066895	-0,000177	NA	0,000095	-0,000095	NA	0,000052	-0,000177	0,005026	-0,000252	-5,874698	0,180971	-2,06E+02	-0,000273	0,000000	0,000146
	280	-0,091578	-0,07176	-0,064513	-0,00016	NA	0,000085	-0,000087	NA	0,000047	-0,000164	0,00486	-0,000237	-5,769857	0,178854	-1,99E+02	-0,000257	0,000000	0,000135
	290	-0,088222	-0,069972	-0,0623	-0,000144	NA	0,000078	-0,000081	NA	0,000043	-0,000145	0,004803	-0,000222	-5,68289	0,179105	-1,91E+02	-0,000237	0,000000	0,000126
	300	-0,091484	-0,071657	-0,064632	-0,000162	NA	0,000084	-0,000088	NA	0,000047	-0,000164	0,004558	-0,000216	-5,729402	0,179442	-1,92E+02	-0,00026	0,000000	0,000135

Çizelge 3.18'e göre Şekil parametresi 0,542, ölçek parametresi 1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için %25 sansür oranında LOD,  $LOD/\sqrt{2}$  ve KM ve MLE yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 50'nin altında olduğunda birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. MLE hariç diğer üç yöntemde de örneklem genişliği arttıkça ortalama, ortanca ve standart sapmada sistematik olarak bir azalış görüldüğü söylenebilir. Bu durumda örneklem genişliği 50'nin altına düştüğünde 50'nin üstündeki örneklem genişliklerine göre daha kötü performans sergilediği söylenebilir. %5 sansür oranında olduğu gibi MLE'de veriler ortalama ve standart sapmada sansürlü gözlem olduğu durumdan daha büyük sapmalar göstermektedir. ROS ortancadan sapmalar örneklem genişliğinden etkilenmezken, ortalamada en büyük sapmaları örneklem genişliği 230 değerinin üstündeyken göstermektedir. Ortalamada ve standart sapmada LOD yerine koyma, KM,  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma, ROS birbirine yakın performans gösterse de aralarında en az sapmayı gösteren ROS yöntemidir. Ortancada ise ROS yöntemi en iyi performansı göstermektedir.

**Çizelge 3. 18.** Şekil parametresi 0,542, ölçek parametresi 1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için %25 sansür oranında yöntemlerin performans değerlendirilmesi

SANSÜR ORANI	N	SANSÜRLÜ			LOD			LOD/√2			K-M			MLE			ROS		
		Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar	Ortalamadan Farklar	Ortancadan Farklar	Std. Sapmadan Farklar
25%	20	-0,561442	-0,484124	-0,267522	-0,027491	NA	0,018474	-0,01577	NA	0,010849	-0,027491	0,073116	-0,007518	-2,68E+04	3,15E-01	-3,25E+13	-0,004121	-0,000001	0,003714
	30	-0,616783	-0,523237	-0,316408	-0,028748	NA	0,017786	-0,016451	NA	0,010372	-0,02875	0,047748	-0,001679	-4,43E+02	3,18E-01	-3,00E+09	-0,00577	0,000001	0,004307
	40	-0,570355	-0,477073	-0,310723	-0,022062	NA	0,013147	-0,012563	NA	0,007603	-0,022061	0,034981	-0,000492	-8,33E+01	3,00E-01	-1,70E+07	-0,005682	0,000000	0,003852
	50	-0,537289	-0,44519	-0,302522	-0,018335	NA	0,010605	-0,010416	NA	0,006104	-0,01834	0,027883	0,000275	-6,33E+01	2,89E-01	-7,79E+06	-0,005393	0,000000	0,003425
	60	-0,567415	-0,469494	-0,32272	-0,020091	NA	0,011379	-0,011406	NA	0,006544	-0,020094	0,023036	0,002234	-4,79E+01	2,91E-01	-6,31E+06	-0,006123	-0,000001	0,003773
	70	-0,590859	-0,488627	-0,340169	-0,021579	NA	0,011999	-0,012246	NA	0,006902	-0,021577	0,019907	0,003783	-3,75E+01	2,98E-01	-1,89E+05	-0,006731	0,000001	0,004047
	80	-0,567778	-0,463447	-0,333198	-0,019103	NA	0,010502	-0,010823	NA	0,006021	-0,019104	0,017417	0,003566	-3,30E+01	2,90E-01	-9,35E+04	-0,006391	0,000000	0,003745
	90	-0,550508	-0,449083	-0,326081	-0,017716	NA	0,00965	-0,010031	NA	0,005524	-0,017716	0,015433	0,00367	-2,80E+01	2,85E-01	-3,44E+04	-0,006221	0,000000	0,003589
	100	-0,568807	-0,463476	-0,336795	-0,01889	NA	0,010218	-0,010698	NA	0,005852	-0,018885	0,013513	0,004652	-2,78E+01	2,89E-01	-2,50E+04	-0,006671	0,000001	0,003799
	110	-0,582171	-0,473785	-0,349664	-0,019665	NA	0,010488	-0,011146	NA	0,006011	-0,019664	0,012562	0,005268	-2,78E+01	2,91E-01	-2,09E+04	-0,006995	0,000000	0,003922
	120	-0,57054	-0,464245	-0,34392	-0,018537	NA	0,009867	-0,010499	NA	0,005647	-0,01854	0,011392	0,005182	-2,62E+01	2,89E-01	-1,22E+04	-0,006833	0,000000	0,003808
	130	-0,557121	-0,452599	-0,338647	-0,017409	NA	0,009223	-0,00985	NA	0,00527	-0,017413	0,010381	0,004994	-2,52E+01	2,85E-01	-1,27E+04	-0,006639	0,000000	0,003666
	140	-0,567267	-0,462105	-0,344563	-0,018205	NA	0,00961	-0,010297	NA	0,005494	-0,018203	0,009712	0,005607	-2,46E+01	2,85E-01	-8,00E+03	-0,006895	0,000000	0,003797
	150	-0,57907	-0,471163	-0,352189	-0,018887	NA	0,009919	-0,010693	NA	0,005676	-0,018887	0,009028	0,006101	-2,55E+01	2,89E-01	-9,10E+03	-0,007184	0,000000	0,003933
	160	-0,570377	-0,46097	-0,351177	-0,018165	NA	0,009483	-0,010285	NA	0,005423	-0,018166	0,008504	0,005942	-2,41E+01	2,87E-01	-6,45E+03	-0,007007	0,000000	0,003799
	170	-0,55921	-0,452201	-0,34426	-0,017253	NA	0,009013	-0,009749	NA	0,005144	-0,017253	0,008082	0,005751	-2,30E+01	2,83E-01	-6,85E+03	-0,006832	0,000000	0,003701
	180	-0,568051	-0,459443	-0,35087	-0,017946	NA	0,009322	-0,010151	NA	0,005325	-0,017946	0,007615	0,006186	-2,32E+01	2,86E-01	-5,55E+03	-0,007086	0,000000	0,00381
	190	-0,578142	-0,468295	-0,358523	-0,018442	NA	0,009545	-0,010433	NA	0,005454	-0,018441	0,007173	0,006511	-2,39E+01	2,89E-01	-9,00E+03	-0,007287	0,000000	0,003903
	200	-0,568729	-0,460818	-0,352964	-0,017777	NA	0,009189	-0,01005	NA	0,005248	-0,017781	0,006799	0,006358	-2,27E+01	2,86E-01	-5,06E+03	-0,007133	0,000000	0,003811
	210	-0,56075	-0,453963	-0,347619	-0,017251	NA	0,00892	-0,009754	NA	0,005092	-0,017254	0,006472	0,006267	-2,24E+01	2,84E-01	-4,79E+03	-0,00703	0,000000	0,003748
	220	-0,569425	-0,460571	-0,355828	-0,017752	NA	0,009123	-0,010034	NA	0,005207	-0,017752	0,006222	0,006538	-2,23E+01	2,86E-01	-4,30E+03	-0,007205	0,000000	0,003817
	230	-0,574845	-0,465679	-0,357536	-0,018197	NA	0,009344	-0,010288	NA	0,005339	-0,018194	0,006118	0,006853	-2,25E+01	2,87E-01	-4,16E+03	-0,007375	0,000000	0,003901
	240	-0,570046	-0,458511	-0,358238	-0,017651	NA	0,009029	-0,009975	NA	0,005156	-0,017648	0,005772	0,006652	-2,22E+01	2,86E-01	-4,07E+03	-0,007223	0,000000	0,003805
	250	-0,56258	-0,453536	-0,353226	-0,017111	NA	0,00875	-0,009673	NA	0,004991	-0,017114	0,005405	0,006502	-2,16E+01	2,82E-01	-3,77E+03	-0,007062	0,000000	0,003711
	260	-0,569942	-0,460141	-0,359076	-0,01754	NA	0,008936	-0,009907	NA	0,005099	-0,017534	0,005308	0,00674	-2,24E+01	2,86E-01	-4,04E+03	-0,007272	0,000000	0,003808
	270	-0,574568	-0,463648	-0,361471	-0,018022	NA	0,009182	-0,010188	NA	0,005243	-0,018025	0,005026	0,007051	-2,22E+01	2,87E-01	-3,79E+03	-0,007437	0,000000	0,003894
	280	-0,56922	-0,459556	-0,358812	-0,017529	NA	0,008921	-0,009899	NA	0,005089	-0,017525	0,00486	0,006884	-2,17E+01	2,84E-01	-3,62E+03	-0,007282	0,000000	0,003806
	290	-0,56389	-0,454326	-0,356434	-0,017145	NA	0,008715	-0,009674	NA	0,004967	-0,017143	0,004803	0,006766	-2,12E+01	2,84E-01	-3,33E+03	-0,007192	0,000000	0,003751
	300	-0,568657	-0,459483	-0,359582	-0,017452	NA	0,00886	-0,009855	NA	0,005054	-0,017448	0,004558	0,006959	-2,14E+01	2,84E-01	-3,32E+03	-0,007322	0,000000	0,003813



Çizelge 3.19'a göre Şekil parametresi 0,542, ölçek parametresi 1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için %45 sansür oranında %25 sansür oranına benzer şekilde LOD,  $LOD/\sqrt{2}$  ve KM ve MLE yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 50'nin altında olduğunda birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. MLE hariç diğer üç yöntemde de örneklem genişliği arttıkça ortalama, ortanca ve standart sapmada sistematik olarak bir azalış görüldüğü söylenebilir. Bu durumda örneklem genişliği 50'nin altına düştüğünde 50'nin üstündeki örneklem genişliklerine göre daha kötü performans sergilediği söylenebilir. %5, %25 sansür oranlarında olduğu gibi MLE'de veriler ortalama ve standart sapmada sansürlü gözlem olduğu durumdan daha büyük sapmalar göstermektedir. ROS ortancadan sapmalar örneklem genişliğinden etkilenmezken, ortalamada en büyük sapmaları örneklem genişliği 230 değerinin üstündeyken göstermektedir. Ortalamada ve standart sapmada LOD yerine koyma, KM,  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma, ROS birbirine yakın performans gösterse de aralarında en az sapmayı gösteren ROS yöntemidir. Ortancada ise ROS yöntemi en iyi performansı göstermektedir.



Çizelge 3.20'ye göre Şekil parametresi 0,542, ölçek parametresi 1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için %65 sansür şeklinde LOD,  $LOD/\sqrt{2}$  ve KM ve MLE yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 70'in altında olduğunda birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. MLE hariç diğer üç yöntemde de örneklem genişliği arttıkça ortalama, ortanca ve standart sapmada sistematik olarak bir azalış görüldüğü söylenebilir. Bu durumda örneklem genişliği 50'nin altına düştüğünde 70'in üstündeki örneklem genişliklerine göre daha kötü performans sergilediği söylenebilir. %5, %25 ve %45 sansür oranlarında olduğu gibi MLE'de veriler ortalama ve standart sapmada sansürlü gözlem olduğu durumdan daha büyük sapmalar göstermektedir. ROS yönteminde ortancadan sapmalar örneklem genişliği arttıkça azalmakta, ortalama ise en büyük sapmaları örneklem genişliği 280 değerinin üstüneyken göstermektedir. Ortalamada, ortancada ve standart sapmada ROS yöntemi daha az sansür oranlarına nispeten diğer yöntemlere göre çok daha iyi bir performans göstermektedir.



## 4. TARTIŞMA

Uygulamalı bilim dallarında yapılan araştırmaların çoğunda, sansürlü ölçüm içeren çalışma tasarımları kullanılır. Sansürlü ölçümler, sağdan sansürlü ve soldan sansürlü olmak üzere ikiye ayrılırlar. Soldan sansürlü verilerin kullanıldığı çalışmalarda, farklı yöntemler kullanılarak sansürlü gözlemler yerine tahmin değerleri kullanılabilir. Bu tür verilerin analizinde sansürlü verilerden ortalama, ortanca ve standart sapmadan farkları alındığında parametrik ya da parametrik olmayan testlerin kullanılmasına yönelik bir öngörü oluşmaktadır. Elde edilecek sonuçlara bağlı olarak da kullanılacak analiz yöntemleri değişmektedir.

Log-normal dağılım için; Gillom ve Hensel (1986)'da yaptıkları çalışmada tekrar sayısını 500 aldıklarında örneklem genişliğinin 10, 20 ve 50 değiştiği durumlarda, sansür oranını %20, %40, %60 ve %80 aldıklarında ortalama ve ortancada yerine koyma yöntemleri ve MLE'yi karşılaştırdığında en iyi performansı MLE'nin verdiği belirlemişler. Helsel ve Cohn (1998)'de yaptıkları çalışmada tekrar sayısını 500 aldıklarında örneklem genişliğini 25'te sabit tutarak, sansür oranını %20, %40, %60 ve %80 aldıklarında ortalama ve ortancada yerine koyma yöntemleri, ROS ve MLE karşılaştırıldığında en iyi performansı ROS yönteminin verdiği belirlemişler. Shumway (2002)'de yaptığı çalışmada tekrar sayısını 20 ve 50 aldığında, sansür oranı %50 ve %80 olarak belirlediğinde ortalama ve ortancada ROS ve MLE'yi karşılaştırdığında iki yöntemde tutarlı şekilde birbirlerine üstünlük sağlamadığını belirlemiştir. Hewett ve Ganser (2007)'de yaptıkları çalışmada tekrar sayısını 100 aldıklarında, sansür oranını %10, %20, %40, %60 ve %80 aldıklarında ortalama ve ortancada yerine koyma yöntemleri, KM, ROS ve MLE'yi karşılaştırdığında bütün senaryolarda yalnızla MLE ve ROS başarılı olmuştur. KM iyi performans sergilememiştir. Yapılan benzetim çalışmalarında tekrar sayısının yetersiz olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda tekrar sayısı 10000 olarak değerlendirildiği için aşağıdaki çıkarımların daha güvenilir olduğu söylenebilir.

Ortalaması 1, Standart Sapması 0,473 olan Log-normal Dağılımdan türetilen veri seti için %5, %25, %45, %65 sansür oranlarında ortalama ve standart

sapmadan farklarda LOD yerine koyma, KM, MLE ve ROS birbirine yakın performans gösterse de aralarında en az sapmayı gösteren ROS'tur. Ortancadan farklarda ise ROS yöntemi en iyi performansı göstermektedir. Genel olarak LOD,  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 20, 30, 70 ve 110 olduğu değerlerde birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. Bu yöntemlerde örneklem genişliği arttıkça ortalama, ortanca ve standart sapmada sistematik olarak bir azalış görüldüğü söylenebilir. Bu durumda örneklem genişliği 110'nun altına düştüğünde 110'nun üstündeki örneklem genişliklerine göre daha kötü performans sergilediği söylenebilir. KM yöntemi ise ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 20, 30 ve 70 olduğunda en büyük sapmaları göstermektedir. Sistematik olmasa da KM için örneklem genişliği 70'in altında kalan değerlerde daha büyük sapmalar gözlenmektedir. MLE'de örneklem genişliği bağlı olmadan farklı örneklem genişliklerinde sapmalar göstermektedir. Ancak MLE'de Standart sapmadaki sapmalar ortama ve ortancaya nispeten örneklem genişliği büyüdükçe artmaktadır. Yöntemler arasında en büyük sapmayı gösteren MLE yöntemidir, özellikle sansür oranı arttıkça bu yöntemden olan sapmalar ciddi boyutta artmaktadır.

Ortalaması 1, Standart Sapması 1,27 olan Log-normal Dağılımdan türetilen veri seti için %5, %25 ve %45 sansür oranlarında ortalamadan, ortancadan ve standart sapmadan farklarda en iyi performansı ROS yöntemi göstermektedir. %65 sansür oranında ise ortalama ve standart sapmada  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma ve ROS birbirine yakın performans gösterse de aralarında en az sapmayı gösteren ROS'tur. Ortancada ise  $LOD/\sqrt{2}$  yöntemi en iyi performansı göstermektedir. LOD,  $LOD/\sqrt{2}$ , KM, MLE ve ROS yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği genelde 50'nin altında olduğunda birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. Ancak sansürlü veriler için Standart sapmadan farklar örneklem genişliği büyüdükçe artmaktadır. Özellikle ROS ve  $LOD/\sqrt{2}$  yönteminin örneklem genişliği arttıkça ortalama ve standart sapmadaki sapmalar giderek azalmaktadır. Tüm yöntemlerde sansür oranı arttıkça Log-normal dağılımın yapısı gereği farklar oldukça ciddi biçimde artmaktadır. Ancak MLE'deki sapmalar

sansürlü durumdan dahi kötü olduğu görülmektedir. Bu durumda sansür oranının yöntemler üzerine etkisi net bir biçimde görülmektedir.

Chowdhury ve Gulshan (2012)'de yaptıkları çalışmada tekrar sayısını 1000 aldıklarında örneklem genişliğinin 25, 35, 80 ve 200 olarak değiştiği durumlarda, sansür oranını %5, %25, %35 ve %50 olarak belirlediklerinde ortalama ve ortancada KM, ROS ve MLE'yi karşılaştırdığında %5 sansür oranında en iyi performansı KM'nin diğer sansür oranlarında ise ROS'un verdiğini belirlemiştir. Üstel dağılımın varyasyon katsayısının daima 1 olduğu göze alındığında senaryo çeşitliliğinin sınırlı olacağı belirlenmiştir. Bu durumda yine tekrar sayısının çalışmamızda daha fazla olduğu göz önünde bulundurulursa aşağıdaki sonuçların daha güvenilir olduğu düşünülebilir.

Parametresi 0,05 olan Üstel Dağılımdan türetilen veri seti için %5, %25, %45 sansür oranlarında ortalama sapmalarda LOD yerine koyma, KM,  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma ve ROS birbirine yakın performans gösterse de aralarında en az sapmayı gösteren  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma yöntemidir, ortancadan sapmalarda en iyi performansı ROS yöntemi göstermektedir. %65 sansür oranında, ortalama sapmalarda en iyi performansı ROS yöntemi gösterirken, ortancadan sapmalarda en iyi performansı  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma yöntemi göstermektedir. LOD,  $LOD/\sqrt{2}$  yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 20, 30, 70 ve 110 olduğu değerlerde birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. Bu yöntemlerde ortalama, ortanca ve standart sapmada sistematik olarak örneklem genişliği 70'in üzerine çıktığında sapmalarda bir azalış görülmektedir. KM yöntemi ise ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 20, 30 ve 70 olduğunda en büyük sapmaları göstermektedir. MLE'de örneklem genişliği 20, 70 ve 110 olduğu değerlerde ortalama ve ortancadan farklar artmaktadır. Ancak Standart sapmadan farklar sistematik olarak olmasa da örneklem büyüklüğü arttıkça daha çok görülmektedir. Sistematik olmasa da KM için örneklem genişliği 70'in altında kalan değerlerde daha büyük sapmalar gözlenmektedir. ROS yönteminde ise ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 230'un üstünde olduğunda sansürsüz veri ile arasındaki fark büyümektedir. Özellikle

standart sapmadan olan farklarda örneklem genişliği 200'ün üzerine çıktığında sistematik olarak bir artış görülmektedir.

Weibull dağılım için; Krol ve Stedinger (1996)'da yaptıkları çalışmada tekrar sayısını 500 aldıklarında örneklem genişliğinin örneklem genişliğini 25'te sabit tutarak, sansür oranını %10, %20, %40 ve %60 aldıklarında ortalama ve ortancada ROS ve MLE'yi karşılaştırdığında en iyi performansı MLE'nin verdiği belirlenmiştir. Schmoyer ve arkadaşları (1997)'de yaptıkları çalışmada tekrar sayısını 1000 aldıklarında, sansür oranını %20, %40, %60 ve %80 aldıklarında ortalama ve ortancada yerine koyma yöntemleri, KM, ROS ve MLE'yi karşılaştırdığında en iyi performansı KM yönteminin verdiği belirlenmiştir. Chowdhury ve Gulshan (2012)'de yaptıkları çalışmada tekrar sayısını 1000 aldıklarında örneklem genişliğinin 25, 35, 80 ve 200 olarak değiştiği durumlarda, sansür oranını %5, %25, %35 ve %50 olarak belirlediklerinde ortalama ve ortancada KM, ROS ve MLE'yi karşılaştırdığında en iyi performansı ROS'un verdiği belirlenmiştir. Weibull dağılımı için farklı varyasyon katsayısı durumlarında aşağıdaki yorumların tekrar sayısı ve örneklem genişliği değişkenliği bakımından daha güvenilir olduğunu düşünebiliriz.

Şekil parametresi 0,542, ölçek parametresi 1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için %5, %25, %45, %65 sansür oranlarında ortalama ve standart sapmada LOD yerine koyma, KM,  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma, ROS birbirine yakın performans gösterse de aralarında en az sapmayı gösteren  $LOD/\sqrt{2}$  yöntemidir. Ortancada ise ROS yöntemi en iyi performansı göstermektedir. LOD,  $LOD/\sqrt{2}$ , KM, MLE yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 50'nin altında olduğunda birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. Bu dört yöntemde de örneklem genişliği arttıkça ortalama, ortanca ve standart sapmada sistematik olarak bir azalış görüldüğü söylenebilir. Bu durumda örneklem genişliği 50'nin altına düştüğünde 50'nin üstündeki örneklem genişliklerine göre daha kötü performans sergilediği söylenebilir. Tüm yöntemler içinde en büyük sapmaları MLE göstermektedir. %5, %25, %45 ve %65 sansür oranlarında MLE'de veriler ortalama ve standart sapmada sansürlü gözlem olduğu durumdan daha büyük sapmalar göstermektedir. Yüksek sansür oranı olduğunda ortalama, ortancada ve standart



sapmada ROS yöntemi daha az sansür oranlarına nispeten diğer yöntemlere göre çok daha iyi bir performans göstermektedir.

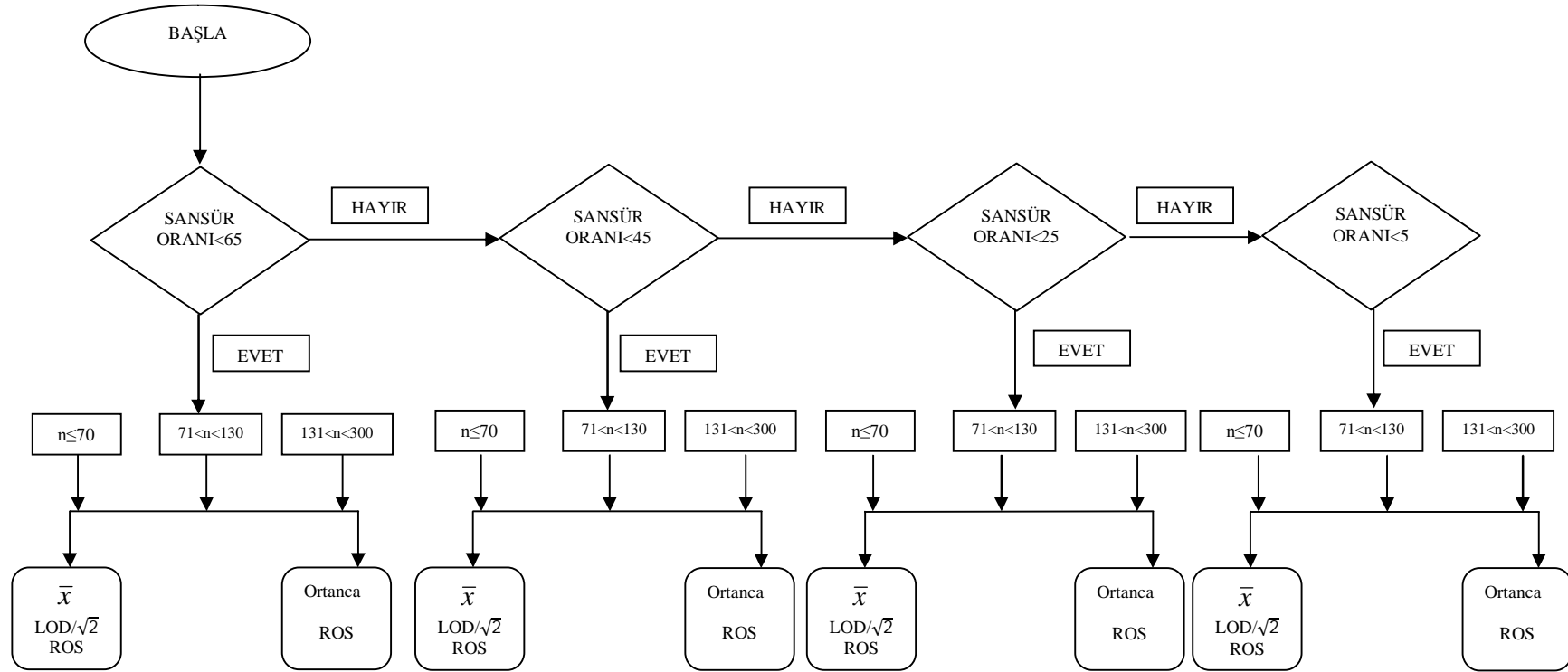
Şekil parametresi 1, ölçek parametresi 2,1 olan Weibull Dağılımdan türetilen veri seti için %5, %25 ve %65 sansür oranlarında sansürlü veriler örneklem genişliğine göre herhangi bir artış ya da azalış göstermeden farklı örneklem genişliklerinde (30, 70, 110) ortalama, ortanca ve standart sapmada en büyük sapmaları göstermektedir. LOD,  $LOD/\sqrt{2}$ , KM yöntemleri ortalama, ortanca ve standart sapmada örneklem genişliği 70'in altında olduğunda birbirlerine benzer şekilde en büyük sapmaları göstermektedir. Bu üç yöntemde de örneklem genişliği arttıkça ortalama, ortanca ve standart sapmada sistematik olarak bir azalış görüldüğü söylenebilir. MLE ve ROS yöntemlerinde ise veriler örneklem genişliğine göre herhangi bir artış ya da azalış göstermeden farklı örneklem genişliklerinde (30, 160, 190, 270) ortalama, ortanca ve standart sapmada en büyük sapmaları göstermektedir. Ortalamada ve standart sapmada LOD yerine koyma, KM,  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma ve ROS birbirine yakın performans gösterse de aralarında en az sapmayı gösteren  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma yöntemidir. Ortancada ise ROS yöntemi en iyi performansı göstermektedir. %45 sansür oranında ise ortalama ve standart sapmada MLE,  $LOD/\sqrt{2}$  yerine koyma ve ROS birbirine yakın performans gösterse de aralarında en az sapmayı gösteren MLE yöntemidir. Ortancada ise ROS yöntemi en iyi performansı göstermektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

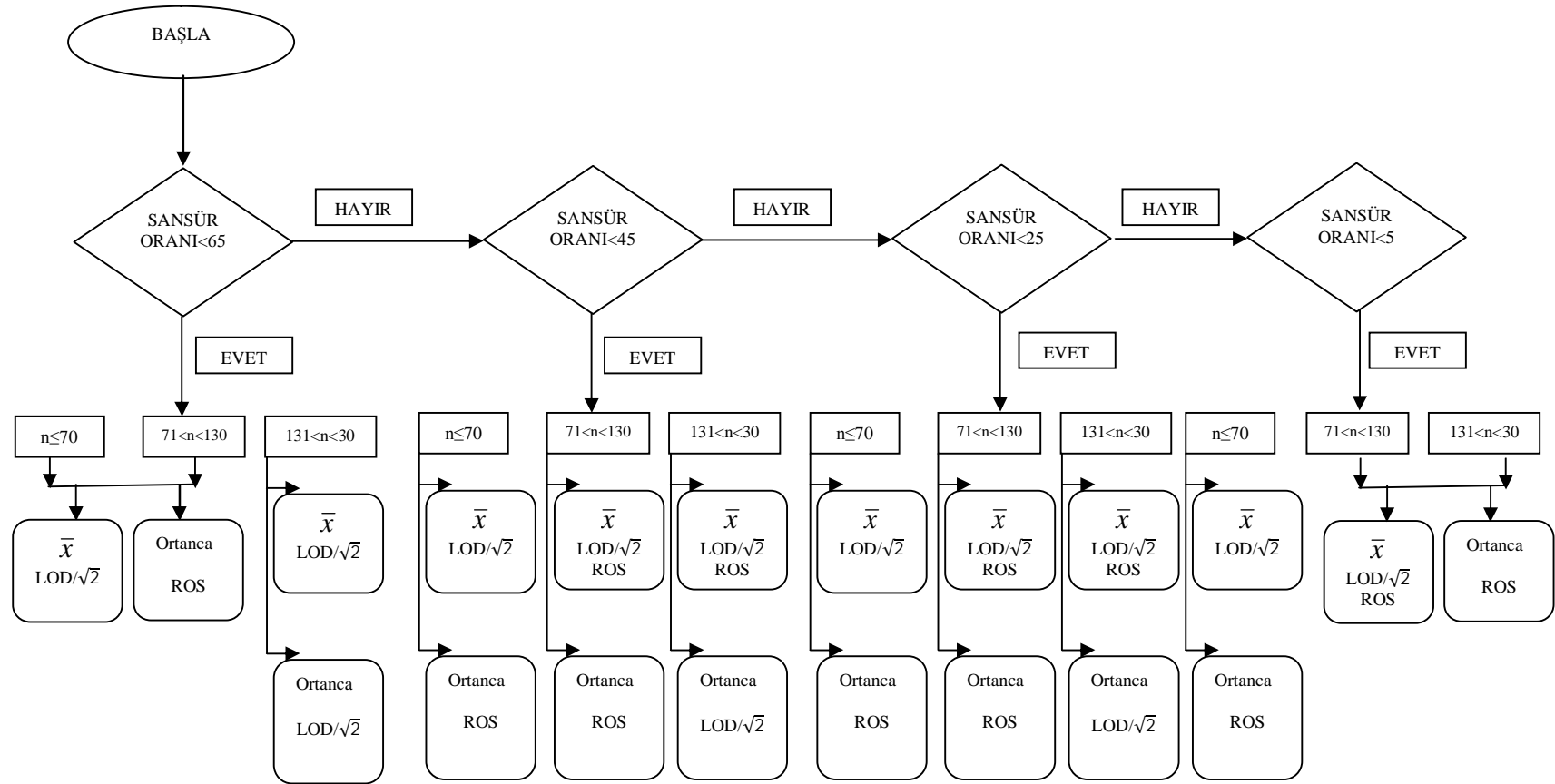
Tam ve sansürlü veri örnekleme durumunda Log-normal, Üstel ve Weibull dağılımı için farklı örneklem büyüklüklerinde ve sansür oranlarında ortalama, standart sapma ve ortancadan farkların belirlenmesi, bu çalışmanın esas amacıdır. Bu nedenle önce “sansürleme” kavramı ve sansürleme çeşitleri konularına değinilmiştir. Daha sonra soldan sansürlü gözlemlerin değerlendirilmesi için önerilen yerine koyma, parametrik (MLE), parametrik olmayan (KM) ve yarı parametrik (ROS) yöntemler tanıtılmıştır. Bu çalışmada, parametrik yaşam modellerinde tahmin yapmak için en çok olabilirlik yöntemi kullanılmıştır. Sağlık alanında soldan sansürlü veri yapısı ile karşılaşıldığında öncelikle dağılımın belirlenip daha sonra Şekil 5.1 ile Şekil 5.3 arasındaki diyagramlarının kullanılmasının araştırmacılar için yol gösterici olacağı düşünülebilir.

Uygulama bölümünde her bir dağılımın farklı parametrelerine göre öncelikle veriler sansürsüz olarak üretilmiştir. Daha sonra veri setleri %5, %25, %45, %65 oranlarında soldan sansürlenmiştir. Yerine koyma ( $LOD$  ve  $LOD/\sqrt{2}$ ), Parametrik yöntem (MLE), Yarı parametrik yöntem (ROS) ve parametrik olmayan yöntem (KM) uygulanarak sansürlenmiş veriler tahmin edilmiştir. Ayrıca örnek genişlikleri 20’den 300’e kadar 10’ar artırılarak değerlendirme yapılmıştır. Soldan sansürlü verilerin analizinde kullanılan yöntemleri sansürsüz veri setiyle ve birbirleriyle performanslarını belirlemek için farklı örnek genişliklerinde ve farklı sansür oranlarında değerlendirilmiştir. Sansürsüz veri seti ile sansürlü veri seti, ortalamadan, standart sapmadan ve ortancada sapmaları alınarak performans kıyaslaması yapılmıştır.

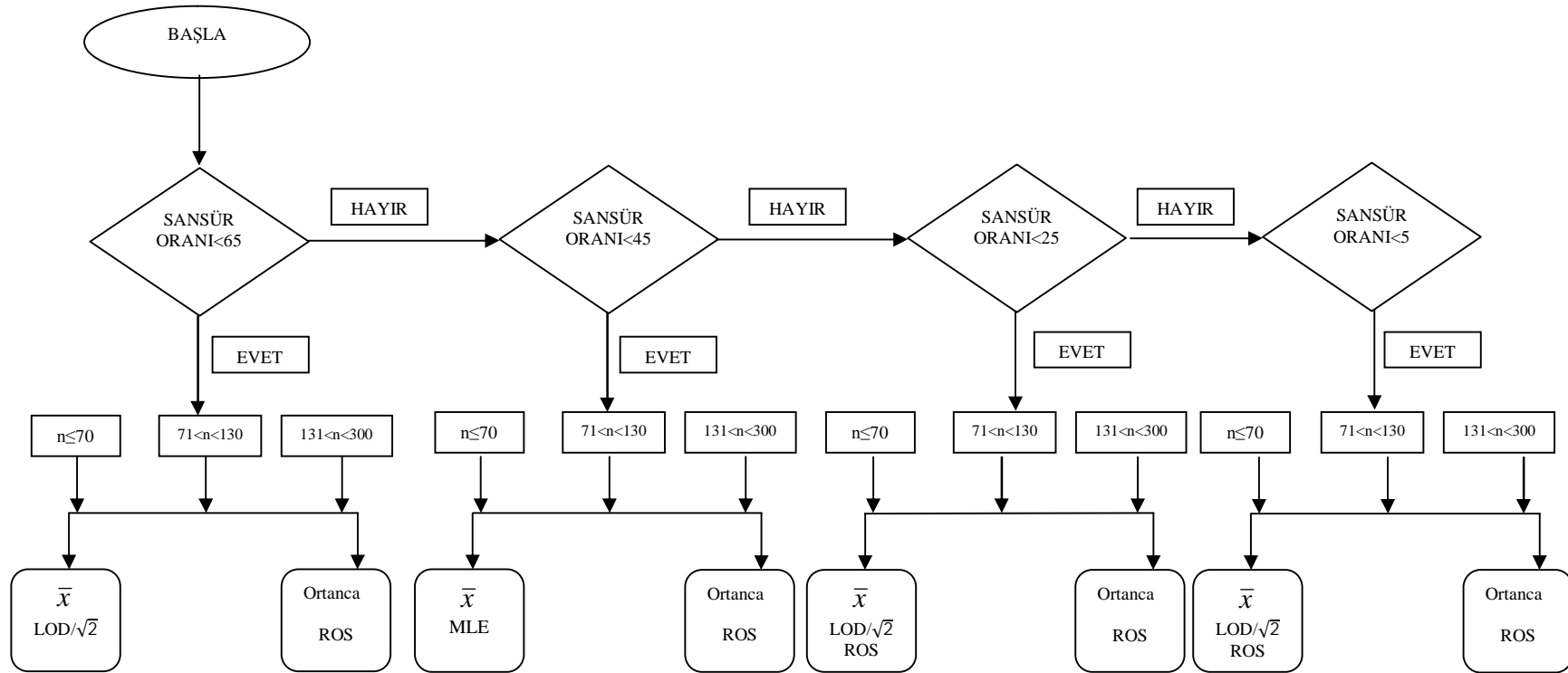
Yapılan benzetim çalışması sonrasında üç dağılım içinde farklı sansür oranlarında ve örneklem büyüklüklerinde en iyi yöntemler Şekil 5.1 ile Şekil 5.3 arasında diyagramlar halinde belirtilmiştir.



Şekil 5 1. Lognormal dağılıma ait özet istatistiklerin tahmin yöntemlerine ait öneri diyagramı



Şekil 5 2. Üstel dağılıma ait özet istatistiklerin tahmin yöntemlerine ait öneri diyagramı



Şekil 5.3. Weibull dağılıma ait özet istatistiklerin tahmin yöntemlerine ait öneri diyagramı

Sonuç olarak, bu tez kapsamında anlatılan yöntemlere ait tasarımların uygulamalı alanlarda kullanılmaları adına bir takım avantajları mevcuttur. Bunlar;

- Yerine koyma yöntemleri genellikle iyi performans göstermiştir.
- Özet istatistiklere bakıldığında parametrik test varsayımları yerine gelmediği durumlarda parametrik olmayan yöntemlerin kullanımı için ortancadan sapmalarda tüm dağılım ve sansür oranlarında en iyi performansı ROS yöntemi göstermektedir. Bu durumda parametrik olmayan testler kullanılacağı zaman sansürlü gözlemler tüm durumlarda ROS yöntemi ile tahmin edilebilir.
- Veri setinde kayıp veri olması durumunda da analiz yerine koyma yöntemleri ile gerçekleştirilebilir.

Bununla birlikte, bu tasarımlara ait bir eksiklikten de bahsetmek gerekirse, eksik gözlem durumlarında analizler gerçekleştirilebilse dahi, elde edilen sonuçlarda birtakım farklılıklar olacağı öngörülmektedir. Böylesi durumlarda, sonuçların yorumlanması ve kolay anlaşılabilmesi adına eksiklikler oluşabilmektedir. Tüm olası senaryolar hakkında simülasyon çalışması yapmak mümkün olmayacağı için birbirine yakın senaryolar genellikle diğerlerinin yerine tercih edilmektedir. Sansür oranının %65'in üstüne çıktığı durumlarda tüm yöntemler ciddi biçimde sapma göstermektedir. Bu durum sansür oranı %65'in üstünde olduğunda veri setini kullanmanın doğru olmayacağı konusunda bir değerlendirme olarak nitelendirilebilir.

## ÖZET

### **Soldan Sansürlü Verilerin Farklı İstatistiksel Yöntemlerle Değerlendirilmesi**

Türkiye’de soldan sansürlü veriler için kullanılan istatistik yöntemlerin detaylı bir şekilde irdelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Endüstride ve medikal alanda belirleme limitinin altında kalan verisi bulunan birçok çalışmaya rastlanmaktadır. Bu çalışmalarda belirleme limitinin altında kalan veriler çeşitli yöntemlerle en az yanlış sonuç verecek şekilde değerlendirilmektedir.

Bu doktora tezinde, hangi örnek genişliğinde ve hangi yöntemde ne kadar yanlışlık olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda çalışmanın amacı; tam ve sansürlü veri örnekleme durumunda Log-normal, Üstel ve Weibull dağılımı için farklı örneklem büyüklüklerinde ve sansür oranlarında ortalama, standart sapma ve ortancadan farkların belirlenmesidir. Bu nedenle çalışma içerisinde öncelikle “sansürleme” kavramı ve sansürleme çeşitleri konularına değinilmiştir. Daha sonra, soldan sansürlü gözlemlerin değerlendirilmesi için önerilen yerine koyma, parametrik (MLE), parametrik olmayan (KM) ve yarı parametrik (ROS) yöntemler tanıtılmıştır.

Uygulama bölümünde her bir dağılımın farklı parametrelerine göre öncelikle veriler sansürsüz olarak üretilmiştir. Daha sonra veri setleri %5, %25, %45, %65 oranlarında soldan sansürlenmiştir. Yerine koyma ( $LOD$  ve  $LOD/\sqrt{2}$ ), Parametrik yöntem (MLE), Yarı parametrik yöntem (ROS) ve parametrik olmayan yöntem (KM) uygulanarak sansürlenmiş veriler tahmin edilmiştir. Ayrıca örnek genişlikleri 20’den 300’e kadar 10’ar artırılarak değerlendirme yapılmıştır. Soldan sansürlü verilerin analizinde kullanılan yöntemleri sansürsüz veri setiyle ve birbirleriyle performanslarını belirlemek için farklı örnek genişliklerinde ve farklı sansür oranlarında değerlendirilmiştir. Sansürsüz veri seti ile sansürlü veri seti, ortalamadan, standart sapmadan ve ortancada sapmaları alınarak performans kıyaslaması yapılmıştır.



Yapılan benzetim çalışmaları sonucunda, ortalamadan sapmalarda farklı örneklem genişlikleri ve sansür oranlarında  $LOD/\sqrt{2}$  ve ROS yöntemi diğer yöntemlere üstünlük sağlamıştır. Ortancadan sapmalarda ise, neredeyse tüm örneklem genişlikleri ve sansür oranlarında ROS yöntemi diğer yöntemlere ciddi bir üstünlük sağlamıştır. Bu bağlamda, belirtilen üç dağılım içinde ortalama ve ortancadan sapmalarına göre öneri diyagramları geliştirilmiştir.

Bu doktora tezinde, soldan sansürlü veriler için kullanılan istatistik yöntemlerin değerlendirilmesinde farklı yöntemlerin çeşitli örnek genişliklerinde ve sansür oranlarında kullanılacak olması ve ileride soldan sansürlü verilerin bulunduğu daha karmaşık yöntemlerin geliştirilmesi için kaynak teşkil edebilecek olması, araştırmayı orijinal kılmaktadır.

**Anahtar Sözcükler:** Belirleme(tespit) Limiti, Kantifikasyon Limiti, Kaplan Meier Kesticisi, Ölçüm Belirsizliği, Sıra İstatistikleri Regresyonu

## SUMMARY

### **Evaluation of Left-Censored Data in Various Statistical Methods**

In Turkey, no study has conducted a detailed examination of the statistical methods used for left-censored data. There are many studies in the fields of industry and medicine that contain data below the limit of determination. These studies evaluate the data below the limit of determination through various methods in such a way that the least biased results are obtained.

This doctoral thesis attempted to determine the degrees of bias in particular sampling sizes and methods. According to the aim of study was to determine differences from median, mean, and standard deviation in different sample sizes and censoring rates for Log-normal, Exponential and Weibull distributions in the case of full and censored data sampling. Thus, the concept “censoring” and censoring types were handled in the first place. Then substitution, parametric (MLE), non-parametric (KM), and semi-parametric (ROS) methods were introduced for the evaluation of left-censored observations. In this study, the maximum likelihood method was used for making estimation in parametric life models.

In the practice part of the study, the data were produced uncensored based on different parameters of each distribution. Then the data sets were left-censored at the ratios of 5%, 25%, 45%, and 65%. The censored data were estimated through substitution (LOD and  $LOD/\sqrt{2}$ ), parametric (MLE), semi-parametric (ROS), and non-parametric (KM) methods. In addition, evaluation was made by increasing the sample size from 20 to 300 by tens. The methods used in the analysis of the left-censored data were evaluated in different sample sizes and at different censoring rates in order to determine their performance with the uncensored dataset and one another. Performance comparison was made between the uncensored dataset and the

censored dataset on the basis of deviation from median, mean, and standard deviation.

As a result of simulation studies conducted in deviation from the mean rates of different sample size, censor rates  $LOD/\sqrt{2}$  and, ROS methods give better results than other methods. In deviation from the median, according to almost all sample size and the censor rates, ROS method gives better results than other methods. In this regard, suggestion diagrams have been developed according to deviations from median and mean in the above-mentioned three distributions.

The authenticity of this doctoral thesis is that different sample sizes and censoring rates were employed for evaluating the statistical methods used for the left-censored data; and it may be used as a source for the development of more complex methods containing left-censored data in the future.

**Key Words:** Limit of Detection, Limit of Quantification, Kaplan Meier Estimator, Uncertainty of Measurement, Robust Order Regression (ROS)

## KAYNAKLAR

- ANNAN, S.Y., LIU, P., ZHANG, Y. (2009). Comparison of the Kaplan-Meier, Maximum Likelihood, and ROS Estimators for Left-Censored Data Using Simulation Studies' Erişim Tarihi: 12/10/2014, Erişim Adresi: [www.stat.uiowa.edu/sannan/Projects/project-166.pdf](http://www.stat.uiowa.edu/sannan/Projects/project-166.pdf)
- ANTWEILER, R.C., TAYLOR, H.E. (2008). Evaluation of statistical treatments of left-censored environmental data using coincident uncensored data sets: I. Summary statistics. *Environmental science & technology*, **42**, 3732-3738.
- CHOWDHURY, F., GULSHAN, J. (2012). Comparison of Estimation Methods for Left Censored Data, International Conference on Statistical Data Mining for Bioinformatics Health Agriculture and Environment, 21-24 December, , 132-141.
- COHEN, A.C.JR. (1965). Maximum Likelihood Estimation in the Weibull distribution based on complete censored samples. *Techometrics*, **7**, 579, 588
- COOK, D., DUCKWORTH, W.M., KAISER, M.S., MEEKER, W.Q., STEPHENSON, W.R. (2003). Principles of maximum likelihood estimation and the analysis of censored data, Part of Beyond Traditional Statistical Methods.
- DANIŞ, Ç. (2008). Sansürlü Gözlemlerde Yenileme Fonksiyonunun Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- DAWSON, B., TRAP G.R. (2004). Basic & Clinical Biostatistics, McGraw-Hill Professional

- EL-SHAARAWI, A.H., ESTERBY, S.R. (1992). Replacement of censored observations by a constant: an evaluation. *Water Resources Research*, **26**, 835–844.
- ERDEM, İ. (2013). Matematiksel İstatistik (Olasılık - Beklenen Değer - Parametre Tahmini), Ankara
- FINKELSTEIN, M.M., , VERMA, D.K. (2001). Exposure estimation in the presence of nondetectable values: another look. *American Industrial Hygiene Association Journal*, **62**, 195–198.
- FISHER, R.A. (1922). On the mathematical foundations of theoretical statistics. *Philosophical Transactions of the Royal Society, London Ser. A*, **222**, 309-68.
- GILLIOM, R.J., HELSEL, D.R. (1986). Estimation of distributional parameters for censored trace level water quality data 1. Estimation techniques. *Water Resources Research*, **22**, 135–146.
- GLASS, D.C., GRAY, C.N. (2001). Estimating mean exposures from censored data: exposure to benzene in the Australian petroleum industry. *Annals of Occupational Hygiene*, **45**, 275-282.
- HAWKINS, N.C., NORWOOD, S.K., ROCK, J.C. (1991). A strategy for occupational exposure assessment. Fairview, VA: American Industrial Hygiene
- HELSEL, D.R. (2005). Nondetects and data analysis. John Wiley & Sons, New York, 268 pp.
- HELSEL, D.R., COHN, T.A.(1998). Estimation of descriptive statistics for multiply censored water quality data. *Water Resources Research*, **24**.
- HEWETT, P., GANSER, G.H. (2007). A comparison of several methods for analyzing censored data. *Annal of Occupational Hygiene*, **51**, 611-632.

- HORNUNG, R.W., REED, L. (1990). Estimation of average concentration in the presence of nondetectable values. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, **5**, 46-51.
- HOSMER, D.W.,JR., LEMESHOW, S., MAY, S. (2008). Applied Survival Analysis: Regression Modeling of Time to Event Data 618. cilt/Wiley Series in Probability and Statistics, Wiley
- HUSTON, C., JUAREZ-COLUNGA, E. (2009). Guidelines for computing summary statistics for data-sets containing non-detects, Written for the Bulkley Valley Research Center with assistance from the B.C. Ministry of Environment January 19
- KAPLAN, E.L., MEIER, P. (1958). Non parametric estimation from incomplete observations. *Journal of the American Statistical Association*, **53**, 457–81.
- KLEINBAUM, D.G. (1996). Survival Analysis a Self Learning Text. Springer, New York.
- KROLL, C.N., STEDINGER, J. (1996). Estimation of moments and quantiles using censored data. *Water Resources Research*, **32**, 1005–1012.
- LAWLEES, J. F. (2003). Statistical Models and Methods for Lifetime Data. John Wiley, New York, USA.
- LEE, L., HELSEL, D. R. (2005). Statistical analysis of water-quality data containing multiple detection limits: S-language software for regression on order statistics. *Computers & Geosciences*, **31**, 1241-1248.
- MILLER, J.C., MILLER, J.N. (1993). Statistics for analytical chemistry. Ellis Horwood PTR Prentice Hall Analytical Chemistry Series. New York: Ellis Horwood,.
- MULHAUSEN, J. DAMÍANO, J. (1998). A strategy for assessing and managing occupational exposures. Second edition. Fairview, VA, American Industrial Hygiene Association, 3<sup>rd</sup> Edition, 349 pp.

- NELSON, W. (1982). Applied Life Data Analysis, John Wiley & Sons, Inc., Canada.
- POPOVIC, M., NIE, H., CHETTLE, D.R., MCNEILL, F.E. (2007). Random left censoring: a second look at bonelead concentration measurements, *Physics in Medicine and Biology*, **52**, 5369-5378
- SCHMOYER, R.L., BEAUCAMP, J.J., BRANDT, C.C. (1996). Difficulties with the log-normal model in mean estimation and testing. *Environmental and Ecological Statistics*, **3**, 81-97.
- SHE, N. (1997). Analyzing censored water quality data using a non-parametric approach. *Journal of the American Water Resources Association*, **33**, 615-624.
- SHUMWAY, R.H., AZARI, R.S., KAYHANIAN, M. (2002). Statistical approaches to estimating mean water quality concentrations with detection limits. *Environmental Science and Technology*, **36**, 3345-3353.
- STROBEL, H. A., HEINEMAN, W. R. (1989). Chemical Instrumentation, 3rd ed.; Wiley, New York.
- TAMAM, D. (2008). Tam ve Sansürlü Örneklem Durumlarında Weibull Dağılımı İçin Bazı İstatistikî Sonuç Çıkarımları, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- TRESSOU, J., LEBLANC, J.C.H., FEINBERG, M., BERTAIL, P. (2004). Statistical methodology to evaluate food exposure to a contaminant and influence of sanitary limits: application to Ochratoxin A. *Regulatory Toxicology Pharmacology*, **40**, 252-263.
- TUNCAY A. (2005). Sağ Kalım Analizinde Parametre Tahmini, Test İstatistikleri ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- WARE, J.H., DEMETS, D.L. (1976). Reanalysis of some baboon descent data. *Biometrics* **32**:459-464.

## ÖZGEÇMİŞ

- I- Bireysel Bilgiler**
- Adı:** Mustafa Agah  
**Soyadı:** TEKİNDAL  
**Doğum yeri ve tarihi:** Ankara – 05/08/1985  
**Uyruğu:** T.C.  
**Medeni durumu:** Evli  
**Askerlik durumu:** Tecilli  
**İletişim adresi ve telefonu:** Çarşı Mah. Damladol Sokak 50/5  
 Yenimahalle/ANKARA,  
 Tel: 0 555 399 05 99
- II- Eğitimi**
- Yüksek Lisans** Gazi Üniversitesi  
 İstatistik AD. (2009)  
 Ankara Üniversitesi
- Lisans** Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
 Fen Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümü /  
 2007
- Lisans** Anadolu Üniversitesi  
 İşletme Fakültesi İşletme Bölümü / 2008
- Önlisans** Anadolu Üniversitesi  
 Açıköğretim Fakültesi Bankacılık ve  
 Sigortacılık Bölümü / 2006
- Yabancı dili:** İngilizce
- III- Ünvanları**  
 Uzman – Başkent Üniversitesi Biyoistatistik AD. (2010-)
- IV- Meslek Deneyimi**  
 Uzman – Başkent Üniversitesi Biyoistatistik AD. (2010-)
- V- Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar**  
 Biyoistatistik Derneği  
 Tıp Bilişimi Derneği
- VI- Bilimsel İlgi Alanları**  
 Faktöriyel Denemeler  
 Tekrarlı Ölçümler  
 Yanıt Yüzeyleri  
 Sansürlü Veri Analizi
- VII- Bilimsel Etkinlikleri**

### 1. Uluslararası hakemli dergilerde yayınlanan makaleler

1. Ece Yapakçı, Ayşe Ecevit, Deniz Anuk İnce, Mahmut Gökdemir, **M. Agah Tekindal**, Hande Gülcan, Aylın Tarcan, Inferior Vena Cava Oxygen Saturation during the First Three Postnatal Days in Preterm Newborns with and without Patent Ductus Arteriosus, Balkan Med J 2014;31:230-4
2. Murat Günday , İsa Coşkun, Özgür Çiftçi , Mehmet Özülkü , **Mustafa Agah Tekindal**, Aytekin Güven, Sait Aşlamacı Radial Artery, Saphenous Vein versus Left Internal Thoracic Artery in Recurrent Ischemic Symptoms after Coronary Artery Bypass Graft Surgery?, Arch Iran Med . 2014; 17(8): 551 – 555.



3. Karahan, A., Toruner, E.K., Ceylan, A., Abbasoglu, A., **Tekindal, A.**, Buyukgonenc, L., Reliability and Validity of a Turkish Language Version of the Bates-Jensen Wound Assessment Tool, *Journal Of Wound Ostomy and Continence Nursing*, 41:4, 340-344, DOI: 10.1097/WON.0000000000000036
4. Ince DA, Ecevit A, Acar BO, Saracoglu A, Kurt A, **Tekindal MA**, **Tarcan A**, Noninvasive evaluation of swallowing sound is an effective way of diagnosing feeding maturation in newborn infants, *Acta Paediatr*, 2014 May 11. doi: 10.1111/apa.12686
5. **Tekindal MA**, Bayrak H, Ozkaya B, Yavuz Y, Second-order response surface method: factorial experiments an alternative method in the field of agronomy, *Turkish Journal Of Field Crops* 2014, Volume: 19 Issue: 1 Pages: 35-45
6. Kaplanoglu GT, Bahcelioglu M, Gozil R, Helvacioglu F, Buru E, **Tekindal MA**, Erdogan D, Calguner E., Effects of green tea and vitamin E in the testicular tissue of streptozotocin-induced diabetic rats, *Saudi Med J* 2013; Vol. 34 (7), 734-743
7. Ersin Ogus, **Mustafa Agah Tekindal**, Yelda Ceylan, Merve Demirel, Nese Emecioglu, Ilcim Ercan, Deniz Eroglu, Sevinc Haner, “ Risks of Metabolic Syndrome for Students of Faculty of Health Sciences” , *Balkan Med J* 2013; 30: 296-300 (DOI: 10.5152/balkanmedj.2013.7145)
8. Sahin NM, Kinik ST, **Tekindal MA.**, OGTT results in obese adolescents with normal HOMA-IR values., *J Pediatr Endocrinol Metab.*, Volume 26, Issue 3-4, Pages 285–291, 2013 (doi: 10.1515/jpem-2012-0206).
9. **Mustafa Agah Tekindal**, Hülya Bayrak, Berrin Özkaya, Yasemin Genç, Box-Behnken Experimental Design in Factorial Experiments: The Importance of Bread for Nutrition and Health Running Head, *Turkish Journal of Field Crops*, Volume: 17, No:2, page:115-123 2012
10. Ayla Kurkcuoglu, Ibrahim Otgun, Can Pelin, Ragıba Zagyapan, **Mustafa Agah Tekindal**, Undescended testis: its anatomical localization and aetiological factors, *International Journal of Urological Nursing*, Volume: 7 Issue: 1 Pages: 17-24 (DOI: 10.1111/j.1749-771X.2012.01163.x), MAR 2013
11. Tekindal B, **Tekindal MA**, Pinar G, Ozturk F, Alan S., Nurses' burnout and unmet nursing care needs of patients' relatives in a Turkish State Hospital, *Int J Nurs Pract*. Volume: 18 Issue: 1 Pages: 68-76, (DOI: 10.1111/j.1440-172X.2011.01989.x), FEB 2012
12. Zagyapan R, Iyem C, Kurkcuoglu A, Pelin C, **Tekindal MA**, The Relationship between Balance, Muscles, and Anthropomorphic Features in Young Adults, *Anatomy Research International* Volume 2012, Article ID 146063, 6 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2012/146063> (SCI DEĞİL)
13. Arzu Akman, Firdevs Erdemir, **Mustafa Agah Tekindal**, Psychometric Properties and Reliability of the Turkish Version of the Technology Attitudes Survey and Nursing Students' Attitudes Toward Technology, *International Journal of Caring Sciences* May-August 2014 Vol 7 Issue 2 (SCI DEĞİL)

**2. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında (Proceedings) basılan bildiriler.**

1. Sezin Akca Bayar, Sibel Oto, Ozlem Oner, Onur Gökmen, **Mustafa Agah Tekindal**, Yonca Akova. Contrast sensitivity in successfully treated amblyopic eyes of patients with microtropia. 33<sup>rd</sup> meeting of the European Strabismological Association (ESA) 11<sup>th</sup>-14<sup>th</sup> September 2011, Bruges, Belgium.
2. H. Arslan, O. Özalp, Ö. Azap, S. Aktas, **A. Tekindal**, M. Haberal, Risk factors for urinary tract infections caused by ESBL-positive E. coli in renal transplant recipients, 21st European Congress of Clinical Microbiology and Infectious Diseases (ECCMID) 27th International Congress of Chemotherapy (ICC) 07.05.2011 - 10.05.2011, Abstract number: R2699
3. Çetin Sibel, **Tekindal Mustafa Agah**, Ergün Mehmet Ali, Tekindal Benian, Tunç Melike, Gelişen Sağlık Sistemlerinde Hemşirelik ve Bilişim: Ankara Atatürk Eğitim Ve Araştırma Hastanesi Özelinde Nitel Bir Değerlendirme, 3. Uluslararası Sağlık ve Hastane Yönetimi Kongresi, 12-15 Aralık 2012 Antalya, Limak Limra Hotels
4. Feriba Turhan Eryilmaz, Rana Karayalcin, **Mustafa Agah Tekindal**, Hasan Sarp Ozcan Pp-14 How Does The Semen Cryopreservation And Male Age Effect On Semen Quality And Dna Integrity? Reproductive BioMedicine Online, Volume 24, Supplement 1, April 2012, Page S10 DOI:[http://dx.doi.org/10.1016/S1472-6483\(12\)60146-1](http://dx.doi.org/10.1016/S1472-6483(12)60146-1)
5. Yucel, Ahmet Eftal, Temel, Muzeyyen, Agildere, Muhtesem, **Tekindal, Mustafa Agah**; Prevalence Of Spondylarthritis In Individuals Needing To Purchase An Orthopedic Mattress Because Of Chronic Back Pain. [abstract]. Arthritis Rheum 2013;65 Suppl 10 :1518 DOI: 10.1002/art.2013.65.issue-s10
6. Zagyapan R., Pelin C., Kurkcuoglu A., Gurel S., **Tekindal M.A.**, The Opinions of Medical Students on Phase I Anatomy Education: A Preliminary Study, 5<sup>th</sup> International Symposium of Clinical and Applied Anatomy and 1<sup>st</sup> Paneuropean Meeting of Anatomists, 24<sup>th</sup>-26<sup>th</sup> May 2013, Graz, Austria, pp 114
7. Deniz Anuk İnce, Ulaş Tuğcu, Ayşe Ecevit, Abdullah Kurt, Aslihan Abbasoğlu, **M. Agah Tekindal**, Aylin Tarcan, Assessment of labial angle via goniometer and oral motor reflexes in preterm infants: comparison with term infants, The International Neonatology Association Conference, 3-5 April 2014, Valencia, Spain, List of e poster:3
8. Deniz Anuk İnce, Ayşe Ecevit, Banu Oskay Acar, Ahmet Saracoglu, Abdullah Kurt, **M. Agah Tekindal**, Aylin Tarcan, Non-invasive evaluation of feeding maturation via swallowing sound recording in preterm infants: comparison to findings in term infants, The International Neonatology Association Conference, 3-5 April 2014, Valencia, Spain, List of e poster:4
9. Feriba Turhan, Aylin Aydın, **Mustafa Agah Tekindal**, Cansu Çetin, Sedat Cömert, To determine whether body mass index and percent body fat are associated with sperm quality (Abstracts of the 10th Biennial Conference of Alpha, Scientists in

Reproductive Medicine), 9–11 May 2014, Volume 28, Supplement 1, May 2014, Pages S22, Antalya, Turkey, PP-45, DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1472-6483\(14\)50050-8](http://dx.doi.org/10.1016/S1472-6483(14)50050-8)

10. Sibel Oto, Sezin A. Bayar, Begum Bulam, Gursel Yilmaz, Imren Akkoyun, , **Mustafa Agah Tekindal**, Unique Foveal Contour Changes in Series of Children With Hyperopia, Sunday, April 27, 2014: 8:56 AM Room 155 (Boston Convention and Exhibition Center), April 25 - 29, 2014, The Boston Convention and Exhibit Center Boston, MA

### 3. Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

1. Bayrak, H., Özkaya, B., **Tekindal, M. A.**, “Birinci Derece Faktoriyel Denemelerde Verimlilik İçin Optimum Noktaların Belirlenmesi: Bir Uygulama” Türkiye Klinikleri Biyoistatistik Dergisi, Sayfa 18-26 (Cilt:2 Sayı:1 2010).
2. Tekindal B., Uzoğlu B., **Tekindal M. A.**, “Çok Programlı Lisesindeki Meslek Lisesi Öğrencileri İle Düz Lise Öğrencileri Arasındaki Kaygı Düzeylerinin Belirlenmesi” Selçuk Üniversitesi Akşehir M.Y.O Sosyal Bilimler Dergisi CİLT: 1, SAYI: 1, OCAK 2010 Sayfa 75-85
3. Tekindal B.,Ertekin A., R., **Tekindal M. A.**, Meslek Liselerinde Eğitim-Öğretim Gören Öğrencilerin Bilgisayara Yönelik Tutumlarının Değerlendirilmesi(Yozgat İli Yerköy İlçesi Örneği), Gazi Üniversitesi Bilişim Teknolojileri Dergisi, CİLT: 3, SAYI: 1, OCAK 2010, Sayfa: 23-31
4. **Tekindal M. A.**,Eryaş N., Tekindal B., İlköğretim Okullarındaki Öğrencilerin Sürekli Kaygı Düzeylerinin Çeşitli Değişkenlere Göre İncelenmesi, Gazi Üniversitesi, Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi, Yıl : 18(2010), Sayı:26 , Sayfa 79-93
5. Leyla Aydın, Şebnem İlhan, **Agah Tekindal**, Nimet Ünay Gündoğan, Stresli ve stressiz sıçanlarda fluoksetin hidroklorür kullanımının öğrenme ve bellek üzerine etkiler, Genel Tıp Dergisi 2011;21(4): 137-143
6. Sezin AKÇA BAYAR, Ahmet AKMAN, Altuğ ÇETİNKAYA, Eylem YAMAN PINARCI, **M. Agah TEKİNDAL**, Yonca A. AKOVA, Clinical Comparison of Rebound Tonometer with Goldmann Applanation Tonometer: Effects of Central Corneal Thickness, *Glo-Kat* 2012;7:177-183
7. Hatice ŞİMŞEK BEKİR, Hande ŞAHİN, **Agah TEKİNDAL**, Konaklama Tesislerinde Kalan Ailelerin Yaşam Kalitesi, Zeitschrift für die Welt der Türken Journal of World of Turks, ZFWT Vol. 4, No. 2 (2012), 233-246,
8. Yasemin Genç, Rabia Albayrak, Can Ateş, **Mustafa Agah Tekindal**, Pınar Selvi, Sibel Perçinel, Koray Ceyhan, Tanı Doğruluğu Çalışmalarının Kalitelerinin Değerlendirilmesi: STARD Kriterlerinin Türkçe Uyarlaması, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası 2012, 65 (3), 137-145
9. Nuri TANRIKULU, Özgül Akın ŞENKAL, Erdinç AYDIN, Levent ÖZLÜOĞLU, **Mustafa Agâh TEKİNDAL**, Üniversite Öğrencilerinin Kulaklıkla Müzik Dinleme

Alışkanlıklarının İşitme Eşikleri Üzerine Etkisi: Başkent Üniversitesi Örneği, KBB ve BBC Dergisi 21 (3):93-103, 2013

10. Nurhan Meydan Acımuş, **Mustafa Agah Tekindal**, Eğitim Fakültesi Öğrencilerinin Hudson & Ricketts Tutum Ölçeğine Gore Cinsel Yönelimlere Bakışı (The Attitudes of Students of the Educational Faculty of a University about Sexual Orientation Measured by the Attitude Scale of Hudson & Ricketts), Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi (STED) 2013, Cilt 23, Sayı 2, Sayfa 38-45
11. Leyla Aydın, Melih Melih Aksoy, Burak Gülşen, Hakan Oral, Mustafa Çağrı Öcalan, Betül Yüstra Şirin, **M. Agah Tekindal**, Mezuniyet Sonrası Eğitimde Nöbet Tutma Ve Uzun Çalışma Süresinin Doktorların Görsel Ve İşitsel Reaksiyon Zamanı Üzerine Etkisi, Tıp Eğitimi Dünyası, Sayı: 36, 2013, 12-18
12. Özlem GÜLLÜ, **Mustafa Agah TEKİNDAL**, İlker GÖKÇE, Serdal Kenan KÖSE, Kadir TÜRKÖLMEZ, Nomogramlar ile İstatistiksel Modellerin Yaşam Olasılıklarını Belirlemedeki Performanslarının Metot Karşılaştırma Yöntemleri ile Değerlendirilmesi: Mesane Kanseri Örneği, Türkiye Klinikleri J Biostat 2014;6(1):42-52

#### 4. Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında basılan bildiriler

1. **Tekindal, M. A.**, “Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye’nin Borsa Endekslerinin Modellenmesi Ve Geleceğe Yönelik Kestirimleri’nin Değerlendirilmesi”, TÜİK 17. İstatistik Araştırma Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Sayfa 135-153, Mayıs 2008.
2. **Tekindal, M. A.**, “Beşeri Sermaye İle Ekonomik Büyüme Ve Kalkınma Arasındaki İlişkiler Türkiye Üzerine Ekonometrik Bir Analiz (1980-2005), VI. İstatistik Günleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Sayfa 66-75, Samsun, 28-30 Ağustos 2009.
3. Tunç, Melike ve **Tekindal, Mustafa Agah** (2008). “Engelli Çocuğa Sahip Annelerin Demografik Özellikleri, Yaşadıkları Sorunlar, Beklentileri ve Kendi Çözüm Önerileri”. (sözel bildiri). Küreselleşen Dünya’da Sosyal Hizmetler Sorunlar ve Çözümlerimiz Sempozyumu (20-21 Aralık 2008). Sağlık ve Sosyal Hizmet Emekçileri Sendikası, Ankara, 115-125.
4. Tunç, Melike ve **Tekindal, Mustafa Agah**. (2010). “Engelli Çocuğa Sahip Annelerin Demografik Özellikleri, Yaşadıkları Sorunlar ve Dışlanma Durumu” (Sözel bildiri). Sosyal Dışlanma ve Sosyal Hizmet (12-14 Kasım 2009) Sempozyumu Kitabı. Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sosyal Hizmet Bölümü, Ankara, s. 311-326
5. Tunç, Melike; Işıkhana, Vedat; **Tekindal, Mustafa Agah** (2011). “Sosyal Hizmet Araştırmasında Metodolojik Sorunlar” (Sözel Bildiri). 7. Sosyal Hizmetler Kongresi, 21. Yüzyılda Sosyal Hizmetler Nereye? (15-16 Nisan 2011). Sosyal Hizmet Uzmanları Derneği, Ankara (BASIMDA).
6. Tekindal B., Öztürk F, **Tekindal M. A.** Alan S., Gazi Üniversitesi Hastanesi’nde Çalışmakta Olan Hemşirelerde Vardiyalı Çalışma Sisteminin Yaşam Kalitelerine Etkisi, 12. Biyoistatistik kongresi 28 Haziran- 1 Temmuz 2010 VAN(SÖZLÜ SUNUM) 12. Biyoistatistik kongresi Bildiriler Özetleri Kitabı, Sayfa 33-34

7. Tekindal B., Alan S, **Tekindal M. A.**, Öztürk F, Hacettepe Üniversitesi Erişkin Hastanesinde Çalışan Hemşirelerin Tükenmişlik Düzeyleri Ve Bunları Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi, 12. Biyoistatistik kongresi 28 Haziran- 1 Temmuz 2010 VAN(SÖZLÜ SUNUM) 12. Biyoistatistik kongresi Bildiriler Özetleri Kitabı, Sayfa 35
8. Tekindal B., Koç. K., **Tekindal M. A.**, Gülçehre Ç., Ulusal Akademik Ağ (Ulaknet) Olay Takipçisi Sistemi Kayıtlarının Değerlendirilmesi, TÜİK 19. İstatistik Araştırma Sempozyumu Bildiri Özetleri Kitabı, Sayfa 4-5 , Mayıs 2010.
9. Akca Bayar S, Oto S, Oner O, **Tekindal MA.** Akova YA. İki ile beş yaş arası çocuklarda Plusoptix videoretinoskopi ile Sure-Sight el otorefraktometresi ve Topcon otorefraktometresi ölçümlerinin karşılaştırılması. TOD 45. Ulusal Oftalmoloji Kongresi 5-9 Ekim 2011, Kıbrıs.
10. Özlem Oner, Sezin Akca Bayar, Sibel Oto, Onur Gökmen, **Mustafa Agah Tekindal**, Yonca Akova. Başarıyla Tedavi Edilmiş Mikrotrop Olgularda Kontrast Duyarlılık Sonuçları. TOD 45. Ulusal Oftalmoloji Kongresi 5-9 Ekim 2011, Kıbrıs.
11. **Mustafa Agah Tekindal**, Rabia Albayrak, Can Ateş, Pınar Selvi, Yasemin Genç, Use Of The Stard Statement İn Reporting Diagnostic Test Research in Turkish Medical Directory, "GOOD MEDICAL RESEARCH" International Conference of MedicReS is to take place in March 25-27, 2011 in Istanbul, Page 73
12. Ersin Ögüş, **M. Agah Tekindal**, Yelda Ceylan, Neşe Emecioğlu, İlçim Ercan, Deniz Eroğlu, Merve Demirel, Sevinç Haner, Üniversite Öğrencilerinde Metabolik Sendrom Riski: Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Örneği, XIII. Ulusal Biyoistatistik Kongresi Poster Bildirileri Kitapçığı, 12-14 Eylül 2011 Kızılcahamam/Ankara, Sayfa 55-56
13. Ersin Ögüş, **M. Agah Tekindal**, İrem Saraçoğlu, Cem Önder, F. Ceren Erdal, Anıl Alpsoy, Türkiye'de Ve Dünyada Tıbbi Bilişim: Dünü, Bugünü Ve Yarını, XIII. Ulusal Biyoistatistik Kongresi Poster Bildirileri Kitapçığı, 12-14 Eylül 2011 Kızılcahamam/Ankara, Sayfa 57-58
14. Ersin Ögüş, **M. Agah Tekindal**, Fatma Akçaöz, Fadime Çetin, Hülya Işık, Gülçin Ömerca, Gizem Tınas, Sümeyra Yılmaz, Uyku Bozukluklarından Kaynaklanan Sağlık Sorunları: SB Dışkapı Yıldırım Beyazıt Eğitim Ve Araştırma Hastanesi Uyku Laboratuvarı Örneği, XIII. Ulusal Biyoistatistik Kongresi Poster Bildirileri Kitapçığı, 12-14 Eylül 2011 Kızılcahamam/Ankara, Sayfa 59-60
15. **M. Agah Tekindal**, Ersin Ögüş, Aylin Alkan, Canseza Bozkurt, Melike Ferik, Bilge Kılıç, Elif Maaşoğlu, Nurcihan Tanrıvermiş, 1923-2008 Yılları Arasında Özel Ve Kamu Hastanelerindeki Sağlık Personeli Sayısının Değerlendirilmesi, XIII. Ulusal Biyoistatistik Kongresi Poster Bildirileri Kitapçığı, 12-14 Eylül 2011 Kızılcahamam/Ankara, Sayfa 61-62
16. **M. Agah Tekindal**, Ersin Ögüş, Öznur Erbay, Çidem Akyol, Kübra Aymelek, Ceren Bağcıoğlu, Ebru Süer, Betül Yıldız Bilişim Teknolojilerinin Sağlık Eğitiminde Kullanılması: Başkent Üniversitesi Hemşirelik Ve Sağlık Hizmetleri Bölümü Öğrencileri Örneği, XIII. Ulusal Biyoistatistik Kongresi Poster Bildirileri Kitapçığı, 12-14 Eylül 2011 Kızılcahamam/Ankara, Sayfa 63-64

17. Özlem Güllü, **Mustafa Agah Tekindal**, İlker Gökçe, Serdal Kenan Köse, Kadir Türkölmez, Nomogramlar Ve Matematiksel Modelleme Arasındaki Uyumun Metot Karşılaştırma Yöntemleri İle Değerlendirilmesi: Mesane Kanseri Örneği. XIII. Ulusal Biyoistatistik Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı, 12-14 Eylül 2011 Kızılcahamam/Ankara, Sayfa 25-27
18. **Mustafa Agah Tekindal**, Yasemin Genç, Tuğba Taşkın Türkmenoğlu, Koray Ceyhan, Bağımlı Dizaynlarda İki Testin Seçicilik Ve Duyarlılıklarının Eşanlı Karşılaştırılması: Newcombe Grafik Yaklaşımı. XIII. Ulusal Biyoistatistik Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı, 12-14 Eylül 2011 Kızılcahamam/Ankara, Sayfa 35-37
19. Serdal Kenan Köse, Benian Tekindal, **Mustafa Agah Tekindal**, Habibe Kübra Babacan, Kanser İnsidansındaki Değişimlere Göre Hasta Sayısı Kestirimleri: Bir Simülasyon Çalışması, . XIII. Ulusal Biyoistatistik Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı, 12-14 Eylül 2011 Kızılcahamam/Ankara, Sayfa 42-43
20. Benian Tekindal, Cansu İçer, **Mustafa Agah Tekindal**, Gül Pınar, Son Trimestr Dönemindeki 25 Yaş Ve Altı Gebelerin Yaşam Kalitesinin İncelenmesi, 7. Ulusal Üreme Sağlığı ve Aile Planlaması Kongresi, 22-25 Nisan 2011, Ankara, Bildiri Özetleri Kitabı, Poster 28
21. Böbrek Ve Karaciğer Transplantasyonundan Ortalama İki Yıl Ve Daha Sonrası Dönemde Bireylerin Yaşam Kalitelerinin Belirlenmesi, Özlem Erdoğan, Azize Karahan, Aysel Abbasoğlu, Gülcihan Akkuzu, İlknur Şengel, Hatice Akkoç, Sibel Bozdağ, Necibe Kaya, Hamdi Karakayalı, Nilgün Taşkintuna, **Mustafa Agah Tekindal**, Mehmet Haberal, 18. Ulusal Cerrahi Kongresi, 23-27 Mayıs, İzmir, Kaya Kongre Merkezi, Bildiri Özetleri Kitabı, Sayfa 87
22. **Mustafa Agah Tekindal**, Yasemin Genç, Zaman Serilerinin Modellenmesi ve Geleceğe Yönelik Kestirimlerinin Değerlendirilmesi: 1928-2010 Hekim Başına Düşen Kişi Sayısı Örneği, Uluslararası Katılımlı XIV. Ulusal Biyoistatistik Kongresi, 4-7 EYLÜL 2012, Kadir Has Kongre Merkezi, Kayseri, Bildiri Özetleri Kitabı Sayfa, 49-50
23. Özlem Güllü, **Mustafa Agah Tekindal**, Dogukan Özen, İ.Safa Gürcan, Yasemin Genç, Tahmin Modellerinin Performanslarının Değerlendirilmesi, Uluslararası Katılımlı XIV. Ulusal Biyoistatistik Kongresi, 4-7 EYLÜL 2012, Kadir Has Kongre Merkezi, Kayseri, Bildiri Özetleri Kitabı Sayfa, 92-93
24. Sahin NM, Kinik ST, **Tekindal MA**, İnsülin direncini değerlendirmede açlık insülin ve HOMA-IR ne kadar güvenilir?, 15. Ulusal Pediatrik Endokrin ve Diyabet Kongresi, 23-26 Kasım 2011, Kaya termal Otel & Kongre Merkezi/İzmir, Bildiri Özetleri Kitabı, P 118
25. Onur Özalp, Ayşe Hande Arslan, Özlem Kurt Azap, Sema Aktaş, **Agah Tekindal**, Mehmet Haberal, Renal Transplantasyon Uygulanan Hastalarda , GSBL Pozitif E.coli'ye Bağlı Gelişen Üriner Sistem Enfeksiyonlarının Risk Faktörleri, Türkiye 3. EKmud Bilimsel Pltformu, 1-5 Mart 2011, Grand Cevahir Otel ve Kongre Merkezi, İstanbul

26. **Mustafa Agah Tekindal**, Ayşe Canan Yazıcı, Minimum Etkili Doz'un Belirlenmesinde Williams Testi İçin Gerekli Örnek Genişliği, I. Genç İstatistikçiler Sempozyumu, Bildiri Özetleri Kitabı, Sayfa 61, 10-11 Eylül 2013, Hacettepe Üniversitesi Ankara
27. Deniz Anuk İnce, Ayşe Ecevit, Banu Oskay Acar, Abdullah Kurt, **Mustafa Agah Tekindal**, Müzeyyen Çiyiltepe, Aylin Tarcan, Preterm Bebeklerde Emme Ve Yutma Matürasyonunun Değerlendirilmesi, 21. Ulusal Neonatoloji Kongresi (UNEKO-21), 14-17 Nisan 2013, Antalya, SS001, Sayfa 113
28. Aslıhan Abbasoğlu, Ayşe Ecevit, Ali Ulaş Tuğcu, **Mustafa Agah Tekindal**, Aylin Tarcan, Yenidoğan Sepsisinde IGM'den Zengin İntravenöz Immunglobülin Kullanımı, 21. Ulusal Neonatoloji Kongresi (UNEKO-21), 14-17 Nisan 2013, Antalya, PS165, Sayfa 208
29. Özlem Güllü, Can Ateş, **Mustafa Agâh Tekindal**, Beyza Doğanay Erdoğan, Yasemin Yavuz, İ. Safa Gürcan, Berkay Ekici, Modele Eklenen Yeni Bir Tahmin Edicinin Model Performansına Katkısının Değerlendirilmesi: Kardiyovasküler Risk Tahmin Modeline İlişkin Bir Uygulama, Uluslararası Katılımlı 15. Ulusal Biyoistatistik Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı, Sayfa 68-69, 20-23 Ağustos 2013, Didim, Aydın
30. Ayşe Canan Yazıcı, Sinan Canan, **Mustafa Agah Tekindal**, Ersin Ögüş, Stereoloji Çalışmalarında Araştırma Tasarımı ve Örnekleme Yöntemi, Uluslararası Katılımlı 15. Ulusal Biyoistatistik Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı, Sayfa 73, 20-23 Ağustos 2013, Didim, Aydın
31. **Mustafa Agah Tekindal**, Melike Tunç, Ayşe Canan Yazıcı, Serdal Kenan Köse, Özlem Güllü, Can Ateş, Beyza Doğanay Erdoğan, Box-Behnken Deneme Düzeni İle Engelli Çocuğa Sahip Annelerin Ruhsal Alan Yaşam Kalitesinin Değerlendirilmesi, Uluslararası Katılımlı 15. Ulusal Biyoistatistik Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı, Sayfa 79-80, 20-23 Ağustos 2013, Didim, Aydın
32. Azize Karahan, Ebru Kılıçarslan Törüner, Aysun Ceylan, Aysel Abbasoğlu, **Agah Tekindal**, Lale Büyükgönenç, Bates Jensen Yara Değerlendirme Aracının Türkçe Versiyonunun Geçerlik ve Güvenirliği, 19.Ulusal Cerrahi Kongresi, 16-20 Nisan 2014 Antalya, HS 25
33. Julide Sedef Göçmen, **Mustafa Agah Tekindal**, El Parmak Kültürlerinde Üreyen Koagülaz Negatif Stafilokoklarda Oksasilin Dirençi ile Slime Oluşumu Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi: Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Örneği, 5. TÜRKİYE EKMUD KONGRESİ, 21-25 Mayıs 2014, PS 144
34. Deniz Anuk İnce, Ayşe Ecevit, Aslıhan Abbasoğlu, Ulaş Tuğcu, Abdullah Kurt, **Mustafa Agah Tekindal**, Derya Aldemir, Aylin Tarcan, Maternal ve Neonatal 25(OH) Vitamin D Düzeyi İlişkisinin Araştırılması, 22. Ulusal Neonatoloji kongresi(UNEKO-22), 10-13 Nisan 2014, Antalya, PS135, Sayfa 209
35. Şahin Takçı, Deniz Anuk İnce, Ayşe Hendekçi, Şeyma Ünüvar, **Mustafa Agah Tekindal**, Zamanında Doğmuş Gebelik Yaşına Göre küçük Bebeklerin Perinatal Sonuçlarının Gebelik Yaşına göre Uygun Bebeklerle Karşılaştırılması, 22. Ulusal Neonatoloji kongresi(UNEKO-22), 10-13 Nisan 2014, Antalya, PS145, Sayfa 213

36. Kızıltan E., Aydın L., İlhan A. Ş., Yazıhan N., **Tekindal A.**, Gündoğan Ü. N., Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesindeki Öğrencilerde Tıp Eğitiminin Reaksiyonu Zamanı Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi, VII. Ulusal Tıp Eğitimi Kongresi Uluslar Arası Katılımlı 7-9 MAYIS 2014, Sayfa 66
37. **Mustafa Agah TEKİNDAL**, Ayşe Canan YAZICI, Yasemin YAVUZ, Oranların Trendi İçin Cochran-Armitage Testi Örneklem Genişliği, XVI. Ulusal Biyoistatistik Kongresi, 10-12 Eylül 2014, Side ANTALYA, S. 92
38. **Mustafa Agah TEKİNDAL**, Özlem GÜLLÜ, Ayşe Canan YAZICI, Serdal Kenan KÖSE, Beyza DOĞANAY ERDOĞAN, Can ATEŞ, Yasemin YAVUZ, Melike TEKİNDAL, Sağdan Sansürlü Verilerin Parametrik, Yarı Parametrik Ve Parametrik Olmayan Yöntemlerle Değerlendirilmesi, XVI. Ulusal Biyoistatistik Kongresi, 10-12 Eylül 2014, Side ANTALYA, S. 93



## EK 1

## R KODLARI:

```

require(NADA)
suppressWarnings
suppressMessages
options(error = expression(NULL))

Nsim=10000          # simulyon sayisi
n=seq(20,300,10)   # ornek buyuklugu
sansur_oran=seq(0.05,0.85,0.10) #sansur orani

##### Log-normal dagilim icin
ort_log=5 #Log-normal dagilimi mean parametresi
ss_log=2 #Log-normal dagilimi std parametresi

#0: sansursuz veri
ortalama_0=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
ortanca_0=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
Q1_0=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
Q3_0=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
SSap_0=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
Shat_0=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))

## 1: sansurlu veri
ortalama_1=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
ortanca_1=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
Q1_1=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
Q3_1=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
SSap_1=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
Shat_1=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))

## 2: sansurlu veri yerine min. koyma
ortalama_2=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
ortanca_2=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
Q1_2=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
Q3_2=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
SSap_2=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
Shat_2=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))

## 3: sansurlu veri yerine min./sqrt(2) koyma
ortalama_3=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
ortanca_3=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
Q1_3=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
Q3_3=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
SSap_3=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
Shat_3=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))

## 4: K-M
ortalama_4=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
ortanca_4=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
Q1_4=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
Q3_4=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
SSap_4=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
Shat_4=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))

```

```

## 5: ML
ortalama_5=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
ortanca_5=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
Q1_5=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
Q3_5=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
SSap_5=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
Shat_5=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))

##6: ROS
ortalama_6=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
ortanca_6=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
Q1_6=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
Q3_6=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
SSap_6=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))
Shat_6=array(NA,dim=c(length(n),length(sansur_oran),Nsim))

for(i in 1:Nsim){
  for(j in 1:length(n)){
    x1=rlnorm(n[j], meanlog = ort_log, sdlog = ss_log)
    x1_order=x1[order(x1)]

    for(k in 1:length(sansur_oran)){
      sans=round(sansur_oran[k]*n[j])
      data=cbind(x1_order,sansur=c(rep(0,sans),rep(1,n[j]-sans)))

      ## sansursuz veriler icin tanimlayici istatistikler
      tan_sansursuz=c(summary(x1),ss=sd(x1),sh=sd(x1)/sqrt(n[j]))
      ortalama_0[j,k,i]=tan_sansursuz[4]
      ortanca_0[j,k,i]=tan_sansursuz[3]
      Q1_0[j,k,i]=tan_sansursuz[2]
      Q3_0[j,k,i]=tan_sansursuz[5]
      SSap_0[j,k,i]=tan_sansursuz[7]
      Shat_0[j,k,i]=tan_sansursuz[8]

      ## sansurlu veriler icin tanimlayici istatistikler
      x1_sansurlu=data[,1][data[,2]==1]

      tan_sansurlu=c(summary(x1_sansurlu),ss=sd(x1_sansurlu),sh=sd(x1_sansurlu)/sqrt(n[j]-
      sans))

      ortalama_1[j,k,i]=tan_sansurlu[4]
      ortanca_1[j,k,i]=tan_sansurlu[3]
      Q1_1[j,k,i]=tan_sansurlu[2]
      Q3_1[j,k,i]=tan_sansurlu[5]
      SSap_1[j,k,i]=tan_sansurlu[7]
      Shat_1[j,k,i]=tan_sansurlu[8]

      #####
      ### minimum degeri sansurlu veri yerine koyma
      #####

      x1_min=data[,1]

```

```

x1_min[data[,2]==0]=min(x1_sansurlu)

tan_min=c(summary(x1_min),ss=sd(x1_min),sh=sd(x1_min)/sqrt(n[j]-
sans))

ortalama_2[j,k,i]=tan_min[4]
ortanca_2[j,k,i]=tan_min[3]
Q1_2[j,k,i]=tan_min[2]
Q3_2[j,k,i]=tan_min[5]
SSap_2[j,k,i]=tan_min[7]
Shat_2[j,k,i]=tan_min[8]

#####
#### minimum/sqrt(2) degeri sansurlu veri yerine koyma
#####

x1_min2=data[,1]
x1_min2[data[,2]==0]=min(x1_sansurlu)/sqrt(2)

tan_min2=c(summary(x1_min2),ss=sd(x1_min2),sh=sd(x1_min2)/sqrt(n[j]-sans))
ortalama_3[j,k,i]=tan_min2[4]
ortanca_3[j,k,i]=tan_min2[3]
Q1_3[j,k,i]=tan_min2[2]
Q3_3[j,k,i]=tan_min2[5]
SSap_3[j,k,i]=tan_min2[7]
Shat_3[j,k,i]=tan_min2[8]

#####
##### Kaplan Meier
#####

obs = data[,1]
censored = ifelse(data[,2]==0,TRUE,FALSE)
try.result=try(cenfit(obs,censored),silent=T)
if(inherits(try.result, "try-error")){
  mycenfit = NA
  ortalama_4[j,k,i]=NA
  ortanca_4[j,k,i]=NA
  Q1_4[j,k,i]=NA
  Q3_4[j,k,i]=NA
  SSap_4[j,k,i]=NA
  Shat_4[j,k,i]=NA
} else {
  mycenfit = cenfit(obs, censored)
  ortalama_4[j,k,i]=mean(mycenfit)[1]
  ortanca_4[j,k,i]=median(mycenfit)
  Q1_4[j,k,i]=quantile(mycenfit)[3]
  Q3_4[j,k,i]=quantile(mycenfit)[5]
  SSap_4[j,k,i]=sd(mycenfit)
  Shat_4[j,k,i]=sd(mycenfit)/sqrt(n[j])
}
#####
##### Maximum Likelihood
#####

```

```

try.result=try(cenmle(obs,censored),silent=T)

if(inherits(try.result, "try-error")){
  mymle=NA
  ortalama_5[j,k,i]=NA
  ortanca_5[j,k,i]=NA
  Q1_5[j,k,i]=NA
  Q3_5[j,k,i]=NA
  SSap_5[j,k,i]=NA
  Shat_5[j,k,i]=NA
} else {
  mymle=cenmle(obs,censored)
  ortalama_5[j,k,i]=mean(mymle)[1]
  ortanca_5[j,k,i]=median(mymle)
  Q1_5[j,k,i]=quantile(mymle)[3]
  Q3_5[j,k,i]=quantile(mymle)[5]
  SSap_5[j,k,i]=sd(mymle)
  Shat_5[j,k,i]=sd(mymle)/sqrt(n[j])
}

#####
##### ROS
#####
try.result=try(ros(obs,censored),silent=T)
if(inherits(try.result, "try-error")){
  myros=NA
  ortalama_6[j,k,i]=NA
  ortanca_6[j,k,i]=NA
  Q1_6[j,k,i]=NA
  Q3_6[j,k,i]=NA
  SSap_6[j,k,i]=NA
  Shat_6[j,k,i]=NA

} else {
  myros=ros(obs,censored)
  ortalama_6[j,k,i]=mean(myros)[1]
  ortanca_6[j,k,i]=median(myros)
  Q1_6[j,k,i]=quantile(myros)[3]
  Q3_6[j,k,i]=quantile(myros)[5]
  SSap_6[j,k,i]=sd(myros)
  Shat_6[j,k,i]=sd(myros)/sqrt(n[j])
}

}

}

ortalama_0=apply(ortalama_0,c(1,2),mean,na.rm=T)
ortanca_0=apply(ortanca_0,c(1,2),mean,na.rm=T)
Q1_0=apply(Q1_0,c(1,2),mean,na.rm=T)
Q3_0=apply(Q3_0,c(1,2),mean,na.rm=T)
SSap_0=apply(SSap_0,c(1,2),mean,na.rm=T)
Shat_0=apply(Shat_0,c(1,2),mean,na.rm=T)

ortalama_1=apply(ortalama_1,c(1,2),mean,na.rm=T)

```

```

ortanca_1=apply(ortanca_1,c(1,2),mean,na.rm=T)
Q1_1=apply(Q1_1,c(1,2),mean,na.rm=T)
Q3_1=apply(Q3_1,c(1,2),mean,na.rm=T)
SSap_1=apply(SSap_1,c(1,2),mean,na.rm=T)
Shat_1=apply(Shat_1,c(1,2),mean,na.rm=T)

```

```

ortalama_2=apply(ortalama_2,c(1,2),mean,na.rm=T)
ortanca_2=apply(ortanca_2,c(1,2),mean,na.rm=T)
Q1_2=apply(Q1_2,c(1,2),mean,na.rm=T)
Q3_2=apply(Q3_2,c(1,2),mean,na.rm=T)
SSap_2=apply(SSap_2,c(1,2),mean,na.rm=T)
Shat_2=apply(Shat_2,c(1,2),mean,na.rm=T)

```

```

ortalama_3=apply(ortalama_3,c(1,2),mean,na.rm=T)
ortanca_3=apply(ortanca_3,c(1,2),mean,na.rm=T)
Q1_3=apply(Q1_3,c(1,2),mean,na.rm=T)
Q3_3=apply(Q3_3,c(1,2),mean,na.rm=T)
SSap_3=apply(SSap_3,c(1,2),mean,na.rm=T)
Shat_3=apply(Shat_3,c(1,2),mean,na.rm=T)

```

```

ortalama_4=apply(ortalama_4,c(1,2),mean,na.rm=T)
ortanca_4=apply(ortanca_4,c(1,2),mean,na.rm=T)
Q1_4=apply(Q1_4,c(1,2),mean,na.rm=T)
Q3_4=apply(Q3_4,c(1,2),mean,na.rm=T)
SSap_4=apply(SSap_4,c(1,2),mean,na.rm=T)
Shat_4=apply(Shat_4,c(1,2),mean,na.rm=T)

```

```

ortalama_5=apply(ortalama_5,c(1,2),mean,na.rm=T)
ortanca_5=apply(ortanca_5,c(1,2),mean,na.rm=T)
Q1_5=apply(Q1_5,c(1,2),mean,na.rm=T)
Q3_5=apply(Q3_5,c(1,2),mean,na.rm=T)
SSap_5=apply(SSap_5,c(1,2),mean,na.rm=T)
Shat_5=apply(Shat_5,c(1,2),mean,na.rm=T)

```

```

ortalama_6=apply(ortalama_6,c(1,2),mean,na.rm=T)
ortanca_6=apply(ortanca_6,c(1,2),mean,na.rm=T)
Q1_6=apply(Q1_6,c(1,2),mean,na.rm=T)
Q3_6=apply(Q3_6,c(1,2),mean,na.rm=T)
SSap_6=apply(SSap_6,c(1,2),mean,na.rm=T)
Shat_6=apply(Shat_6,c(1,2),mean,na.rm=T)

```

```

setwd("C:\\agah_Log-normal")
write.table(ortalama_0,"ortalama_0.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(ortanca_0,"ortanca_0.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(Q1_0,"Q1_0.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(Q3_0,"Q3_0.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(SSap_0,"SSap_0.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(Shat_0,"Shat_0.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)

write.table(ortalama_1,"ortalama_1.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(ortanca_1,"ortanca_1.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(Q1_1,"Q1_1.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(Q3_1,"Q3_1.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(SSap_1,"SSap_1.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(Shat_1,"Shat_1.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)

```

```
write.table(ortalama_2,"ortalama_2.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(ortanca_2,"ortanca_2.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(Q1_2,"Q1_2.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(Q3_2,"Q3_2.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(SSap_2,"SSap_2.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(Shat_2,"Shat_2.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
```

```
write.table(ortalama_3,"ortalama_3.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(ortanca_3,"ortanca_3.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(Q1_3,"Q1_3.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(Q3_3,"Q3_3.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(SSap_3,"SSap_3.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(Shat_3,"Shat_3.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
```

```
write.table(ortalama_4,"ortalama_4.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(ortanca_4,"ortanca_4.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(Q1_4,"Q1_4.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(Q3_4,"Q3_4.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(SSap_4,"SSap_4.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(Shat_4,"Shat_4.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
```

```
write.table(ortalama_5,"ortalama_5.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(ortanca_5,"ortanca_5.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(Q1_5,"Q1_5.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(Q3_5,"Q3_5.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(SSap_5,"SSap_5.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(Shat_5,"Shat_5.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
```

```
write.table(ortalama_6,"ortalama_6.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(ortanca_6,"ortanca_6.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(Q1_6,"Q1_6.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(Q3_6,"Q3_6.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(SSap_6,"SSap_6.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
write.table(Shat_6,"Shat_6.txt",sep=";",quote=FALSE,row.names=F,col.names=F)
```