



MARMARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



SAĞKALIM FONKSİYON  
PARAMETRELERİNİN DENEYSEL  
OLABİLİRLİK FONKSİYONU İLE TAHMİN  
EDİLMESİ

EMİNE ÖZER

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Matematik Anabilim Dalı

DANIŞMAN

Doç. Dr. Nilgün YILDIZ

İSTANBUL, 2023



MARMARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



SAĞKALIM FONKSİYON  
PARAMETRELERİNİN DENEYSEL  
OLABİLİRLİK FONKSİYONU İLE TAHMİN  
EDİLMESİ

EMİNE ÖZER

(520922981)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Matematik Anabilim Dalı

DANIŞMAN

Doç. Dr. Nilgün YILDIZ

İSTANBUL, 2023

## **ÖNSÖZ / TEŞEKKÜR**

Tez konumu seçmemde, beni bu alana yönlendirmede ve tez ile ilgili yaptığım çalışmalarda yol gösteren ve yardımcı olan hocam Doç. Dr. Nilgün YILDIZ'a teşekkür ederim. Her zaman beni destekleyen, gösterdikleri sabır ve sevgiden dolayı aileme sonsuz teşekkür ederim.

**Aralık 2023**

**Emine ÖZER**

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖNSÖZ / TEŞEKKÜR</b>	i
<b>ÖZET</b>	v
<b>ABSTRACT</b>	vi
<b>YENİLİK BEYANI</b>	vii
<b>SEMBOLLER / SYMBOLS</b>	viii
<b>KISALTMALAR / ABBREVIATIONS</b>	ix
<b>ŞEKİL</b>	x
<b>TABLO LİSTESİ / LIST OF TABLES</b>	xi
<b>1. GİRİŞ / INTRODUCTION</b>	1
<b>2. SAĞKALIM ANALİZİ</b>	3
<b>2.1. Sağkalım Analizinde Kullanılan Veri Türleri</b>	6
2.1.1. Sansürsüz Veri	6
2.1.2. Sansürlü Veri	6
2.1.2.1. Sağdan Sansürlü Veri	7
I.Tip Sansürlü Veri	7
II.Tip Sansürlü Veri	7
III.Tip Sansürlü Veri	8
2.1.2.2. Soldan Sansürlü Veri	8
2.1.2.3. Aralık Sansürlü Veri	8
<b>2.2. Sağkalım Analizinde Kullanılan Fonksiyonlar</b>	9
2.2.1. Sağkalım Fonksiyonu (Survival Function)	9
2.2.1.1. Kesikli Dağılımlarda Sağkalım Fonksiyonu	9
2.2.1.2. Sürekli Dağılımlarda Sağkalım Fonksiyonu	10
2.2.2. Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu	13
2.2.3. Hazard Fonksiyonu (Koşullu Başarısızlık Oranı, Tehlike Fonksiyonu)	14
<b>2.3. Sağkalım Analizi Yöntemleri</b>	16
2.3.1. Parametrik Analiz Yöntemi	17

2.3.1.1. Sağkalım Dağılımları	17
2.3.1.1.1. Üstel Dağılım	17
2.3.1.1.2. Weibull Dağılım	18
2.3.1.1.3. Log-Normal Dağılım	19
2.3.1.1.4. Gamma Dağılımı	20
2.3.1.1.5. Log-Logistik Dağılımı	21
2.3.2. Parametrik Olmayan Analiz Yöntemi	22
2.3.2.1. Kaplan-Meier Yöntemi (Çarpım-Limit Yöntemi)	22
2.3.2.2. Nelson-Aalen Tahmin Edicisi	26
2.3.2.3. Fleming Harrington Sağkalım Fonksiyonun Tahmini	28
2.3.2.4. Yaşam Tablosu Yöntemi	28
<b>2.4. Parametre Tahmin Yöntemleri</b>	<b>32</b>
2.4.1. Parametrik Tahmin Yöntemleri	32
2.4.1.1. Tam ve Sansürlü Örneklem Durumlarında En Çok Olabilirlik Yöntemi	32
2.4.1.2. Sansürsüz Örneklem Durumlarında En Çok Olabilirlik Yöntemi	34
2.4.1.2.1. Üstel Dağılımın Parametre Tahmini	34
2.4.1.2.2. Weibull Dağılımın Parametre Tahmini	34
2.4.1.2.3. Log-Normal Dağılımın Parametre Tahmini	35
2.4.1.2.4. Log-Logistik Dağılımın Parametre Tahmini	36
2.4.2. Yarı Parametrik Tahmin Yöntemleri	36
2.4.2.1. Cox Yöntemi	36
2.4.2.1.1. Cox Modeli	37
2.4.2.1.2. Cox Kısmi Olabilirlik Fonksiyonu	38
2.4.3. Parametrik Olmayan Tahmin Yöntemleri	38
2.4.3.1. Deneysel Olabilirlik Yöntemi	39
2.4.3.1.1. Tehlikenin Terimlerinde Olabilirlik ve Birinci Tıp Kısıtlama Altında Maksimumunun Bulunması	45
2.4.3.1.2. Asimptotik Özellikler	53
2.4.3.1.3. Olabilirliğin İki Versiyonunun Kıyası	58
<b>3. UYGULAMA</b>	<b>61</b>
3.1. Uygulama 1 (Avustralyalı AIDS Hastaları)	61
3.2. Uygulama 2 (Solid Tümörlü Hastalar)	64
<b>4. SİMÜLASYON</b>	<b>66</b>

4.1. Simülasyon 1	66
4.2. Simülasyon 2	83
<b>5. SONUÇ</b>	88
<b>KAYNAKLAR / REFERENCES</b>	90

## ÖZET

### SAĞKALIM FONKSİYON PARAMETRELERİNİN DENEYSEL OLABİLİRLİK FONKSİYONU İLE TAHMİN EDİLMESİ

Sağkalım analizi; tedavi sürecinde bir hastalığa neden olan sebepleri ya da bir konuda risk faktörlerini belirlemede büyük önem taşıyan ve sağlık alanında, hastaların yaşam sürelerine etki eden faktörleri belirlemede yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir.

Sağkalım analizinde, en çok karşılaşılan problem sağkalım süresinin net olarak belirlenememesidir. Böyle bir durumda sansürlü veriler oluşur. Üç çeşit sansürlü veri vardır. Bunlar soldan, sağdan ve aralıklı sansürlü veridir. Tahminler oluşturularak ve test istatistikleri kullanılarak değişkenlerin sağkalım analizi yapılır. Yapılan bir çalışmada örneklemin alındığı verinin dağılımı ile ilgili kesin ve yeterli bilgi olmadığı durumlarda klasik olabilirlik yöntemi kullanmak doğru olmamaktadır. Dağılımla ilgili yeterli bilgi olmadığı durumlarda deneysel olabilirlik yöntemi kullanılır. Bu çalışmada bu yöntem kullanılacaktır.

İkinci bölümde sağkalım analizi, veri türleri, yöntemler, kullanılan fonksiyonlar ve parametrelerin tahmin yöntemleri, deneysel olabilirlik yöntemi, tehlikenin terimlerinde olabilirlik ve birinci tıp kısıtlama altında maksimumunun bulunması, asimptotik özellikleri, olabilirliğin iki versiyonunun kıyası hakkında bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde iki gerçek veri üzerinde deneysel olabilirlik yöntemi incelenmiştir. Dördüncü bölümde simülasyon çalışması yapılmıştır. Beşinci bölümde sonuçlar paylaşılmıştır.

Bu tez çalışmasının amacı, sağlık çalışmalarında yaygın olarak kullanılan sağkalım fonksiyon parametrelerinin, parametrik olmayan deneysel olabilirlik yöntemi ile tahmin edilmesidir. Gerçek veri ve simülasyon çalışmasından üretilen verilerin kapsama olasılıkları kriteri dikkate alınarak karşılaştırma yapılmıştır.

## **ABSTRACT**

### **ESTIMATION OF SURVIVAL FUNCTION PARAMETERS WITH EMPIRICAL LIKELIHOOD FUNCTION**

Survival analysis is a method widely used in the field of health to determine the factors that cause disease during the treatment process or to identify risk factors in a particular area, significantly impacting factors that affect patients' life spans.

In survival analysis, a common problem is the inability to determine the survival time precisely, leading to censored data. There are three types of censored data: left-censored, right-censored, and interval-censored. Survival analysis of variables is conducted by making predictions and using test statistics. In situations where there is not enough precise information about the distribution of the data sampled in a study, using the classical likelihood method is not appropriate. In cases with insufficient information about the distribution, the empirical likelihood method is employed, and this method will be used in this study.

In the second section, survival analysis, data types, prediction methods for functions and parameters, finding the maximum under the first type of constraint in terms of danger, asymptotic properties, and the comparison of two versions of likelihood. The third section examines the empirical likelihood method on two real data sets. A simulation study is conducted in the fourth section. The results are shared in the fifth section.

This thesis aims to estimate the parameters of survival functions commonly used in health studies using with the non-parametric empirical likelihood method. A comparison is made, taking into account the coverage probabilities of the real data and simulation studies as a criterion.

## **YENİLİK BEYANI**

Simülasyon çalışmamızda, güven aralıklarının kapsama olasılıkları ve ortalama uzunlukları, Deneysel olabilirlik (EL), Normal yaklaşım, Logaritma, Log(-log) ve Arcsinüs transformasyonu ile hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır.

## **SEMBOLLER / SYMBOLS**

- C** : Sansürleme Süresi
- f** : Olasılık yoğunluk fonksiyonu
- F** : Birikimli olasılık fonksiyonu
- h,  $\lambda$**  : Hazard (Tehlike) fonksiyonu
- H,  $\Lambda$**  : Birikimli (Kümülatif) tehlike fonksiyonu
- L** : Olabilirlik fonksiyonu
- P** : Olasılık fonksiyonu
- S** : Sağkalım fonksiyonu
- t** : Zaman
- T** : Sağkalım zamanı

## KISALTMALAR / ABBREVIATIONS

**AL** : Asimptotik Deneysel Olabilirlik

**CDF** : Birikimli Dağılım Fonksiyon

**EL** : Deneysel Olabilirlik

**KM** : Kaplan-Meier

**NA** : Nelson-Aalen

**ELR** : Deneysel Olabilirlik Oranı

## ŞEKİL

Şekil 2.1. Sansürlü Veri .....	6
Şekil 2.2. Sağdan Sansürlü Veri .....	7
Şekil 2.3. Soldan Sansürlü Veri .....	8
Şekil 2.4. Aralık Sansürlü Veri .....	9
Şekil 2.5. Grafiğin Medyan Değeri 5 Olduğunda Sağkalım Fonksiyonu .....	11
Şekil 2.6. Grafiğin Medyan Değeri 28 Olduğunda Sağkalım Fonksiyonu .....	11
Şekil 2.7. Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu .....	12
Şekil 2.8. Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu .....	12
Şekil 2.9. Sağkalım ve Birikimli Dağılım Fonksiyonları Arasındaki İlişki .....	14
Şekil 3.1. Avustralya'da Eyaletlere Göre Dağılımı Verilen Yıllık Hastalığa Yakalan Birey Sayısı .....	62
Şekil 3.2. $\hat{S}(t)$ Sağkalım Fonksiyonu .....	65
Şekil 4.1. <i>EL</i> Temelli %95 Güven Aralığı .....	68
Şekil 4.2. $F(0.5)$ Fonksiyonu için $n=1000$ Örneklem Boyutunun Deneysel Olabilirlik Oranı Güven Aralığı.....	88

## TABLO LİSTESİ / LIST OF TABLES

Tablo 2.1. Bir Cutler-Ederer (Yaşam) Tablosu Örneği .....	30
Tablo 2.2. Kangal Köpeği Araştırmasında Yapılan Yaşam Tablosu Örneği .....	32
Tablo 3.1. $\hat{S}(t)$ için Çarpım-Limit Tahmini .....	65
Tablo 3.2. Kaplan-Meier Sağkalım Fonksiyonu ve %95 Güven Aralığı .....	66
Tablo 3.3. Nelson-Aalen Sağkalım Fonksiyonu ve %95 Güven Aralığı .....	66
Tablo 4.1. $F(0.5)$ için %95 Güven Aralığının Kapsama Olasılıkları .....	69
Tablo 4.2. $F(0.5)$ için %95 Güven Aralığının Kapsama Olasılıkları .....	70
Tablo 4.3. $F(0.5)$ için %95 Güven Aralığının Kapsama Olasılıkları .....	72
Tablo 4.4. $F(0.5)$ için %95 Güven Aralığının Kapsama Olasılıkları .....	73
Tablo 4.5. $F(0.5)$ için %95 Güven Aralığının Kapsama Olasılıkları .....	75
Tablo 4.6. $F(0.5)$ için %95 Güven Aralığının Kapsama Olasılıkları .....	76
Tablo 4.7. $F(0.5)$ için %95 Güven Aralığının Kapsama Olasılıkları .....	78
Tablo 4.8. $F(0.5)$ için %95 Güven Aralığının Kapsama Olasılıkları .....	79
Tablo 4.9. $F(0.5)$ için %95 Güven Aralığının Kapsama Olasılıkları .....	81
Tablo 4.10. $F(0.5)$ için %95 Güven Aralığının Kapsama Olasılıkları .....	82
Tablo 4.11. $F(0.5)$ için %95 Güven Aralığının Kapsama Olasılıkları ve Ortalama Uzunluk .....	85

# 1. GİRİŞ

Sağkalım analizi, hasta bir kişinin hastalığın ilk teşhis edilmesi anından, gördüğü tedaviyle ne kadar yaşam süresinin olduğunu ya da hastalığın tekrardan nüksetme süresini önceden bilme ve diğer değişkenlerin hayatta kalma süresine olan etkisini belirlemek için elde edilen yöntemlerin tümüdür.

Sağkalım analizi başlangıcı 17.yy'a dayanır. 1662 yılında John Graunt, İngiltere Londra'da yayınladığı kitabında 10 senelik doğum ve ölüm raporlarını yaş, cinsiyet ve ölüm sebeplerine göre ayırarak yazmıştır. Edmund Halley ise 1687-1691 yıllarında ilk yaşam tablosunu hazırlamıştır (Marubini ve Valsecchi,1995).

Greenwood 1926 yılında sağkalım analizi sonucunda bulunan olasılıkların standart hata formülleri ile ilgili çalışmalar yapmıştır. İkinci Dünya Savaşı sırasında kullanılan askeri ekipmanların güvenilirliği ve kullanım ömrünün belirlenebilmesi için sağkalım analiz yöntemlerinin kullanılması öneri olarak sunulmuştur.

Son 60 yılda ise yapılan klinik çalışmalarda yaygın olarak sağkalım analizi kullanılmaya başlanmıştır. Sağkalım analizi, bir hastalığın neden olduğu ölüm zamanını ya da bir olayın başarısızlık zamanını ifade etmek için kullanılabilir.

Sağkalım analizi, yaygın olarak biyoistatistik, tıp, endüstri, sigortacılık ve aktüerya alanlarında kullanılan bir yöntemdir. Ayrıca fen ve mühendislik alanlarında da kullanılmaktadır. Sağkalım (yaşam, hayatta kalma) analizinin konusu yalnızca canlı bir bireyin yaşam süresini tahmin etmek değil bir değişkenin kullanım ömrünü de belirlemektir (Özdemir, 2014).

İnsanların uzun, mutlu ve sağlıklı bir yaşam geçirmeleri için geçmişten bugüne çalışmalar yapılmıştır. Özellikle tıp alanında geniş bir kullanım alanına sahip olan sağkalım analizi, hastalıkların iyileşmesinde yararlanılan yöntemleri değerlendirmek için kullanılır. Yapılan çalışmalar neticesinde, hasta olan bireylere doğru tedavinin uygulanabilmesi için bilimsel yöntem ve tekniklerden yararlanmak büyük önem taşır. Sağkalım analizi; bir hastalığın iyileşme ihtimalinin belirlenmesi, tedavi tekniklerinin çoğaltılabilmesi ve bunlara etki eden değişkenlerin belirlenmesi için yapılan çalışmalardır (Bal, 1997).

Yaşam süresi, sağkalım analizinde en önemli parametredir. Bu parametre genellikle sansürlüdür. Sağkalım analizini diğer istatistik modellerinden ayıran en belirgin özellik, sansürlenmiş verilerle de çalışılmasına olanak sağlamasıdır (Ersoy, 2005). Sağkalım

analizinde, birbirinden farklı olaylar sonucunda ortaya çıkan yaşam zamanları kıyaslanabilir ve sağkalım süresine etkisi olan değişkenler belirlenebilir.

Son yıllarda yaşam analizinin gelişim süreci hızlanmıştır. Özellikle 1960-1980'li yıllar arasında önemli gelişmeler olmuştur. Bu gelişmeler; 1958 yılında Kaplan-Meier tarafından yaşam dağılım tahminleri yapmak için geliştirilen Çarpım-Limit yöntemi, 1966 yılında Mantel tarafından geliştirilen yaşam sürelerini kıyaslamakta kullanılan Log-Rank testi, 1972 yılında Cox tarafından hayat sürelerine değişkenlerin etkisini belirlemek için kullanılan oransal riskler modelidir.

Parametrelerin tahmin edilmesinde birçok yöntem kullanılmaktadır. Sağkalım sürelerinde dağılımın bilinip bilinmemesine göre bu yöntemlerden biri seçilir. Dağılım bilindiğinde parametrik yöntemleri uygulamak daha net sonuçlar verir. En çok kullanılan parametrik yöntemler Üstel, Weibull ve Log-Normal dağılımıdır. Parametrik olmayan yöntemlerde ise değişkenlerin bir dağılıma uygun olma şartı olmadığından daha işlevseldir. En çok kullanılan parametrik olmayan yöntemler Kaplan-Meier yöntemi ve Nelson-Aalen tahmin edicisidir.

Olabilirlik yöntemleri istatistikte geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu yöntem etkin tahminleyici bulmada kullanılır. Elimizdeki verinin dağılımı biliniyorsa klasik olabilirlik yöntemleri uygulanabilir. Ama dağılım bilinmiyorsa parametrik olmayan olabilirlik yöntemine başvurulmalıdır. İşte bu yöntem deneysel (ampirik) olabilirlik yöntemidir. Yani deneysel olabilirlik yöntemi dağılımdan bağımsız bir yöntemdir.

Yapılan çalışmada sağkalım analizi, sağkalım analizinde kullanılan veri türleri ve fonksiyonlar genel olarak anlatılacak, en çok kullanılan dağılım çeşitleri ve dağılıma göre kullanılacak yöntemler tanıtılacaktır. Parametre tahmin yöntemlerinin veri türüne göre kullanıldığı gösterilecektir. Deneysel olabilirliğin günümüze kadar olan gelişimi üzerinde durulacak ve bu yeni yeni gelişmekte olan yöntem detaylı olarak anlatılacaktır. Sansürlü verilerde deneysel olabilirlik yöntemi kullanılıp R istatistiksel yazılım programı ile hem gerçek veri hem simülasyon üzerinde yöntemin etkililiği araştırılacaktır.

Bu çalışmanın amacı, sansürlü verinin varlığında deneysel olabilirlik yönteminin uygulanabildiğini göstermek, Türkiye'deki yapılan çalışmalarda sağkalım fonksiyonun önemini vurgulamak ve literatürdeki deneysel olabilirlik yönteminin eksikliğinin giderilmesidir.

## 2. SAĞKALIM ANALİZİ

Hasta olan kişilerin, hastalığın ilk teşhis anından itibaren yapılan tedavi ile yaşam süresini önceden bilmek ya da yaşam süresine etki eden değişkenleri belirlemek için geliştirilen yöntemlerin tamamına Sağkalım Analizi denir (Tuncay, 2005). Başarısızlık analizi veya olay zaman analizi, sağkalım analizinin diğer adlandırma şekilleridir. Ayrıca sağkalım analizi ile olaylar arasında geçen süre modellenabilir (Oralhan, 2015).

Bireylerin ölümünün gerçekleşmesine ya da yaşamlarının son anına kadar hayatta kalma sürelerine sağkalım süresi denir (Özdemir, 1994). Sağkalım süresine diyabet tanısı konduğu andan itibaren hastalığın ilerlemesine kadar geçen süre, bir mahkûmun şartlı tahliyesine kadar geçen süre, ilk evliliğin süresi, işçinin tazminatı veya diğer sigorta talepleri, elektronik cihazların ve bilgisayarın ömrü gibi örnekler verilebilir.

Yüzyıllar boyunca hayatta kalma analizi sadece ölüm oranlarının araştırılmasıyla kısıtlıydı. Son birkaç yılda ise hayatta kalma verilerinin istatistiksel uygulamaları, biyomedikal araştırmaların ötesine geçerek kriminoloji, astronomi, sosyoloji, pazarlama, kurumsal araştırma ve sağlık sigortası gibi farklı alanlara da yayıldı.

Sağkalım analizinin tarihsel başlangıcı, Graunt'un ilk olarak Londra'da Haftalık Ölüm Bildirgesi'ni ve Halley'in ilk yaşam tablosunu yayımladığı çalışmalara dayanır. Halley kuyruklu yıldızını keşfeden ve astronot olan Edmund Halley, 1687-1691 yılları arasında ilk yaşam tablosunu yapmıştır. Yani sağkalım analizinin başlangıcı 17.yy olarak kabul edilebilir. O zamandan beri, sağkalım analizi devlet kurumları ve özel kuruluşlardaki aktüerler, istatistikçiler ve biyomedikal araştırmacılar tarafından sıklıkla kullanılmaktadır.

Sağkalım analizi, 1970'li yıllardan itibaren diğer alanlarda kullanımının yaygınlaşması ile hızlı bir gelişme göstermiştir. 1900'lü yılların başında ise sigortacılık alanında yapılan yaşam tablolarının yorumu ve yapısı ile ilgili çok iyi çalışmalar yapılmıştır. İkinci Dünya Savaşı sırasında özellikle askeri teçhizatın güvenilirliği önemli bir konu haline geldi. Bu, endüstriyel cihazların dayanıklılığının veya ömrünün araştırılmasına yol açtı. Savaştan sonra endüstriyel cihazların güvenilirliğini analiz etmek için kullanılan yöntemler daha da geliştirildi ve kanser hastalarının hayatta kalma süresi çalışmalarına da uygulandı. Endüstriyel güvenilirlik mühendislerinin kullandığı "ömür boyu analiz" terimi, kanser araştırmacıları tarafından "hayatta kalma (sağkalım) analizi" olarak değiştirildi. Geçtiğimiz kırk yılda hayatta kalma analizi tıp, epidemiyoloji ve

çevre sağlığından kriminoloji, pazarlama ve astronomiye kadar çeşitli disiplinlerdeki verileri analiz etmek için en sık kullanılan yöntemlerden biri haline geldi (Lee ve Go, 1997).

Westergaard, 1925’de aktüerya alanında kullanılan bazı özel teknikleri anlatmıştır. İlk kez “yaşam tablosu” terimini ortaya atmıştır. Greenwood, 1941-42-43 yıllarında yaşam tablosu yöntemi ile ilgili birçok makaleler yayınlamıştır. (Karatepe, 2012). 1958 yılında Kaplan ve Meier, sağkalım fonksiyonlarının tahmini edilebilmesi için “Çarpım–Limit Yöntemi” bulmuşlardır. Yaşam tablolarının analizi için Cutler–Ederer önemli çalışmalar yapmıştır. Cox ise 1972 yılında Oransal Hazard Model’ini geliştirmiştir. Cox’un yapmış olduğu yeni öneriler ve Kalbfleisch ve Prentice’nin de çalışmaları ile bugün kullanılan haline gelmiştir (Karasoy, 2008). Nelson ise birikimli tehlike oranının parametrik olmayan tahmin edicisiyle ilgili çalışmalar yapmıştır. Peto, klinik denemelerle bazı istatistiksel yöntemler geliştirmiştir. Ayrıca 1972 yılında Vaupel tarafından dünyaya tanıtılan ve 1984 yılında Hougaard tarafından geliştirilen modeller, tahminlerde önyargıları ortadan kaldırırken, heterojenliğin ve rasgele etkileri yerleştirilmesi için daha uygundur.

1980’li yıllardan itibaren bilgisayar kullanımının yaygınlaşması ile veriler paket programlarla analiz edilmektedir. 1981 yılında ise Miller sağkalım analizi için parametrik olmayan yöntemleri kullanmıştır (Tuncay, 2005). “Sayma Süreci Martingale Kuramı” olarak bilinen kuram, yaşam analizi verilerinde örneklemin küçük ya da büyük olması durumuna göre niteliklerini belirlemek için kullanılan birleşik bir yapıdır. Sağkalım analizi bu kuram ile başlamış ve günümüze kadar süregelmiştir (Sertkaya, 2005). 1988 yılında Owen tarafından deneysel olabilirlik kavramı ortaya çıkarılmıştır. Owen, parametrik olmayan sonuçlar için deneysel olabilirliğin genel yapısını oluşturmuştur. 1995 yılında Li, Thomas ve Grunkemeier ise parametrik olmayan olabilirlik oranını kanıtlamıştır. 2002 yılında Pan ve Zhou, sağdan sansürlü veri ve birikimli tehlike fonksiyonunun deneysel olabilirlik oranıyla ilgili çalışmalar yapmıştır. 2000’li yıllardan itibaren deneysel olabilirlik kavramı önem kazanmıştır. Li, Wang, Qin, Tsao gibi isimler bu konu üzerinde önemli çalışmalar yapmıştır. Bu alanda yapılan çalışmalar tüm dünyada devam etmektedir.

Yaşam analizi, bir hastalıktan kaynaklanan ölüm riskinin ve hastalığın iyileşme ihtimalinin belirlenmesi için tıbbi çalışmalarda yaygın olarak kullanılır. Sağkalım analizinin amacı, bir hastalığın tedavisinden sonra tekrar nüksetmesi ya da hastanın

hayatta kalma zamanının önceden belirlenebilmesi ve uygulanan farklı tedavilerin etkinliğinin belirlenmesidir (Bal, 1997). Sağkalım analizinin diğer amaçları arasında, sağkalım ve tehlike fonksiyonun belirlenmesi ve sağkalım sürelerine bu fonksiyonların etkisinin araştırılması yer alır (Bartholomew, 1957).

Tıbbi alanda yapılan çoğu çalışma, yeni bulunan bir ilacın, hastalığın iyileşmesi için uygulanan yöntem ve tekniğin daha önce kullanılanlara göre daha iyi olup olmadığını belirlemek için yapılmaktadır. İlk aşamada kısa süreli sonuçların elde edilip yorumlanması yeterli gibi gelse de bazı olaylarda uzun sürede meydana gelebilecek ölüm ve hastalık gibi durumların göz önüne alınması büyük önem taşımaktadır (Özdemir, 1994).

Sağkalım analizleri; yapılan bir çalışmada sonuç parametresinin herhangi bir olayda meydana gelmesi anına kadar geçen zaman olması durumunda, araştırılan analiz tekniklerinin tümünü ele almaktadır. Kişinin veya bir nesnenin ilk gözlemlenmesi ile son gözlemlendiği an arasındaki zaman gün, hafta, ay, yıl olarak gösterilebilir. Ayrıca bir olayın gerçekleştiği andaki bireyin yaşı da denilebilir (Çelik, 2011).

Sağkalım analizinde, T hayatta kalma zamanının belirlenebilmesi için üç ana unsurun bilinmesine ihtiyaç vardır. Bunlar; olayın başlangıcı veya bitiş noktası, ilgilenilen olayın bitişi ve zamanın geçişini hesaplama ölçüsüdür. Örneğin; yaşam süresi T, doğumdan (başlangıç noktası) ölüme kadar (bitiş noktası) geçen süredir (ölçüm ölçüsü). Zaman orijini veya başlangıç noktası kesin olarak tanımlanmalıdır ama bu her zaman doğum olmasını gerektirmez. Bu yeni bir tedavinin başlangıcı olabilir (bir klinik çalışmada rasgele bir tarih) ya da bakımevi veya hastaneye giriş olabilir. Son olay da kesin olarak belirlenmelidir fakat bu her zaman ölüm olmasını gerektirmez. Bu bir hastalığın ya da sigarayı bırakmanın nüksetmesi veya bir hastaneden (bakımevi) toplumu taburcu etme gibi önemli olmayan bir olay da olabilir (Le, 1997).

Yaşam analizindeki en önemli yöntemler; Kaplan-Meier (Çarpım-Limit) Yöntemi, Log-rank Test İstatistiği, Cox Regresyon Modelidir (İnceoğlu, 2013).

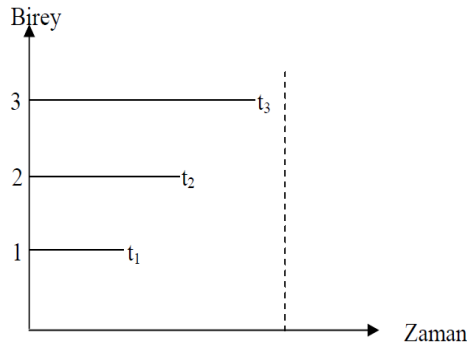
Yaşam analizini diğer istatistiksel analizlerden ayıran bazı özellikler vardır. Yaşam analizinde ilgili parametre birikimli dağılım fonksiyon (CDF) yerine tehlikeye ya da ortalamadır. Ayrıca yaşam analizinde, uygun veri sansürün bir deneğidir. Sağkalım analizinde parametrik yöntemlerin yanı sıra, parametrik olmayan yöntemler daha çok kullanılır (Le, 1997).

## 2.1. Sağkalım Analizinde Kullanılan Veri Türleri

Sağkalım analizinde karşılaşılan en önemli sorun, parametrelerin başarısızlık sürelerinin her zaman belli olmamasıdır. Bu tür veriler sansürlü veri olarak adlandırılır. Sağkalım analizinde kullanılan veriler genel olarak ikiye ayrılır. Bunlar sansürlü ve sansürlü olmayan verilerdir.

### 2.1.1. Sansürlü Olmayan Veri

Bireyler belirli çalışma süresi içinde ölmüş, bireylerin başarısızlık zamanları belli ise veri “sansürlü olmayan veri”dir (Nelson, 1982). Şekil 2.1’de grafikte gösterilmiştir.



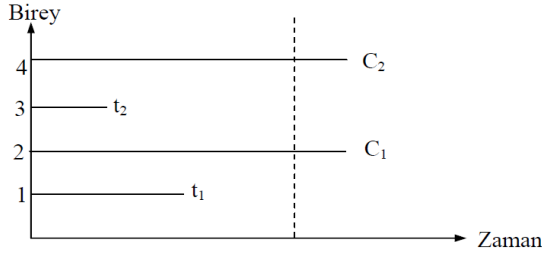
Şekil 2.1. Sansürlü Olmayan Veri

### 2.1.2. Sansürlü Veri

Sağkalım analizinde çalışılan konunun verileri çoğunlukla sansürlü verilerden oluşur. Sağkalım analizinde, çalışılan verinin başarısızlık zamanı her zaman kesin olarak bilinmemektedir. Çalışma sonunda sağ kalan bireyler veya herhangi bir nedenden dolayı çalışmadan ayrılan birimlere sansürlü veri denir.

Genellikle sansür durumu üç sebepten kaynaklanır; bireyin gözlem sonuna kadar olayda etkin olmaması, bir nedenden dolayı süreçte takip edilememesi ve gözlemden ayrılmasıdır (Oralhan, 2015).

Her zaman veriler üç sebepten belirtildiği gibi değildir. Özellikle sağkalım analizindeki bu tür verilere rastlarız. Çalışmada bazı bireylerin ölüm zamanları bilinmeyebilir. Şekil 2.2’deki gibi verilere “sansürlü veri” denir.



**Şekil 2.2.** Sağdan Sansürlü Veri

Burada 2 ve 4 numaralı bireyler belirli zamanda başarısız olmamış, yani ölmemişlerdir (Tuncay, 2005).

Üç farklı sansürlü veri vardır. Bunlar; Sağdan, Soldan ve Aralık Sansürlü Veridir.

### 2.1.2.1. Sağdan Sansürlü Veri

Çalışma için belirlenen süre içerisinde başarısızlık süresi (ölme, makinanın bozulması vb.) olay gerçekleşmez ise, bireyin yaşam süresinin uzunluğu çalışma bitme anının sağ kısmına geçer. Bu şekilde, bu kişinin hayatta kalma süresi net bir şekilde bilinemeyecek ve kişi gözlemlenemeyecektir. Yani, hayatta kalma süresi sansürlü olacaktır. Bu sansürleme “sağdan sansürlü” olur.

Sağdan sansür üç tiptir;

- **I.Tip Sansür**

Genelde deneyler, çalışmadaki tüm gözlemler başarısız olmadan bitirilir yani çalışma süresi önceden belirlenir. Çalışma bittiğinde başarısız olmayan gözlemlerle ilgili tam bir bilgiye sahip olamayız. Örneğin; I. Tip sansürlü verilerle ilgili yapılan bir çalışmada, böbrek nakli olan bireylerin gözlem süresi 3 yıl olarak belirlenmiş olabilir. Bu süre içerisinde bütün bireyler ölmüş olabilir. Böyle bir durumda verilerde başarısızlık gerçekleşmez yani sansür olmaz. Fakat gözlem altındaki bireylerden bazıları herhangi bir nedenden dolayı çalışmadan çıkabilir veya kaybolabilir. Bu durumdaki değişkenler sansürlü veri olarak düşünülür. Böyle sansürlü olan verilerin sağkalım zamanı çalışmada kalma süresi olarak da adlandırılmaktadır (Ortaç, 2019).

- **II.Tip Sansür**

Bu gözlem türünde araştırmacı belli bir ölüm oranına ulaşmayı hedefler. Bu ölüm oranına ulaştığında sağ kalan bireyler sansürlü gözlemi oluşturur. Eğer kaza sonucu herhangi bir kayıp olmamışsa sansürlü gözlemlerin sağkalım süresi sansürsüz gözlemlerin sağkalım sürelerinin en uzununa eşit olarak alınır.

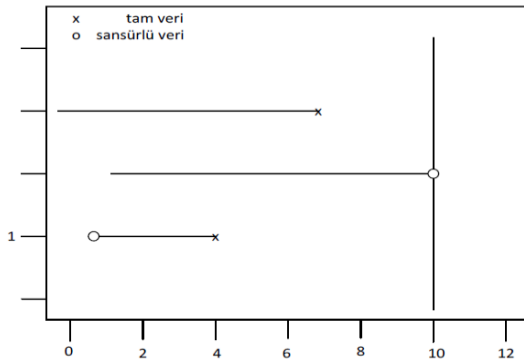
### • III. Tip Sansür

Birçok gözlemin süresi sabittir. Kişiler bu gözleme farklı zamanlarda dahil olabilirler. Gözlem süresi içinde bazı kişiler ölebilir. Bu durumda ölen kişilerin sağkalım süreleri artık bellidir. Diğer bireylerden bazıları ise; isteyerek veya istemeden bazı nedenlerden dolayı gözlemin dışında kalabilir. Gözlem dışı kalan bu kişiler kayıp veri olarak alınır. Gözlemden ayrılan bu kişilerin yaşam süresi gözleme katıldıkları andan gözlemin son anına kadar olan zaman olarak alınır. Çünkü gözlem süresinin bitimine kadar olan sürede hala sağ kalan kişilerin olması mümkündür. Böyle olan kişilerin yaşam süresi sansürlüdür.

#### 2.1.2.2. Soldan Sansürlü Veri

Araştırmaya dahil olan bireyin gerçek sağkalım zamanı, araştırmacının belirlediği zamana göre daha az olduğu durumlar olabilir. Böyle bir durumdaki veriler “soldan sansürlü veriler” olarak adlandırılır.

Örneğin, çalışmaya üç kişi dahil edilsin. Bu kişilerden ilki çalışmaya başlangıçtaki iki ay katılsın fakat bunun net zamanı bilinmesin. Böyle bir durumdaki çalışmanın grafiği Şekil 2.3’te gösterilmiştir.



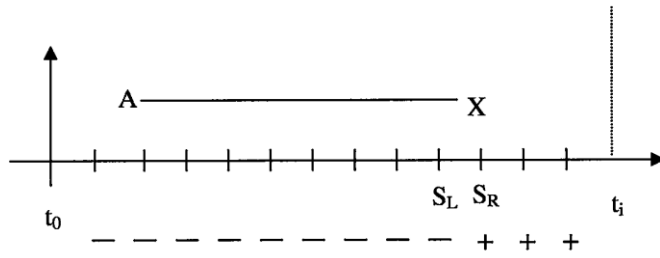
Şekil 2.3. Soldan Sansürlü Veri

#### 2.1.2.3. Aralık Sansürlü Veri

Bir çalışmada kişilerin belirlenen bir süre aralığında başarısız olduğu verilere “aralık sansürlü veriler” denir. Sansürlemenin genel bir halidir. Aralık sansürlü veri, bir olayın takip edilmesinin gerekli olduğu durumlarda kullanılır. Araştırılan konunun gerçekleşme zamanı bir aralık şeklinde belirlenir.

Aralık sansürlemede tek bir zaman aralığı olabileceği gibi birden fazla zaman aralığı da olabilir. Tek aralıklı sansürlemeye AIDS çalışması örnek verilebilir. Şekil 2.4’te A

bireyi için araştırılan olay  $(S_L, S_R]$  aralığında meydana geldiği bilinmektedir. Şekilde “-” ifadesi HIV virüsünün negatif olduğunu, “+” işareti ise pozitif olduğunu göstermektedir.



Şekil 2.4. Aralık Sansürlü Veri

Ölümlerin çok olduğu çalışmalar genellikle bu sansür türünde olur. Bunun sebebi ise genellikle bireyler sürekli olarak gözlenemediğinden aralık sansürlüdür.

## 2.2. Sağkalım Analizinde Kullanılan Fonksiyonlar

Sağkalım analizinde başarısızlık olayının gerçekleşmesine kadar geçen süreye sağkalım süresi denir. Bu başarısızlık olayı hastanın ölmesi ya da bir hastalığın ilerlemesi olabilir. Ayrıca herhangi bir durumun kötüye gitmesini, bir kişinin hapisneden şartlı tahliye olmasını ya da evliliğinin sona ermesini örnek olarak verebiliriz (Tekin, 2001). Sağkalım zamanı sürekli olan bir değişkendir ve 0'dan büyük değerler alır. Sağkalım veri analizi genellikle üç temel fonksiyonla yapılır. Bu fonksiyonlar; Sağkalım, Olasılık Yoğunluk ve Tehlike (Hazard) Fonksiyonudur. Fonksiyonlardan herhangi biri verilirse matematiksel işlemlerle diğerleri bulunabilir.  $T$  değişkeni, sağkalım zamanını ifade eder. (Saygı, 2007)

### 2.2.1. Sağkalım Fonksiyonu (Survival Function)

$S(t)$ , sağkalım fonksiyonunun gösterim şeklidir. Sağkalım analizi, konu olan olayın (canlı bir kişi ya da nesne) herhangi bir  $t$  birim süresi sonunda hala yaşama olasılığını belirtir.

Kesikli ve sürekli dağılımlar için sağkalım fonksiyonunu ayrı ayrı inceleyelim.

#### 2.2.1.1. Kesikli Dağılımlar İçin Sağkalım Fonksiyonu

$T$ , kesikli rasgele değişken olarak alınabilir. Bu durumda  $T$ ,  $(0 \leq t_1 < t_2 < \dots)$  olacak şekilde  $(t_1, t_2 \dots)$  değerleri aldığını varsayalım. Olasılık fonksiyonu  $j=1,2,3\dots$  için  $f(t_j) = \Pr(T \geq t)$  olsun.

Sağkalım fonksiyonu

$$S(t) = \Pr(T \geq t) = \sum_{j:t_j \geq t} f(t_j) \quad (2.2.1)$$

eşitliği ile bulunur.

Her  $t \geq 0$  için bir fonksiyon olarak varsayılırsa,  $S(t)$  soldan, sürekli artmayan bir adım fonksiyonu olur.  $S(0) = 1$  ve  $S(\infty) = 0$  olur (Le, 1997).

$j = 1, 2, 3, \dots$  için kesikli zaman tehlike fonksiyonu ;

$$\begin{aligned} h(t_j) &= \Pr(T = t_j \mid T \geq t_j) \\ &= \frac{f(t_j)}{S(t_j)} \end{aligned} \quad (2.2.2)$$

Olasılık sürekli durumdaki gibi, sağkalım ve tehlike fonksiyonlarının  $T$ 'ye bağlı dağılımına denk gelen ifadeler içermektedir.  $f(t_j) = S(t_j) - S(t_{j+1})$  olduğundan

$$h(t_j) = 1 - \frac{S(t_{j+1})}{S(t_j)} \quad (2.2.3)$$

ve

$$S(t) = \prod_{j:t_j < t} [1 - h(t_j)] \quad (2.2.4)$$

olur (Lawless, 2003).

### 2.2.1.2. Sürekli Dağılımlar İçin Sağkalım Fonksiyonu

$t$  herhangi bir zamanı,  $T$  ölüm zamanını ifade eden bir rasgele değişken olsun. Bir bireyin  $t$  zamanından daha uzun yaşama olasılığı sağkalım fonksiyonu olarak ifade edilir.

$$S(t) = P(\text{bireyin } t \text{ zamandan daha uzun yaşaması}) = P(T > t)$$

ile gösterilir.

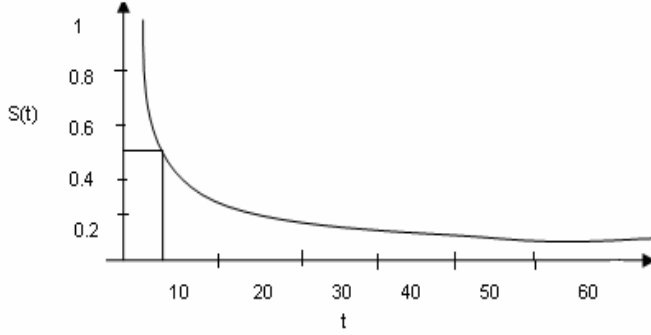
$S(t)$  ile  $T$  zamanının kümülatif (birikimli) olasılık fonksiyonu olan  $F(t)$  arasında aşağıdaki gibi bir ilişki vardır;

$$S(t) = 1 - P(\text{bireyin } t \text{ zamanından önce başarısız olması}) = 1 - F(t)$$

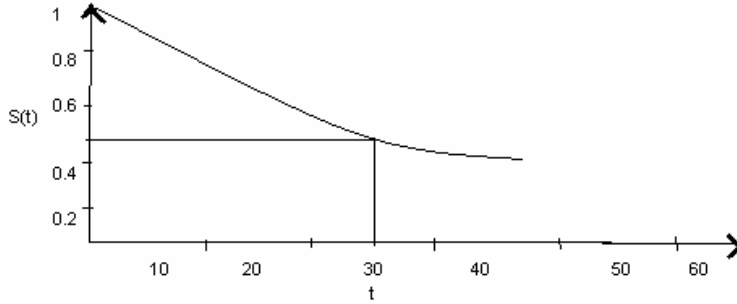
$t=0$  olduğunda hayatta kalma olasılık değeri 1 ve  $t \rightarrow \infty$  için hayatta kalma olasılığı 0 olur.  $S(t)$ , monoton azalan fonksiyon olarak alınır (Le, 1997).

$S(t)$  fonksiyonuna birikimli (kümülatif) sağkalım oranı da denir. Ayrıca  $S(t)$

fonksiyonun grafiği ise ‘‘sağkalım eğrisi’’ olarak adlandırılır. Sağkalım eğri rneği Şekil 2.5 ve Şekil 2.6 gibi verilebilir. Şekil 2.5’de medyanın yaklaşık değeri olarak 2 olur. Şekil 2.6’de ise medyanın yaklaşık değeri 28 bulunur (Saygı, 2007).



**Şekil 2.5:** Grafiğin Medyan Değeri 5 Olduğunda Sağkalım Fonksiyonu



**Şekil 2.6:** Grafiğin Medyan Değeri 28 Olduğunda Sağkalım Fonksiyonu

Sağkalım eğrisi ya da sağkalım fonksiyonuyla değişkenlerin %50’lik kısmı yani medyanı hesaplanır. Grupların sağkalım dağılımlarıyla ilgili kıyaslama yapmak için de kullanılır (Bayraktar, 2020). Sağkalım dağılımlarında ortalama yerine medyan kullanılır. Bunun sebebi, sağkalım zamanındaki değişkenlerin çok küçük ve çok bk değerlerden etkilenmesidir. Bu yüzden aritmetik ortalama yerine medyan kullanılır (Terzi, 2003).

$T$ , herhangi bir rasgele değişkende olduğu gibi yaşamda kalma zamanının olasılık yoğunluk fonksiyonu olarak alınır.  $\Delta t$  genişliğinde  $(t, t + \Delta t)$ ’de başarılı olmayan bireyin olasılıksal limitini gösterir. Dar bir aralıktaki başarısızlık oranı olarak ifade edilir (Saygı, 2007).

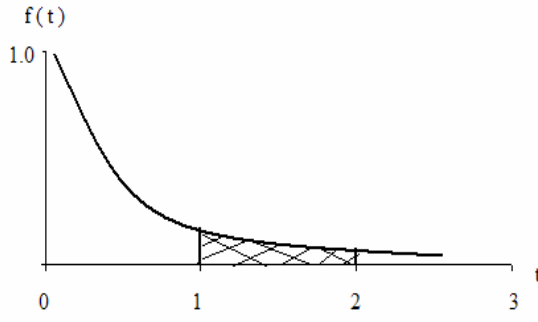
$$f(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(\text{aralıktaki ölümü gerçekleşen } (t, t + \Delta t) \text{ bir kişi})}{\Delta t}$$

$f(t)$  fonksiyonunun grafiği, yoğunluk eğrisi olarak isimlendirilir.  $f(t)$ ’nin önemli iki

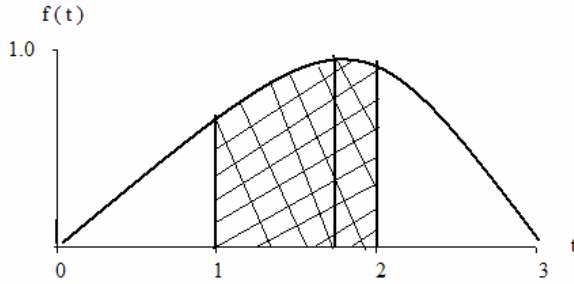
özelliği;

1.  $f(t)$  pozitif ya da 0 olan bir fonksiyondur. Her  $t \geq 0$  için  $f(t)$  fonksiyonu 0'dan büyük olur ve  $t$ 'nin negatif olduğu durumlarda  $f(t) = 0$  olarak bulunur.
2.  $x$  eksenini ile yoğunluk eğrisi arasında kalan alan 1'e eşit olarak bulunur. Sansürlü verilerin olmaması durumunda  $f(t)$  olasılık yoğunluk fonksiyonu olarak kabul edilir.

Sansürlü veriler olması durumunda,  $S(t)$  sağkalım fonksiyonunun tahmin edilmesinde  $f'(t)$  kullanılamaz. Dolayısıyla rasgele bir zaman aralığındaki kişilerin başarısızlık oranı ve başarısızlık frekansları, yoğunluk fonksiyonu kullanılarak bulunur.



Şekil 2.7. Olasılık Yoğunluk Grafiği



Şekil 2.8. Olasılık Yoğunluk Grafiği

Şekil 2.7, herhangi bir kişinin gözleme başladığı anındaki yüksek başarısızlık oranını verir. Şekil 2.7'de süre ile başarısızlık oranı arasında ters orantı vardır. Şekil 2.8'deki grafikteyse yüksek başarısızlık frekansının değeri hesaplanmış ve yaklaşık 1.7 olarak bulunmuştur.  $t$  eksenini ile yoğunluk eğrisinin altında kalan alan,  $t=1$  ve  $t=2$  zaman biriminin olduğu kısma denk gelen bireylerin oranına eşittir. Eş zamanlı koşulsuz başarısızlık oranı, yoğunluk fonksiyonunu ifade eder (İnceoğlu, 2013).

### 2.2.2. Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu

Bir kitlede kişilerin sağkalım zamanları 0 ya da pozitif olan bir  $T$  rasgele değişkeniyle ifade edilsin. Bireyin belirli bir  $t$  zamanı öncesinde yaşamını kaybetme olasılığı,

$$F(t) = P(T \leq t) = \int_0^t f(x). dx \quad (2.2.5)$$

şeklinde gösterilen “Dağılım Fonksiyonu” ile bulunur. Bu ifadede  $f(t)$ , bir rasgele değişken olan  $T$ 'nin olasılık yoğunluk fonksiyonunu gösterir.

Yukarıdaki ifade  $T$  rasgele değişkeninde, kişinin  $t$  süresine kadar hayatta olduğu kabul edilsin. Bireyin  $t$  zamanı sonrasında da hayatta kalma olasılığı,

$$S(t) = P(T > t) = \int_t^{\infty} f(x)dx \quad (2.2.6)$$

fonsiyonu ile hesaplanır. Bulunan fonksiyon Sağkalım Fonksiyonudur.

Hayatta kalma ve dağılım fonksiyonunun

$$S(t) = 1 - F(t) \quad (2.2.7)$$

arasında yukardaki gibi bir ilişki vardır.

Dağılım fonksiyonu  $F(t)$ ,

$$\lim_{t \rightarrow -\infty} F(t) = 0$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} F(t) = 1$$

$$\lim_{t \rightarrow 0} S(t) = S(0) = 1 - F(0) = 1 - 0 = 1$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} S(t) = S(\infty) = 1 - F(\infty) = 1 - 1 = 0$$

olur. Sağkalım fonksiyonu  $S(t)$ , yukarıda verilen özelliklerden dolayı azalan bir fonksiyon olarak kabul edilir.

Bir kişinin başarısız olduğu kısa bir süre aralığındaki olasılık fonksiyonunun limitini

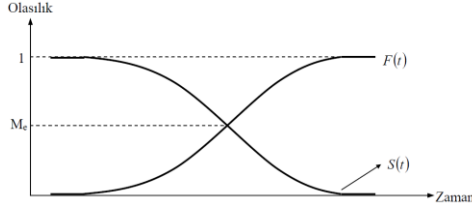
alırsak, bu ifade bize  $T$  rasgele değişkeninin olasılık fonksiyonunu verir.

Bu fonksiyon,

$$f(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left[ \frac{P(t < T \leq t + \Delta t)}{\Delta t} \right] \quad (2.2.8)$$

olarak gösterilir (Kleinbaum ve Klein, 2005).

Şekil 2.9'da birikimli dağılım fonksiyonunun ve sağkalım fonksiyonunun arasındaki ilişki gösterilmiştir.



Şekil 2.9. Sağkalım ve Birikimli Dağılım Fonksiyonları Arasındaki İlişki

Şekil 2.8'de görüldüğü gibi,  $F(t)$  artıyorken,  $S(t)$  azalmaktadır. Bu iki fonksiyonun birleştiği yer ortancayı gösterir.

### 2.2.3. Hazard Fonksiyonu (Tehlike Fonksiyonu, Koşullu Başarısızlık Oranı)

$t$  zamanı sonrasında hayatta olduğu bilinen bir kişinin,  $t$  anındaki ani ölüm ya da başarısızlık oranı,

$$h(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t < T \leq t + \Delta t | T > t)}{\Delta t}, \quad t \geq 0 \quad (2.2.9)$$

şeklinde Hazard Fonksiyonu (Tehlike Fonksiyonu) ile gösterilir (Lee, 1992).

Tehlike fonksiyonu  $\lambda(t)$ ,  $h(t)$  veya  $r(t)$  ile ifade edilir.  $T$  yaşam süresini,  $t \geq 0$  ve pozitif küçük bir  $\Delta t$  değeri için  $[t, t + \Delta t]$  aralığındaki yaşamın koşullu dağılımını ifade eder.

Sağkalım fonksiyonu, hayatta kalma olasılığını araştırırken; tehlike fonksiyonunun araştırma konusu ölümdür.

$h(t)$ ,  $f(t)$  ve  $S(t)$  arasında aşağıdaki gibi ilişki vardır.

$$\begin{aligned}
h(t) &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t < T \leq t + \Delta t | T > t)}{\Delta t} \\
&= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t < T \leq t + \Delta t, T > t)}{\Delta t} \cdot \frac{1}{P(T > t)} \\
&= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t < T \leq t + \Delta t)}{\Delta t} \cdot \frac{1}{P(T > t)} \\
&= \frac{1}{P(T > t)} \cdot \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t < T \leq t + \Delta t)}{\Delta t} \\
&= \frac{1}{P(T > t)} \cdot \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{F(t + \Delta t) - F(t)}{\Delta t} \\
&= \frac{f(t)}{S(t)}
\end{aligned}$$

Ayrıca,

$$h(t) = \frac{f(t)}{S(t)} = \frac{f(t)}{1 - F(t)} = -\frac{d}{dt} \ln(S(t)) \quad (2.2.10)$$

şeklinde de gösterilir. Yukarıda verilen ifadede eşitliğin her iki tarafından integral hesaplanır ise;

$$\begin{aligned}
\int_0^t h(x) dx &= -\ln(S(t)) \\
S(t) &= e^{-\int_0^t h(x) dx} \\
S(t) &= e^{-\Lambda(t)} \quad (2.2.11)
\end{aligned}$$

elde edilir. Burada  $\Lambda(t)$ , Birikimli (Kümülatif) Tehlike Fonksiyonudur ve  $H(t)$  ile de gösterilir.

$$\Lambda(t) = \int_0^t h(x) dx \quad (2.2.12)$$

şeklinde gösterilir (Lawless, 2003).

Birikimli tehlike fonksiyonu şu özelliklere sahiptir;

(i)  $\Lambda(0) = 0$  olur. Çünkü;

$$\begin{aligned}
\lim_{t \rightarrow 0} \Lambda(t) &= \lim_{t \rightarrow 0} \int_0^t h(x) dx \\
&= \lim_{t \rightarrow 0} \int_0^t \frac{f(x)}{1-F(x)} dx \\
&= \lim_{t \rightarrow 0} \left( -\ln(1-F(t)) \right) \\
&= \lim_{t \rightarrow 0} \left[ -\ln(S(t)) \right] \\
&= 0
\end{aligned}$$

(ii)  $\Lambda(\infty) = \infty$  olur. Çünkü;

$$\begin{aligned}
\lim_{t \rightarrow \infty} \Lambda(t) &= \lim_{t \rightarrow \infty} \int_0^t h(x) dx \\
&= \lim_{t \rightarrow \infty} \left( \int_0^t \frac{f(x)}{1-F(x)} dx \right) \\
&= \lim_{t \rightarrow \infty} \left( -\ln(1-F(t)) \right) \\
&= \lim_{t \rightarrow \infty} \left( -\ln(S(t)) \right) \\
&= \infty
\end{aligned}$$

Aynı zamanda  $S(\infty) = 0$  olduğundan  $\Lambda(\infty) = \infty$  olduğu görülür.

### 2.3. Sağkalım Analizi Yöntemleri

Sağkalım analizinde, ele alınan problemin çözülebilmesinde kullanılan üç yaklaşım vardır. İlk yaklaşım, farklı parametrik sağkalım dağılımları ile tahmin yapmak ve hipotez testleri kullanarak sonuç bulmaktır. İkinci yaklaşım, bilinen bir dağılım varsayımına uymayan parametrik olmayan yöntemlerle tahminler yapmaktır. Son yaklaşımsa, başarısızlık sürelerinin ele alındığı ve diğer parametrelerin analizlerine yer verildiği regresyon modellerinin kullanılmasıdır (Saygı, 2007).

Parametrik olmayan tahmin yöntemleri ve test istatistikleri ile sağkalım zamanını bulmak daha kolaydır. Bunun sebebi, bu tarz bir analiz ve test istatistiklerinde örneklemelerin alındığı yığınların fonksiyon dağılımlarını tahmin etme zorunluluğunun olmamasıdır. Yani hangi dağılıma sahip olduğu çok önemli değildir. Bu yöntem analizlere kolaylıkla uygulanabilmektedir. Fakat ileri istatistiksel yöntem ve teknikler, parametrik yöntemler kullanılarak yapılabildiği için verinin uyum iyiliği genellikle ilk sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (Ersoy, 2005).

Üç farklı yöntem sağkalım analizlerinde kullanılır. Bunlar; Parametrik, Parametrik Olmayan, Yarı Parametrik Analiz Yöntemidir.

### 2.3.1. Parametrik Analiz Yöntemi

Parametrik yöntemlerin uygulanabilmesi için, parametrelerin bilinen bir dağılım ailesine ait olması gereklidir. Dağılıma karar verildikten sonra, hipotez testleri oluşturulur, Bulunan sonuçların doğru olup olmadıkları test istatistikleri ile kontrol edilir (Bilgi, 2009).

Hayatta kalma zamanlarının dağılımı normal ise parametrik yöntemler uygulanır.

#### 2.3.1.1. Sağkalım Dağılımları

Yaşam analizinde kullanılan önemli dağılımlar sürekli dağılımlardır. Bunlardan başlıcaları ise; Üstel, Weibull, Log-normal, Gamma ve Log-Logistik Dağılımdır. Bu sürekli dağılımlar; ürünlerin, maddelerin, insanların vb. şeylerin kullanım zamanını bir başka ifade ile ömrünü belirlemede kullanılır.

##### 2.3.1.1.1. Üstel Dağılım

Sağkalımla ilgili çalışmalarda kullanılması kolay ve önemli olan bir dağılımdır. Üstel dağılım ilk olarak elektronik sistemlerde 1940'lı yılların sonuna doğru, yaşam şemalarını belirlemede kullanılmıştır. 1952'de Davis yaptığı araştırmalar sonucunda, bankaların sıkça kullandığı hesap defterlerinde ve hesap özetlerinde yapılan hataları belirlemede üstel dağılımın kullanabileceğini fark etti. 1953 yılında Epstein ve Sobel, genellikle kullanılan normal dağılım yerine, üstel dağılımı tercih etmiştir. Ayrıca, yaptıkları çalışmalarda parametreleri tahmin etmek için 1. ve 2. tip sansüre sahip verilerin olması durumunda üstel dağılımı kullanmışlardır (Lee, 1992).

Üstel dağılım sadece bir değişken içerir. Bu tek değişken ise sabit hazard oranı olan  $\lambda$  olur. Büyük riskli ve küçük sağkalım değeri içeren büyük  $\lambda$  değerleri, küçük riskli ve büyük sağkalım değeri içeren küçük  $\lambda$  değerleri olur.  $\lambda = 1$  olarak alınırsa fonksiyon birim üstel fonksiyon olarak adlandırılır (Saygı, 2007).

Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu;

$$f(t) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda t} & t \geq 0, \lambda > 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases} \quad (2.3.1)$$

Birikimli Dağılım Fonksiyonu;

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad t \geq 0 \quad (2.3.2)$$

Tehlike Fonksiyonu;

$$H(t) = \lambda \quad t \geq 0 \quad (2.3.4)$$

Sağkalım Fonksiyonu;

$$\begin{aligned} S(t) &= e^{-\int_0^t H(x).dx} \\ &= e^{-\int_0^t \lambda .dx} \\ &= e^{-\lambda t} \end{aligned} \quad (2.3.5)$$

### 2.3.1.1.2 Weibull Dağılımı

Weibull dağılımda  $\beta = 1$  olarak alınırsa üstel dağılımın bir genişlemesidir.  $\lambda$  ve  $\beta$  ya bağlı iki değişkenlidir.  $\beta$  Weibull dağılımının şekil olarak belirten değişken,  $\lambda$  ise ölçü ifade eden değişkenidir.  $\beta$  şekil parametresi,  $\lambda$  ölçüm parametresi olarak adlandırılır. Zaman artarken  $\beta > 1$  olursa tehlike oranı da büyür ve  $\beta < 1$  olduğunda tehlike oranı küçülür. Kitle sağkalım dağılım modellerinde artan, azalan veya sabit riskli Weibull dağılımını kullanmak uygun olabilir.

Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu;

$$f(t) = \lambda \beta (\lambda t)^{\beta-1} e^{-(\lambda t)^\beta} \quad t \geq 0, \quad \lambda, \beta > 0 \quad (2.3.6)$$

Birikimli Dağılım Fonksiyonu;

$$F(t) = 1 - e^{-(\lambda t)^\beta} \quad (2.3.7)$$

Tehlike Fonksiyonu;

$$H(t) = \lambda \beta (\lambda t)^{\beta-1} \quad (2.3.8)$$

Sağkalım (Hayatta Kalma, Yaşam) Fonksiyonu;

$$1 - F(t) = S(t)$$

olarak alınabilir.

$$S(t) = e^{-(\lambda t)^\beta} \quad \text{ya da,}$$

$$\begin{aligned}
S(t) &= e^{-\int_0^t H(x) dx} \\
&= e^{-\int_0^t \lambda \beta (\lambda x)^{\beta-1} dx} \\
&= e^{-\frac{\lambda \beta (\lambda x)^{\beta-1+1}}{\lambda \beta}} \\
&= e^{-(\lambda t)^\beta}
\end{aligned} \tag{2.3.9}$$

### 2.3.1.1.3. Log-normal Dağılım

Sağkalım analizi ile ilgili yapılan çalışmalarda, veriye uygun olan dağılım şeklini belirlemek büyük önem taşımaktadır. Belirli bir duruma bilinen bir dağılımı uygulayabilmek için geçerli bir nedenin belirlenmiş olması gerekmektedir. Örneğin; daha önce kullanılan modelin, önceki çalışmadakine benzer yığınları çok iyi tanımlamadığı bulunabilir veya başarısız olan bir çalışmanın geçerli olup olmadığını gösterebilir. Bazı çalışmalarda kullanılan model, değişkenlerle iyi bir uyum içinde olsa bile tehlike fonksiyonunun yapısı sebebiyle kullanılmaması gerekebilir. Log-normal dağılım bu anlattığımızı uygun bir örnektir. Azalan tehlike fonksiyonu yapısı gereği uyumlu olma özelliğini yitirmektedir (Lawless, 2003).

Bir parametrenin logaritmasının normal dağılımı, Logaritmik Normal dağılım olarak adlandırılır. Logaritmik Normal Dağılım, çok farklı formlara sahip olduğundan çoğu veri türüne uygulanabilmesi mümkün olmaktadır. Özellikle hayat verileri ve ekonomik veriler için çoğunlukla kullanılır.

$\mu$  ortalamalı ve  $\sigma^2$  varyanslı  $\log T$ , normal dağılımlıysa,  $\mu$  ve  $\sigma$  parametrelili  $T$  tesadüfi değişkeninin log-normal dağılıma sahip olduğu söylenir.

Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu aşağıdaki ifadedeki gibi bulunur.

$$f_{LN}(t, \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \frac{1}{t} \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{\log t - \mu}{\sigma} \right)^2 \right], \quad t > 0 \tag{2.3.10}$$

Birikimli Dağılım Fonksiyonu;

$$F_{LN}(t, \mu, \sigma) = \Phi \left( \frac{\log t - \mu}{\sigma} \right), \quad t > 0 \tag{2.3.11}$$

Tehlike Fonksiyonu;

$$h(t) = \frac{\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \frac{1}{t} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2} (\log at)^2\right]}{S(t)} \quad (2.3.12)$$

Sağkalım Fonksiyonu;

$\alpha = \exp(-\mu)$  ve  $-\mu = \log a$  olarak alınır;

$$f_{LN}(t, \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \frac{1}{t} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2} (\log at)^2\right]$$

$$S(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_t^{\infty} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2} (\log ax)^2\right] \frac{dx}{x}$$

$$S(t) = 1 - \Phi\left(\frac{\log t - \mu}{\sigma}\right) \quad (2.3.13)$$

#### 2.3.1.1.4. Gamma Dağılımı

Başarısız olma durumu veya ölüm, belirli bazı aşamalardan veya başarılı olmayan bir gruptan oluşur. Birinci aşamadan sonra  $T_1$  süresi bittiğinde ilk başarılı olmayan alt grubu oluşur. Sonrasında ikinci aşamaya geçilir ve  $T_2$  süresi bittiğinde ikinci başarılı olmayan alt grubu oluşur ve bu şekilde süreç ilerler. Toplam başarılı olmama durumu ya da ölüm  $n$ . aşamadan sonra oluşur. Sağkalım (Hayatta kalma, yaşam) zamanı  $T_1 + T_2 + \dots + T_n$  olur.  $T_1, T_2, \dots, T_n$  zamanlarından  $\lambda \exp(-\lambda t)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  olasılık yoğunluk fonksiyonu ile, bağımlı olmayan  $\lambda$  oranına sahip olur. Weibull dağılımı genellenmesiyle  $\beta$  reel pozitif değerli olur.  $n$  ise  $1, 2, \dots, n$  tam sayılarınca kısıtlanır. Bulunan ifade Gamma dağılımıdır (Saygı, 2007).

$\beta$  ve  $\lambda$ , Gamma dağılımının iki değişkenidir.  $\beta$  değeri 0 ile 1 arasında iken, negatif azalma vardır ve zaman 0'dan sonsuza doğru artarken hazard oranı monoton bir şekilde sonsuzdan  $\lambda$ 'ya doğru azalır.  $\beta$  değeri 1'den büyük ise pozitif bir artma vardır ve tehlike oranı zaman artarken  $\lambda$ 'ya doğru artış sağlar.  $\beta = 1$  ise tehlike oranı  $\lambda$ 'ya eşit olur (Bilgi, 2009)

Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu;

$$f(t) = \frac{\lambda}{\Gamma(\beta)} (\lambda t)^{\beta-1} e^{-\lambda t} \quad t > 0, \lambda > 0, \beta > 0 \quad (2.3.14)$$

Burada  $\beta$  şekil değişkeni,  $\lambda$  ölçek (ölçüm) değişkenidir. Grafiğin şeklini  $\beta$ 'daki herhangi bir değişiklik belirlerken, ölçüm  $\lambda$ 'daki değişikliği belirler.  $\beta > 1$  olduğunda grafiğin yalnızca tek doruk noktası vardır. Buradaki doruk olarak bilinen nokta;

$$t = \frac{\beta - 1}{\lambda}, \text{dır (Baykal, 2021).}$$

Sağkalım Fonksiyonu;

$$S(t) = e^{-t} \sum_{k=0}^{n-1} \frac{(\lambda t)^k}{k!} \quad (2.3.15)$$

Tehlike Fonksiyonu;

$$H(t) = (n-1)! \sum_{k=0}^{n-1} \frac{(\lambda t)^k}{k!} \quad (2.3.16)$$

### 2.3.1.1.5. Log-Logistik Dağılım

Sağkalım çalışmalarında uygulama alanı olan önemli bir dağılımdır. Weibull dağılımına alternatif olarak kullanılabilir. Sağkalım zamanı olan  $T$ 'nin logaritması  $\log T$ , Logistik dağılımlı ise  $T$  log-logistik olarak ifade edilir. Log-normal dağılıma benzer sağkalım fonksiyonuna ve tehlike oranına sahiptir. Fakat sağkalım fonksiyonu matematiksel olarak daha kolay hesaplanır (Baykal, 2021).

Sağkalım süresi  $T$  olmak üzere,  $Y = \ln T$ 'nin olasılık fonksiyonu;

$$f(y) = \frac{\exp\left(\frac{y - \mu}{\sigma}\right)}{\sigma \left[1 + \exp\left(\frac{y - \mu}{\sigma}\right)\right]^2}, \quad -\infty < y < \infty \quad (2.3.17)$$

$\mu$  ve  $\sigma^2$ ,  $Y$ 'nin ortalama ve varyans parametreleridir.

$Y = \mu + \sigma w$  şeklindeki doğrusal model ile eşitlik yeniden düzenlenebilir. Bu eşitlikte,  $w, \mu = 0$  ve  $\sigma = 1$  olan standart logistik dağılıma sahiptir.

Log-Logistik dağılımın yoğunluk fonksiyonu, yeniden düzenlenecek olursa  $T$  sürekli rasgele değişkeni için eşitlik;

$$f(t; \alpha, \lambda) = \begin{cases} 0 & ; t < 0 \\ \frac{\alpha \lambda t^{\alpha-1}}{\left[1 + \lambda t^\alpha\right]^2} & ; t \geq 0 \end{cases} \quad (2.3.18)$$

olur. Yukardaki eşitlikte  $\alpha = \frac{1}{\sigma}$  ve  $\lambda = \exp\left(\frac{-\mu}{\sigma}\right)$ 'ye eşittir.

Dağılım fonksiyonu ise;

$$F(t; \alpha, \lambda) = \frac{\lambda t^\alpha}{1 + \lambda t^\alpha} \quad (2.3.19)$$

olur.

Log-logistik dağılımın hazard fonksiyonu ise;

$$h(t; \alpha, \lambda) = \begin{cases} 0 & ; t < 0 \\ \frac{\alpha \lambda t^{\alpha-1}}{1 + \lambda t^\alpha} & ; t \geq 0 \end{cases} \quad (2.3.20)$$

eşitliği ile bulunur.

Log-logistik dağılımın sağkalım fonksiyonu ise;

$$S(t; \alpha, \lambda) = \begin{cases} 0 & ; t < 0 \\ \frac{1}{1 + \lambda t^\alpha} & ; t \geq 0 \end{cases} \quad (2.3.21)$$

ile bulunur (Karatepe, 2012).

### 2.3.2. Parametrik Olmayan Analiz Yöntemi

Parametrik olmayan yöntemler, yapılan çalışmada örneklemin alındığı verinin dağılımı ile ilgili kesin ve yeterli bilgi olmadığı çalışmalarda kullanılır. Eğer, sağkalım zamanlarının dağılımı ile ilgili olarak normal olmadığı biliniyorsa parametrik olmayan yöntemlerle analiz yapılır (Baykal, 2021).

Parametrik olmayan tahmin yöntemlerini ya da parametrik olmayan test istatistiklerini sağkalım analizinde kullanmak çoğunlukla iyi bir yöntemdir. Elimizdeki veri, hangi dağılıma sahip olursa olsun yapılan analizlere uygun bir şekilde kullanılabilir.

Sağkalım fonksiyonunu parametrik olmayan yöntemlerle bulabiliriz. Bunlardan en çok kullanılanları;

- Kaplan-Meier Yöntemi
- Nelson-Aalen Tahmin Yöntemi
- Fleming-Harrington Tahmin Yöntemi
- Yaşam Tablosu Yöntemi'dir.

#### 2.3.2.1. Kaplan-Meier Yöntemi (Çarpım-Limit Yöntemi)

Kaplan-Meier yöntemi, yapılan bir çalışmada bir olayın tekrar meydana gelme sıklığının zaman değişkeni ile olan ilişkisini incelemek için kullanılır. Her olayda sağkalım süresi için yeni bir olasılık varsayılmaktadır.

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  n bağımsız negatif olmayan değişkenler,  $S(t) = P(X > t)$  yaşam zamanlarını gösteren sağkalım fonksiyonları ve  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$  n bağımsız negatif olmayan rasgele değişkenler,  $G(t) = P(C > t)$  sansür zamanlarını gösteren sağkalım fonksiyonları olsun.  $X$  ve  $C$  bağımsızdır ve biz sansürlü verilerle ilgileniyoruz.

$$T_i = \min(X_i, C_i) \quad , \quad \delta_i = I[X_i \leq C_i] \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Burada  $t_1, t_2, t_3, \dots, t_k$  k kesikli sansürlü zamanlardır. Her  $t_i$  'ye karşılık,

$n_i$ :  $t_i$  anındaki risk altındaki bireylerin sayısı

$d_i$ :  $t_i$  anındaki ölüm sayısı

$$f(t_i) = \lambda_i \cdot \prod_{j=1}^{i-1} (1 - \lambda_j) \quad (2.3.22)$$

$$= \lambda_1 \cdot (1 - \lambda_1) \cdot \lambda_2 \cdot (1 - \lambda_2) \cdot \dots \cdot \lambda_{i-1} \cdot (1 - \lambda_{i-1})$$

$$= \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \dots \cdot \lambda_{i-1} \cdot (1 - \lambda_1) \cdot (1 - \lambda_2) \cdot \dots \cdot (1 - \lambda_{i-1})$$

$$F(t) = \sum_{i=1}^x f(t_i) \quad (2.3.23)$$

$$= \lambda_1 + \lambda_2 \cdot (1 - \lambda_1) + \lambda_3 \cdot (1 - \lambda_1) \cdot (1 - \lambda_2) + \lambda_x \cdot (1 - \lambda_1) \cdot (1 - \lambda_2) \cdot \dots \cdot (1 - \lambda_{x-1})$$

$$1 - F(t) = 1 - \lambda_1 - \lambda_2 \cdot (1 - \lambda_1) - \lambda_3 \cdot (1 - \lambda_1) \cdot (1 - \lambda_2) - \dots - \lambda_x \cdot (1 - \lambda_1) \cdot (1 - \lambda_2) \cdot \dots \cdot (1 - \lambda_{x-1})$$

$$= (1 - \lambda_1) \cdot (1 - \lambda_2) \cdot (1 - \lambda_3) \cdot \dots \cdot (1 - \lambda_{x-1})$$

$x - 1 = i$  alınırsa,

$$= \prod_{j=1}^i (1 - \lambda_j)$$

$$S(t) = 1 - F(t) = \prod_{j=1}^i (1 - \lambda_j) \quad \text{olur.}$$

Ölüm riski altındaki  $n_i$  deneyin  $d_i$  olasılık durumu,

$$L_i = \frac{[f(t_i)]^{d_i} [S(t_i)]^{n_i - d_i}}{[S(t_i^-)]^{n_i}} \quad (t_i^-, t_i \text{ 'den hemen önceki bir zaman})$$

$f(t_i)$  ve  $S(t_i)$  yerine yazılırsa

$$\begin{aligned}
L_i &= \left[ \lambda_i \cdot \prod_{j=1}^{i-1} (1 - \lambda_j) \right]^{d_i} \left[ \prod_{j=1}^i (1 - \lambda_j) \right]^{n_i - d_i} \left[ \prod_{j=1}^i (1 - \lambda_j) \right]^{-n_i} \\
&= [\lambda_i]^{d_i} \left[ \prod_{j=1}^{i-1} (1 - \lambda_j) \right]^{d_i} \left[ \prod_{j=1}^{i-1} (1 - \lambda_j) \right]^{n_i - d_i} [1 - \lambda_i]^{n_i - d_i} \left[ \prod_{j=1}^{i-1} (1 - \lambda_j) \right]^{-n_i} \\
&= [\lambda_i]^{d_i} \left[ \prod_{j=1}^{i-1} (1 - \lambda_j) \right]^{d_i} \left[ \prod_{j=1}^{i-1} (1 - \lambda_j) \right]^{-d_i} \left[ \prod_{j=1}^{i-1} (1 - \lambda_j) \right]^{n_i} \left[ \prod_{j=1}^{i-1} (1 - \lambda_j) \right]^{-n_i} [1 - \lambda_i]^{n_i - d_i} \\
&= [\lambda_i]^{d_i} [1 - \lambda_i]^{n_i - d_i}
\end{aligned}$$

Bu  $n_i$  denemede bir binom sürecinde,  $d_i$  başarıları ve  $\lambda_i$  başarı olasılığıyla benzerdir.

$$\begin{aligned}
L &= \prod L_i \\
&= \prod_{i=1}^k (\lambda_i)^{d_i} (1 - \lambda_i)^{n_i - d_i}
\end{aligned}$$

$S(t)$  sağkalım fonksiyonunda olabilirlik fonksiyonuna uygulanabilir. En çok olabilirlik tahmin edicisi  $L$ 'yi maksimize eden  $\hat{S}(t)$  sağkalım fonksiyonudur.

$$\begin{aligned}
\log L &= \prod_{i=1}^k \log \left[ (\lambda_i)^{d_i} (1 - \lambda_i)^{n_i - d_i} \right] \\
&= \sum_{i=1}^k d_i \cdot \log(\lambda_i) + (n_i - d_i) \cdot \log(1 - \lambda_i)
\end{aligned}$$

$$\frac{\partial \log L}{\partial \lambda} = \sum_{i=1}^k \frac{d_i}{\lambda_i} - \frac{n_i - d_i}{1 - \lambda_i} = 0$$

$$\frac{d_i}{\lambda_i} - \frac{n_i - d_i}{1 - \lambda_i} = 0$$

$$\frac{d_i}{\lambda_i} = \frac{n_i - d_i}{1 - \lambda_i}$$

$$d_i - d_i \cdot \lambda_i = \lambda_i \cdot n_i - \lambda_i \cdot d_i$$

$$\lambda_i = \frac{d_i}{n_i} \text{ olur. } \hat{\lambda}_i = \frac{d_i}{n_i} \text{ ve buradan,}$$

$$\hat{S}_{KM}(t) = \prod_{t_i \leq t} \left(1 - \frac{d_i}{n_i}\right) \quad (2.3.24)$$

ifadesi bulunur. Bu ifade  $S(t)$  için ‘‘Kaplan-Meier tahmin edicisi’’ ya da ‘‘arpım-limit tahmin edicisi’’ olarak adlandırılır.

$$\begin{aligned} \widehat{Var}[\log(\hat{S}(t))] &= \sum_{t_i \leq t} (1 - \hat{\lambda}_i)^2 \cdot \widehat{Var}(1 - \hat{\lambda}_i) \\ &= \sum_{t_i \leq t} \frac{d_i}{n_i \cdot (n_i - d_i)} \end{aligned} \quad (2.3.25)$$

Standart olabilirlik metodu ve hata yayılımı ile  $S(T)$ 'nin asimptotik varyansı Greenwood formülü olarak bilinir.

$$\widehat{Var}[\hat{S}(t)] = \hat{S}_{KM}^2(t) \cdot \sum_{t_i \leq t} \frac{d_i}{n_i \cdot (n_i - d_i)} \quad (2.3.26)$$

Bir rasgele sansürlü model altında Kaplan-Meier tahmin edicisinin asimptotik özellikleri kullanılarak bunu türetmişlerdir. (Breslow ve Crowley, 1974).  $\hat{S}_{KM}(t)$  ifadesinin asimptotik olarak normal olduğunu ve ayrıca asimptotik varyansının Greenwood formülü ile düzenli olarak tahmin edildiğini göstermişlerdir.

$t$  küçük ya da geniş değerlerinin bu formüle bir direk uygulanması sonucunda  $[0,1]$  aralığında %95 güven aralığını verir. İmkânsız çıkan değerleri önlemek için, normal yaklaşımlar geliştirilerek %95 güven aralıkları ilk önce log ölçeğine daha sonra da üstel ölçeğe göre formüleleştirilirse güven limitinin sonuçları

$$\hat{S}_{KM}(t) \cdot \exp[\pm 1.96 \hat{s}(t)]$$

$$\hat{s}^2(t) = \sum_{t_i \leq t} \frac{d_i}{n_i \cdot (n_i - d_i)}$$

olarak bulunur.

Sağkalım analizinde Kaplan-Meier yöntemi sıklıkla kullanılır. Bazı önemli özellikleri de bulunmaktadır. Bu özellikler;

- Çarpım-Limit tahminleri eldeki verilerin denk geldiği zaman aralıkta geçerli olur. Verideki en büyük gözlem sonucu sansürlü olmaz ise, Kaplan-Meier tahmini 0'a eşit alınır. Ancak her bir kişi çalışmadan ayrılmadan devam ederse bu olabilir. Verideki en büyük gözlem sonucu sansürlü olursa, Kaplan-Meier tahmin sonucu asla 0 olamaz. En büyük gözlem sonucunda ifade tanımsız olur.
- Sağkalım analizinde yapılan çalışmalarda sıkça kullanılan istatistiksel yöntem medyandır. Sağkalım eğrisi yardımıyla, medyanı (ortanca) tahmin etmek için zamanın  $t$ ,  $\hat{S}(t) = \frac{1}{2}$  olduğu Kaplan-Meier (Çarpım-Limit) yöntemi ile bulunabilir. Bulunan bu sonuç tek çözüm değildir.
- Elimizdeki verilerin %50'den fazlası sansürlü olmayan veri ise ve bulunan en büyük veri sansürlü ise, hayatta kalma sürelerinin medyanı tahmin edilememektedir. Böyle bir durumda medyanı işlevsel bir şekilde bulmak için istenilen zamanın uzunluğunun sağkalım olasılığı ele alınır.
- Çarpım-Limit yönteminde, sansürlü verilerin yaşam sürelerinden bağımsız olduğu düşünülür. Elimizdeki verinin sansürlü olma sebebinin ölümlerle bağlantılı olduğu kabul edilmez. Bu duruma böbrek nakli olmuş bir kişi örnek olarak gösterilebilir. Araştırma süresi sonunda böbrek nakli olan birey yaşıyorsa bu doğru kabul edilir. Fakat birey çalışma konusu olan hastalık sebebiyle değil, herhangi bir ilaç ya da başka hastalık sebebiyle ölmüş ise veya birey çalışmadan ayrılmış ise bu varsayımlar gerçekleşmemektedir. Eğer uygun olmayan bir sansürleme söz konusu ise Kaplan-Meier yöntemi kullanmak doğru olmaz. Uygulamada bu problemi azaltmanın bir yolu sansür olmasını engelleyecek tedbirleri almak ve oluyorsa bile bunu mümkün olduğunca en aza indirmektir (Kul, 2009).

### 2.3.2.2. Nelson–Aalen Tahmin Edicisi

Kaplan-Meier tahmin edicisi sağkalım fonksiyonlarında parametrik olmayan en çok olabilirlik tahmin edicisi olarak alınırken, Nelson-Aalen tahmin edicisi birikimli tehlike fonksiyonlarının en çok olabilirlik tahmin edicisi olarak ele alınır. Genellikle, sağdan sansürlü verilerle çalışma yapıldığında dağılım fonksiyonlarının yerine birikimli tehlike fonksiyonlarıyla çalışmak daha uygun olacaktır (Shen, 2016). Bu yöntem değişik alanlarda kullanılmaktadır. Bu alanlar sağkalım teorisi, hayat sigortası ve güvenilirlik mühendisliği gibi alanlardır.

Birikimli tehlike fonksiyonunun tahmini olarak verilen integral Riemann-Stieljes integrali olarak da bilinir.  $Y_i(t) = I(t_i \geq t)$  ve  $dN_i(t) = I(t_i = t, \delta_i = 1)$  iken integral (delta yöntemi ile)

$$\widehat{\Lambda}(t) = \int_0^t \frac{dN.(u)}{Y.(u)}$$

deneysel birikimli tehlike fonksiyonu olarak isimlendirilir (Oran, 2020). Diğer bilinen isimleri ise Nelson tahmincisi, Altshuler tahmincisi, Aalen-Nelson tahmincisi, ampirik kümülatif tehlike tahmincisidir. Ancak en çok bilinen ismi Nelson-Aalen tahmin edicisidir.

Eğer  $(t_1, t_2, \dots, t_k)$  başarısızlığın kesikli süresine göre yazılırsa;

$$\Lambda_{NA}(t) = \sum_{t_i \leq t} \frac{d_i}{n_i} \quad (2.3.27)$$

ile bulunur. Burada

$n_i$ :  $t_i$  anındaki risk altındaki bireylerin sayısı

$d_i$ :  $t_i$  anındaki ölüm sayısıdır.

Burada Nelson-Aalen tahmin edicisi, her bir gözlemlenen başarısızlık zamanlarındaki  $\frac{d_i}{n_i}$  artışıyla artan sağdan sürekli bir adım fonksiyonudur.

$\Lambda_{NA}$  ifadesinin grafiği tehlike fonksiyonun şekli ile ilgili bilgi verir. Eğer  $\lambda(t)$  sürekli ise  $\Lambda_{NA}$  doğrusal, monoton ise  $\Lambda_{NA}$  dışbükeydir (Lawless, 2003).

Nelson-Aalen tahmin edicisinin kullanılmasının iki ana amacı vardır. Olay zamanı için parametrik modeller arasından uygun olanı alabilmek ilk amaçtır. Parametrik model uygun olarak seçilmiş ise, Nelson-Aalen tahmini yaklaşık olarak doğrusal bir grafik oluşturacaktır. İkinci amaç ise, Nelson-Aalen tahmin edicisi hazard oranı  $\lambda(t)$ 'nin tahmininin basit bir halini sağlar. Elde edilen bu tahminler Nelson-Aalen tahmin edicisinin tanjantını verir yani eğimidir (Karatepe, 2012).

Sağkalım fonksiyonun Nelson – Aalen tahmin edicisi ise;

$$\hat{S}_{NA} = \prod_{i=1}^k \exp\left(-\frac{d_i}{n_i}\right) \quad (2.3.28)$$

ile verilmektedir. Bu ifade aynı zamanda Altshuler tahmini olarak da bilinir (Collet, 1994).

$\Lambda_{NA}$ 'nın varyansını hesaplamak için Kaplan-Meier yöntemindeki asimptotik varyans tahminini kullanabiliriz.  $Var(\lambda) = I(\lambda)^{-1}$  özelliği ile;

$$\begin{aligned}
\widehat{var}[\Lambda_{NA}(t)] &= \sum_{j:t_j \leq t} \widehat{var}[\Lambda_{NA}(t)] \\
&= \sum_{j:t_j \leq t} I(\lambda)^{-1} \\
&= \sum_{j:t_j \leq t} \left( \frac{n_j}{h_j(1-h_j)} \right)^{-1} = \sum_{j:t_j \leq t} \frac{d_j(n_j - d_j)}{n_j^3}
\end{aligned}$$

bulunur (Oran, 2020). Ayrıca

Nelson-Aalen tahmin edicisinin varyansı

$$Var(\Lambda(t)) = \sum_{t_i \leq t} \frac{d_i}{n_i^2}$$

ile de gösterilir.

### 2.3.2.3. Fleming Harrington Sağkalım Fonksiyonunun Tahmini

Sağkalım fonksiyonunun Fleming ve Harrington tahmin edicisi,  $\hat{S}_{FH}(t)$  ile gösterilir;

$$\hat{S}_{FH}(t) = -\sum_{t_i \leq t \leq t_{i+1}} \frac{d_i}{n_i} \quad (2.3.29)$$

ile verilmektedir.

### 2.3.2.4. Yaşam Tablosu Yöntemi

John Graunt tarafından 17. yy.'da geliştirilen yaşam tablosu yöntemi, sağkalım analizinin başlangıcı olarak kabul edilir. Bu yöntemin kullanılması ise 19. yy.'da yapılan mortalite çalışmalarında yaygınlaşmıştır. Yaşam tablosu, belirli bir popülasyonun hayat sürecinin gözlemlenmesinde, sağkalım sürecinin tahmin edilmesinde, hasta olan kişilerin hayatta kalma sürelerinin değerlendirilmesi gibi çalışmalarda kullanılan bir yöntemdir. Yaşam tabloları, nüfus bilimleri, sigortacılık, tıbbi araştırmalar ve medikal çalışma alanlarında kullanılmıştır (Terzi, 2003).

Tıp alanında yapılan çalışmaların ana uygulama alanlarından biri yaşam tablosu yöntemidir. Yaşam Tablosu Yöntemi ya da Aktüeryal Yönteme Cutler–Ederer yöntemi de denir. “Yaşam tablosu yöntemi, çalışma süresinin aralıklara bölünmesiyle hesaplanır. Yaşam süresi yaşam tablosu yöntemine göre yapılarak, Tablo 2.1’de bir frekansın dağılım tablosu gösterilmiştir. Tablonun birinci sütunu, deney süresi zaman aralıklarını ifade eder. İkinci sütunda, bölünen aralıkların başında o aralık süresince gözlenen birey

sayısı gösterilmiştir. Üçüncü sütun, belirli aralıkta gözlemlenemeyen, çalışmadan ayrılan ya da çalışmadaki kayıp kişileri yani sansür olan değişkenleri, dördüncü sütunda bir aralıkta ölmüş kişilerin sayısını göstermektedir. Yaşam tablosu bir aralıkta gözlemlenemeyen bireylerin aralığın yarısında ölüm riski olduğunu kabul eder. Bu sebeple beşinci sütunda, aralık başındaki hasta sayısından, aralık süresince gözlemlenemeyenlerin yarısı kadar çıkarılmış ve o aralıktaki ölüm riski olan bireylerin tahmini değeri alınmıştır. Altıncı sütunda, her bir aralıkta ölme olasılığı, o aralıkta ölen bireylerin sayısı aynı aralıktaki risk altında olan birey sayısına bölünerek hesaplanmıştır. Her bir aralık süresince çalışılan bireylerle, bu aralıkta çalışmadan ayrılan ve kayıp bireylerin aynı ölme olasılığı olduğu varsayılmıştır. Yedinci sütun, aralık başındaki yaşayan bireylerin sağkalım olasılığı tahminini göstermektedir. Sekizinci sütun, sağkalım dağılım zamanın yaşam tablosu tahminlerini belirtir. Çalışma sürecinin başlangıcından o aralığa kadar olan birikimli sağkalım olasılığını, o aralık öncesindeki sağkalım olasılıkları sonucunun birbiri ile çarpılması ile hesaplanır.” (Ortaç, 2019).

Burada ölme olasılığı;

$$q_j = \left( \lambda_j / n_j - \left( \frac{1}{2} w_j \right) \right)$$

ile bulunur.

j: zaman aralığı,

$\lambda_j$ : ölen bireylerin sayısı,

$n_j$ : zaman aralığında bulunan toplam birey sayısı,

$w_j$ : yaşarken çalışmadan ayrılma veya kaybolan birey sayısı,

$p_j$ : j zaman aralığında hayatta kalma olasılığı;

$p_j = 1 - q_j$  ile bulunur.

Hesaplanan olasılık değeri koşullu olasılık olur. Belirlenen zamana kadar sağ kalanlarla hesaplanır. Daha önce olan j zaman aralıklarındaki koşullu olasılıklarının çarpılması ile birikimli olasılık sonucu hesaplanır.

$$S_j = p_1 \times p_2 \times p_3 \times \dots \times p_{j-2} \times p_{j-1} \times p_j$$

Standart hata;

$$(SE) = S_j \left( \sum \left( \frac{q_j}{n_j} - \lambda_j - \left( \frac{1}{2} w_j \right) \right) \right) \left( \frac{1}{2} \right)$$

Güven aralığı;

$$S_j \pm 1.96(SE)(S_j)$$

ile bulunur.

**Tablo 2.1:** Bir Cutler-Ederer (Yaşam) Tablosu Örneği

Zaman	Hasta olan kişiler	Çalışmadan ayrılan ya da kayıp olan hasta	Ölen kişi	Risk altında hasta	Ölme olasılığı	Sağkalım olasılığı	Kümülatif sağkalım
j	$O_i$	$W_i$	$\lambda_i$	$O_i'$	$q_i$	$p_i$	$P_i$
1	$O_1$	$W_1$	$\lambda_1$	$O_1'$	$q_1$	$p_1$	$P_1$
2	$O_2$	$W_2$	$\lambda_2$	$O_2'$	$q_2$	$p_2$	$P_2$
3	$O_3$	$W_3$	$\lambda_3$	$O_3'$	$q_3$	$p_3$	$P_3$
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
n	$O_n$	$W_n$	$\lambda_n$	$O_n'$	$q_n$	$p_n$	$P_n$

2002 yılında yapılan bir araştırmada, Kangal köpeğinin 15 yıllık yaşam süresinin yaş grupları ile olan ilişkisini incelemek için oluşturulan yaşam tablosu örneğini inceleyelim (Doğan ve Dündar, 2002). Yapılan işlemler sırasıyla;

1. Hayvanların yaşları (x) ile ifade edilir. Sütunlarda ise;

$N_x$  : cinsiyette yıl ortası toplam kişi sayısı

$D_x$  : Her yaş ve cinsiyette ölen kişi sayısı

$m_x$  : x yaşında ölüm hızı

$q_x$  : x yaşındaki ölmemiş olan kişilerin x ile x+n aralığındaki ölme olasılığı

$I_x$  : x yaşındaki kişi sayısı

$d_x$  : belirli yaşa gelip ölen kişi sayısı

$L_x$  : bilinen yaştaki kişilerin yaşayacakları toplam sene

$T_x$  : bilinen bir yaştan sonra yaşanılan yılların toplamı

$e_x$  : hedeflenen yaştan sonra beklenen ortalama hayat zamanı yazılmıştır.

2.  $N_x$  sütununa satırlardaki belirli bir yaşa gelen hayvanların sayısı,  $D_x$  sütununa ölen kişi sayısı yerleştirilir.

3. Verilen her yaşta kayıp hızı;

$$m_x = \frac{D_x}{N_x}$$

ile bulunur.

4. Bir yaştaki ait ölüm olasılığı;

$$q_x = \frac{2 \cdot n \cdot m_x}{2 + n \cdot m_x}$$

ile bulunur.

5. Bir yaştaki hayvanların yaşama olasılığı;

$$p_x = 1 - q_x$$

ile bulunur.

6. Yeni doğan yani 0 yaşında kabul edilen hayvanlar için birey sayısı  $I_x$ , 10 ve 10'nun katlarına yuvarlanarak belirli bir yaş için x yaşındaki kişi sayısı ve ölen kişilerin sayısı

$$d_x = q_x \cdot I_x$$

olarak hesaplanır.

7. Belirli bir yaş için hayvanların yaşadıkları toplam sene (kişi-yıl) bulunur ve değerler bulunurken yaşa göre hesaplanır.

8. Bilinen bir yaştan sonra yaşanan toplam yıl (kişi-yıl) on yaştan itibaren birbiri ile toplanarak bulunur.

9. Ulaşılan yaşa geldikten sonra beklenen ortalama yaşam

$$e_x = \frac{T_x}{I_x}$$

ile hesaplanır (Doğan ve Dündar, 2002).

Yapılan bu çalışmanın yaşam tablosu Tablo 2.2'de verilmiştir.

**Tablo 2.2:** Kangal Köpeği Araştırmasında Yapılan Yaşam Tablosu Örneği

X	N <sub>x</sub>	D <sub>x</sub>	m <sub>x</sub>	q <sub>x</sub>	p <sub>x</sub>	l <sub>x</sub>	d <sub>x</sub>	L <sub>x</sub>	T <sub>x</sub>	e <sub>x</sub>
0	493	19	0,03854	0,039774	0,960226	1000	39,77436	964,3025	12818,37	12,81837
1	1478	5	0,003383	0,003377	0,996623	960,2256	3,24291	958,6042	11854,06	12,34508
2	1620	4	0,002469	0,002466	0,997534	956,9827	2,360007	955,8027	10895,46	11,38522
3	1468	5	0,003406	0,0034	0,9966	954,6227	3,245912	952,9998	9939,657	10,41213
4	1325	3	0,002264	0,002262	0,997738	951,3768	2,151625	950,301	8986,657	9,445949
5	1131	9	0,007958	0,007926	0,992074	949,2252	7,523581	945,4634	8036,356	8,466227
6	1082	12	0,011091	0,011029	0,988971	941,7016	10,38641	936,5084	7090,892	7,529872
7	912	13	0,014254	0,014154	0,985846	931,3152	13,18138	924,7245	6154,384	6,608272
8	629	12	0,019078	0,018898	0,981102	918,1338	17,35056	909,4585	5229,659	5,695967
9	570	24	0,042105	0,041237	0,958763	900,7832	37,1457	882,2104	4320,201	4,796049
10	415	22	0,053012	0,051643	0,948357	863,6375	44,601	841,337	3437,991	3,980826
11	382	29	0,075916	0,07314	0,92686	819,0365	59,90431	789,0844	2596,653	3,170376
12	162	26	0,160494	0,148571	0,851429	759,1322	112,7854	702,7396	1807,569	2,381099
13	47	27	0,574468	0,446281	0,553719	646,3469	288,4523	502,1207	1104,83	1,709345
14	42	23	0,547619	0,429907	0,570093	357,8946	153,8612	280,9639	602,7088	1,68404
15	41	26	0,634146	1	0	204,0333	204,0333	321,7449	321,7449	1,576923

## 2.4. Parametre Tahmin Yöntemleri

Parametre tahmini için, parametrik yöntemler, yarı parametrik yöntemler ve parametrik olmayan yöntemler kullanılır. Parametreleri tahmin etmek için en çok olabilirlik yöntemi kullanılacaktır. Olabilirlik fonksiyonları, değişkenlerin en çok olabilirlik tahminlerini bulmak için kullanılır. Böylelikle sağkalım analizinde kullanılan önemli olasılık dağılımlarının parametrelerinin tahmini için en çok olabilirlik yöntemi kullanılarak bulunur.

### 2.4.1. Parametrik Tahmin Yöntemleri

Sansürlü ve sansürsüz verilerin parametre tahmini için En Çok Olabilirlik Yöntemi kullanılır. Sansürsüz örneklem olması durumunda kullanılan sıkça kullanılan dağılımlar sırasıyla Üstel Dağılım, Weibull Dağılım, Log-Normal Dağılım ve Log-Logistik Dağılımdır.

#### 2.4.1.1. Tam ve Sansürlü Örneklem Durumlarında En Çok Olabilirlik Yöntemi

$t_1, t_2, \dots, t_n$   $\theta$  parametresi ile  $f(t, \theta)$  olasılık yoğunluk fonksiyonuna sahip bir rasgele değişken olmak üzere bu değişkenlerin olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f(t; \theta) = \prod_{i=1}^n f(t_i; \theta) \quad (2.4.1)$$

$L(\theta; t) = f(t; \theta)$  fonksiyonuna “olabilirlik (likelihood) fonksiyonu” denir.  $L(\theta)$  olabilirlik fonksiyonunu maksimum yapan  $\hat{\theta}$  değerine “en çok olabilirlik tahmin

edici” denir.

$L(\theta)$  olabilirlik fonksiyonunu maksimum yapan  $\hat{\theta}$  tahmin edici bulunurken yapılan işlemlerin daha kolay olması için logaritmik olabilirlik fonksiyonundan yararlanılır.  $\ln L(\theta)$  bulunur. Sonrasında bu fonksiyonu maksimum yapan  $\theta$  değerini gözlem değerlerinin bir fonksiyonu olarak ifade etmek için  $\frac{\partial}{\partial \theta} \ln L(\theta) = 0$  denklemi  $\theta$  için çözülür.

Logaritmik fonksiyonu,

$$\ln L(\theta; t) = \max \prod_{i=1}^n \ln f(t_i; \theta) \quad (2.4.2)$$

olarak yazılabilir (Erdem, 2017).

Bilinen bir  $t_i$  süresinde kişilerin hepsi gözlemlenebilmişse; olabilirlik fonksiyonu

$$L(\theta; t) = \prod_{i=1}^n f(t_i; \theta) = \prod_{i=1}^n h(t_i) \cdot S(t_i) \quad (2.4.3)$$

ile bulunur. Fakat sansürlü veriler varsa, olabilirlik fonksiyonu,

$$L(\theta; t) = \prod_{i=1}^n S(t_i) \quad (2.4.4)$$

olur.

Tüm veriler sansürsüz ve sansürlü (sağdan) olmak üzere birlikte ele alınırsa; dağılıma ait olabilirlik fonksiyonu,

$$\begin{aligned} L(\theta; t) &= \prod_{i=1}^n [f(t_i)]^{\delta_i} [S(t_i)]^{1-\delta_i} \\ &= \prod_{i=1}^n [h(t_i)]^{\delta_i} [S(t_i)] \end{aligned}$$

şeklinde yazılabilir.

Burada  $\delta_i = 1$  sansürsüz bireyi,  $\delta_i = 0$  ise sansürlü bireyi göstermektedir. Yukarıdaki ifadenin e tabanında logaritması alınır, logaritmik olabilirlik fonksiyonu,

$$\begin{aligned}
\ln L(\theta; t) &= \sum_{i=1}^n \{ \delta_i \ln h(t_i) + \ln S(t_i) \} \\
&= \sum_{i=1}^n \{ \delta_i \ln h(t_i) - \Lambda(t_i) \}
\end{aligned} \tag{2.4.5}$$

olarak bulunur (Harris ve Albert, 1991).

#### 2.4.1.2. Sansürsüz Örneklem Durumlarında En Çok Olabilirlik Yöntemi

Sansürsüz durumlarda en çok olabilirlik yöntemi kullanılır. Yaygın olarak kullanılan özel dağılımlar sırasıyla Üstel, Weibull, Log-Normal ve Log-Logistik dağılımı olmak üzere bu dağılımlara ilişkin parametre tahminleri aşağıda verilmiştir.

##### 2.4.1.2.1. Üstel Dağılımın Parametre Tahmini

Sağkalım zamanının dağılımı üstel dağılım gösterdiği varsayımı altında bu dağılım için olabilirlik fonksiyonu,

$$\begin{aligned}
L(\lambda) &= \prod_{i=1}^n \lambda^{\delta_i} \cdot e^{-\lambda t_i} \\
&= \lambda^{\sum \delta_i} \cdot e^{-\lambda \sum t_i} \\
&= \lambda^d \cdot e^{-\lambda T}
\end{aligned} \tag{2.4.6}$$

$$d = \sum_{i=1}^n \delta_i = \text{Olayların sayısı}, \quad T = \sum_{i=1}^n t_i = \text{Toplam duraksama zamanı}$$

ve eşitliğin iki tarafında e tabanına göre logaritma alınır ise,

$$\begin{aligned}
\ln L &= d \ln \lambda - \lambda T \\
\frac{\partial}{\partial \lambda} \ln L &= \frac{d}{\lambda} - T = 0
\end{aligned}$$

$$\hat{\lambda} = \frac{d}{T} \text{ olarak bulunur (Le, 1997).}$$

##### 2.4.1.2.2. Weibull Dağılımın Parametre Tahmini

$T$  rasgele değişken olsun. Weibull dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonu;

$$f(t) = (\lambda \beta)(\lambda t)^{\beta-1} e^{-(\lambda t)^\beta} \quad t > 0, \beta > 0, \lambda > 0 \tag{2.4.7}$$

$\theta = \lambda^{-\beta}$  alındığında Weibull dağılımına ait olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f(t) = \left(\frac{\beta}{\theta}\right)(t)^{\beta-1} \left(e^{-\frac{1}{\theta}(t)^\beta}\right) \quad t > 0, \beta > 0, \lambda > 0 \quad (2.4.8)$$

$t_1, t_2, \dots, t_n$  sağkalım süreleri, bir veriden alınan n birimlik  $\lambda$  ve  $\beta$  parametrelili Weibull dağılımını alınsın. Olabilirlik fonksiyonu

$$L(t_1, t_2, \dots, t_n) = \theta^{-n} \beta^n \prod_{i=1}^n (t_i)^{\beta-1} \cdot e^{-\frac{1}{\theta}(t_i)^\beta} \quad (2.4.9)$$

Her iki tarafın e tabanında logaritması alınırsa,

$$\ln L = n \ln \beta - n \ln \theta + (\beta - 1) \sum_{i=1}^n \ln t_i - \frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^n (t_i)^\beta$$

$\theta$  parametresine göre türev alınırsa,

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \theta} = -\frac{n}{\theta} + \frac{1}{\theta^2} \sum_{i=1}^n (t_i)^\beta$$

ve bu eşitlik 0'a eşitlenirse,

$$\hat{\theta} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (t_i)^\beta \quad \text{elde edilir.}$$

Aynı şekilde  $\beta$  değişkenine göre türev alınırsa,

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \beta} = \frac{n}{\beta} + \sum_{i=1}^n \ln(t_i) - \frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^n (t_i)^\beta \ln(t_i)$$

ifadesi 0'a eşitlenip ifadeler yerine yazılırsa,

$$\hat{\beta} = \left( \frac{\sum_{i=1}^n (t_i)^\beta \ln(t_i)}{\sum_{i=1}^n (t_i)^\beta} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(t_i) \right)^{-1}$$

ifadesi elde edilir.

#### 2.4.1.2.3. Log-Normal Dağılımın Parametre Tahmini

Log-normal dağılımın iki parametresi olan  $\mu$  ve  $\sigma$  için olabilirlik fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$L(\mu, \sigma) = \prod_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \frac{1}{t} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{\log t - \mu}{\sigma}\right)^2\right) \right\}^{\delta_i} \left\{ 1 - \Phi\left[\frac{\log(t_i) - \mu}{\sigma}\right] \right\}^{1-\delta_i} \quad (2.4.10)$$

Burada formülde  $\Phi(\cdot)$  standart normal bir değişkenin birikimli dağılım fonksiyonudur. Buradan  $\mu$  ve  $\sigma$  ifadelerinin tahmin edicileri iteratif yöntemlerle bulunur (Cook ve ark., 2003).

#### 2.4.1.2.4. Log-Logistik Dağılımın Parametre Tahmini

Bir sansürlü örneklemden  $n$ , bireyin sağ kalım zamanının Log-logistik dağılımına sahip olduğu varsayalım. Olabilirlik fonksiyonu;

$$L(t_j; \alpha, \beta) = d(\log \alpha + \log \beta) + (\alpha - 1) \sum_{j=1}^n \delta_j \log t_j - \sum_{j=1}^n (1 + \delta_j) \log(1 + \beta t_j^\alpha) \quad (2.4.11)$$

yazılır.  $\alpha$  ve  $\beta$ 'nin en çok olabilirlik tahmin edicisi ise birinci kısmi türevlerin sıfırda değerlendirilmesi sonucu elde edilen niceliklerdir. Böylece  $\alpha$ 'nın en çok olabilirlik tahmin edicisi,

$$\sum_{j=1}^n (1 + \delta_j) \frac{t_j^{\hat{\alpha}}}{1 + \hat{\lambda} t_j^{\hat{\alpha}}} \frac{d}{\hat{\alpha}} = \sum_{j=1}^n \delta_j \log t_j$$

eşitliğini sağlayan değerdir.  $\lambda$ 'nın en çok olabilirlik tahmin edicisi,

$$\sum_{j=1}^n \frac{(1 + \delta_j) t_j^{\hat{\alpha}}}{1 + \hat{\lambda} t_j^{\hat{\alpha}}} = \frac{d}{\hat{\lambda}}$$

eşitliğini sağlayan değerdir.

#### 2.4.2. Yarı Parametrik Tahmin Yöntemleri

Yarı parametrik tahmin yöntemleri; Cox Yöntemi, Cox Modeli ve Cox Kısmi Olabilirlik Fonksiyonudur.

##### 2.4.2.1. Cox Yöntemi

İstatistiğin ana amaçlarından biri değişkenler arasındaki ilişkinin ifade edilmesidir. Eldeki değişken incelenirken sebep-sonuç ilişkisi ile ilgili bir çalışma yapılıyorsa, istatistiksel analizler tek yönlü yapılabilmektedir. Fakat verilere etkisi olan faktörler ve

bunların ne kadar etkisi olduğuyula alakalı bir çalışma söz konusu ise çok değişkenli istatistiksel analizlerin kullanılması uygun olur (Oralhan, 2015).

Sağkalım analizinde, bağımsız ve bağımlı değişkenlerin ilişkisine bakılarak çalışılacak modelin belirlenmesi ve bu modelin yorumlanabilmesi büyük önem taşımaktadır. Regresyon modellerinde sağkalım zamanı parametresi ile bağımsız değişkenlerin ilişkinin yorumlanması önem teşkil etmektedir. Yaşam analizinde regresyon modelleri iki şekilde ele alınabilir. İlki, tehlike fonksiyonu üzerinde etkisi olan oransal risk modelidir. İkincisi ise yaşam süresi üzerinde etkisi olan log-lineer modellerdir (Kleinbaum, Klein, 2005). “Cox Regresyon Modeli” sağkalım süresi ile bağlantılı olan bağımsız değişkenlerin etkilerini anlayabilmek için uygulanan modeldir (Cox, 1972).

#### 2.4.2.1.1. Cox Modeli

Yapılan bir çalışmada, hasta olan kişilerin ölüm anı gelene kadarki süre bağımlı değişken olarak alınır; açıklayıcı değişken, bağımlı değişken üzerinde etkisi olan faktör değişkenleridir. Bu açıklayıcı değişkenler ise yaş, tedavi çeşidi, kullanılan ilaç olabilir. Tamamlanmamış gözlem verilerinde, bağımlı ve bağımsız değişkenler ilişkisini yorumlamak amacıyla çalışılan regresyon yöntemine Cox Modeli ya da Cox regresyon yöntemi adı verilir (Yetkin, 2006).

İki temel varsayım Cox regresyon modelinde ele alınır. İlk varsayım; sağkalım fonksiyonuyla bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin logaritmiksel doğrusal olmasıdır. İkincisi ise; bağımsız değişkenlerin log-lineer fonksiyonu ile sağkalım fonksiyonu arasındaki ilişkinin matematiksel olarak çarpımsal olmasıdır. Bu iki varsayıma göre, birbirinden farklı bağımsız değişkenlerin olduğu iki verinin sağkalım fonksiyonlarının oranı zamandan bağımsızdır ve ölüm riskleri ise orantısal olur (Saygı, 2007).

Sağkalım süresini etkileyebilecek bağımsız değişkenleri  $X$  ile gösterelim. Toplam  $n$  adet bağımsız değişken  $X = (X_1, \dots, X_n)$  olsun. Pozitif ya da 0 olan ve taban sınır  $\lambda_0(t)$  hazard fonksiyonu olsun.  $\lambda(t)$  hazard fonksiyonu olarak alınır ise,

$$\lambda(t) = \lambda_0(t)e^{f(x)}$$

$$\lambda(t) = \lambda_0(t) \times \exp(\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik}) \quad (2.4.12)$$

şeklinde gösterilir. Burada regresyon modelinin katsayıları  $\beta$  olarak alınır.  $\lambda_0(t)$  ise

tehlike fonksiyonunda sürekli dağılım gösteren başarısızlık oranına göre isteğe bağlı olarak belirlenmiş taban sınır risk fonksiyonudur.  $\lambda_0(t) = \lambda$  (üstel dağılım) ve  $\lambda_0(t) = p\lambda_0^p t^{p-1}$  (Weibull dağılımı) şeklinde alınabilir. Cox Regresyon modelinde en önemli özellik taban sınır tehlike fonksiyonu olan  $\lambda_0(t)$ 'nin bir parametrik modelde olma zorunluluğunun olmamasıdır. Cox modelinde risklerin orantısal olması en önemli varsayım olarak ele alınabilir. Bu, gözlem süresi boyunca sabit kalacağını ifade etmektedir (Oralhan, 2015).

#### 2.4.2.1.2. Cox Kısmi Olabilirlik Fonksiyonu

Yapılan bir çalışmada; elimizdeki verinin dağılımı bilinir ise, En Çok Olabilirlik Fonksiyonu kullanılabilir. Temel hazard parametrik modellerle ifade edilemediği için, Cox modelinde olabilirlik sonuç varsayımı uygulanamaz.  $\lambda_0$  soldan sansür olmadığında, bilinmeyen  $\beta$  katsayıları kısmi olabilirlik fonksiyonunu maksimize ederek tahmin edilebilir (Akyol, 2011). Cox, 1972 yılındaki makalesinde  $\beta$  katsayısı için kısmi olabilirlik fonksiyonunu

$$\frac{\lambda(t|X)}{\lambda(t|X=0)} = \frac{\lambda_0(t)e^{f(x)}}{\lambda_0(t)} = e^{f(x)}$$

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^n \prod_{t \geq 0} \left\{ \frac{Y_i(t) \exp(\beta' X_i)}{\sum_{j \in R_k} Y_j(t) \exp(\beta' X_j)} \right\}^{dN_i(t)} \quad (2.4.13)$$

ile ifade edilir;

$Y_i(t)$ :  $i$ . kişinin  $t$ . süresinde riski (1: risk mevcut, 0: risk yok)

$dN_i(t)$ : Bir sınırlanmış sürede  $([t, t + \Delta t])$   $N_i$  'de görülen artış

$R_n$ : Bir zamanda riskli olanları belirtir.

#### 2.4.3. Parametrik Olmayan Tahmin Yöntemleri

Deneysel Olabilirlik; sağkalım parametrelerinin tahmini için kullanılan parametrik olmayan yöntemdir.

### 2.4.3.1. Deneysel Olabilirlik Yöntemi

Olabilirlik yöntemi, tahminlerde ve test istatistiklerinde kullanılan etkili yöntemdir. Yapılan bir çalışmada örneklemin alındığı verinin dağılımı ile ilgili kesin ve yeterli bilgi olmadığı durumlarda klasik olabilirlik yöntemi kullanmak doğru olmamaktadır ve parametrik olmayan yöntemlerle dağılım fonksiyonları kullanılmadan analiz yapılmaktadır. Deneysel olabilirlik yöntemi de dağılım bilgisine gerek kalmadan, örnekleme dayalı varsayımlarla ifade edilebilen istatistiksel bir yöntemdir. Yani deneysel olabilirlik yöntemi, parametrik olmayan yöntem ve tekniklerin güvenilirliği ile olabilirlik fonksiyonunun etkinliğini bir araya getirir (Özdemir, 2018).

$X_1, X_2, \dots, X_n, F_0$  ortak dağılımlı bağımsız rasgele değişkenler olmak üzere

$$F_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_{x_i \leq x} \quad -\infty < x < \infty \quad (2.4.14)$$

ile deneysel olabilirlik fonksiyonu ifade edilir. Burada gösterge fonksiyonu  $I_{x_i \leq x}; x_i \leq x$  doğru iken 1 alınır. Diğer durumlarda 0 değerini alır.

Her  $x$  reel sayısı için dağılım fonksiyonu  $F(x) = P(X \leq x)$  şeklinde gösterilir.  $F(x^-) = P(X < x)$  alınırsa,  $P(X = x) = F(x) - F(x^-)$  olacaktır.  $F$  dağılım fonksiyonunun parametrik olmayan olabilirlik fonksiyonu,

$$EL(F) = \prod_{i=1}^n \Delta F(X_i) = \prod_{i=1}^n w_i \quad (2.4.15)$$

ile gösterilir. Burada  $w_i = \Delta F(X_i) = F(X_i) - F(X_i^-)$  ve  $F(t^-)$   $F(t)$ 'nin soldan sürekli halidir.  $F_n$  deneysel dağılım fonksiyonu,  $F$ 'nin parametrik olmayan EÇÖ tahminidir ve (2.4.15) eşitliğinde tanımlanan olabilirlik fonksiyonunu maksimize eder (Owen, 2001).

Olabilirlik, parametrik modellerde istatistiksel çıkarım için kolaylıkla gösterebilen en önemli kavramlardan biridir. Wilks (1938) geçerli kurala uygun koşullar altında  $-2 \log R_0$ ,  $p$  serbestlik dereceli  $\chi^2$  asimptotik dağılımının olduğunu göstermiştir. Burada  $R_0$ , parametre vektörüne  $p$  kısıtlaması uygulanmış bir hipotezin en çok olabilirlik oran fonksiyonunun konusudur ve hipotez doğrudur. Dolayısıyla, tüm parametrik modellerde oran istatistiğini, hipotezi test etmek ve güven aralıklarını oluşturmak için kullanabiliriz. Son zamanlarda olabilirlik kavramının parametrik

olmayan modeller için de kullanılabileceği gösterilmiştir. Owen (1988, 1990), Thomas ve Grunkemier'in (1975) daha önceki bulgularına dayanarak parametrik olmayan modeller için deneysel olabilirlik oran istatistiğini sunmuştur ve ilk olarak "deneysel olabilirlik" ismini kullanmıştır. Her seferinde olabilirlik gözlemsel noktalarda verilmiş  $\prod_i P\{X_i\}$ 'in büyük kitlelerinin ürünü olarak alınmıştır ve artık "deneysel olabilirlik" olarak anılacaktır. Owen (1988) deneysel olabilirlik oran istatistiğinin bir bilinmeyen  $F$  dağılım fonksiyonunun çeşitli parametreleri  $\theta(F)$  düzgün süreklilik koşulları altında, ki-kare dağılımının limiti olduğunu ve testleri elde etmek için kullanılabileceğini ya da güven aralıklarının bununla tamamen kıyaslanabilir bir yolla parametrik olabilirlikte kullanıldığını göstermiştir. Diciccio, Hall ve Romano (1989, 1991) ve diğerleri, asimptotik özellikler ve olabilirlik oran istatistiklerinin düzeltilmiş olasılığını çalışmışlardır (Pan, 1997).

Thomas ve Grunkemeier (1975), sağkalım analizindeki Kaplan-Meier tahmin edicisini içeren daha iyi güven aralıklarını elde etmek için deneysel olabilirliği önermişlerdir. Thomas ve Grunkemeier'dan alınmış bu fikir, Owen (1988) tarafından parametrik olmayan sonuçlar için deneysel olabilirliğin bir genel yapısını oluşturmuştur. O zamandan beri, deneysel olabilirlik yöntemi istatistiksel literatürde her geçen gün popülaritesi artan bir yöntem olmuştur. Deneysel olabilirliğin ilgi çeken bazı özellikleri vardır. Örneğin; temeli güven aralıkları koruma ve dönüşüm konusuna açıktır. Sağkalım analizi için deneysel olabilirliğin yeni birçok çalışmaları vardır. Bu çalışmalar sansürlü veri analizi için deneysel olabilirlik yaklaşımının gücünü ispat eder.

Deneysel olabilirliğin yukarıda ifade edilen özelliklerine, bir hipotez testini yürütmek ve varyans tahmini yapmasına gerek kalmadan güven aralıklarını kurmayı ekleyebiliriz. Çünkü deneysel olabilirlik oranı, bilinmeyen varyansları içermez ve deneysel olabilirliğin limit dağılımı esas niceliktir (Ki-Kare). Deneysel olabilirlik yönteminin bu avantajı özellikle sağkalım analizinde değerinin anlaşılmasını sağlamıştır. Özellikle sağkalım analizindeki sansürlü veriler için bu varyansları tahmin etmek çok zor olabilir. Bu zorluk sebebiyle birçok tahmin prosedürlerini uygulamada sınırlı hareket görülür. Bu bize deneysel olabilirlik için, karışık varyanslardan üstün gelen bir yol sağlar ve birçok pratik prosedürlerden sonuç çıkarır. Owen (1991), regresyon modellerindeki deneysel olabilirliğin kullanımı araştırmış ve ortalama için deneysel olabilirlik sonuçlarına benzer sonuçlar elde etmiştir. Maalesef bu sonuçlar sadece sansürlü veriler içindir ve sansürlü veriler için bu genellemeyi yapmak kolay değildir. Bu yüzden birçok

yazar sağkalım verisi için deneysel olabilirlik üzerinde çalışma yapmıştır. Li (1995), Thomas ve Grunkemeier tarafından kullanılan olabilirlik oranının, bir “özgün” parametrik olmayan olabilirlik oranı olduğunu kanıtladı. Burada, bütün sağkalım fonksiyonları parametre uzayından alınarak türetilmiştir. Bu özellik deneysel olabilirlik olduğunda paylaşılmamıştır. Li, Quin ve Tiwari (1997), sağkalım olasılıkları ve bir parametrik aileye ait olduğu ya da kesikli dağılımı olan istatistiksel ayarlar altındaki kesikli oran için, olabilirlik oran temelli güven aralıklarını elde etmişlerdir. Hollander, McKeague ve Yang (1997), sağdan sansürlü sağkalım olasılıkları için deneysel olabilirlik yöntemini kullanarak, simülasyon yardımıyla elde ettikleri güven aralıklarını düzenlemişlerdir. Pan ve Zhou (1999), deneysel olabilirlik analizinde bir parametrelili alt ailenin bir kısmı çeşidinin kullanımını örneklendirmiştir. Einmahl ve McKeague (1999), deneysel olabilirlik yaklaşımını kullanarak çoklu bağımsız örneklemelerden alınan çoklu kesirli grafikler için simülasyon güven sınırlarını inşa etmiştir. Wang ve Jing (2001), deneysel olabilirliği kullanarak, sansür varlığında sağkalım fonksiyonunun bir fonksiyonel sınıfına deneysel olabilirliğin nasıl uygulanacağını araştırmıştır. Pan ve Zhou (2002), sağdan sansürlü veri ve birikimli tehlike fonksiyonunun lineer fonksiyonelli parametreleri için deneysel olabilirlik oranlarını çalışmıştır. Li ve Van Keilegom (2002), şartlı sağkalım ve dağılım fonksiyonlarını deneysel olabilirlik oran yaklaşımını kullanarak güven aralıklarını ve bantlarını oluşturmuştur. McKeague ve Zhao (2002), bağımsız sağdan sansürlü veriden alınmış iki sağkalım fonksiyonları için simülasyon ile güven aralıklarını türetmiştir. Chen ve Zhou (2003), sansürlü veri ile dağılım fonksiyonunun parametrik olmayan en çok olabilirlik tahmin edicisinde bir kısım içeren, kendi içinde tutarlı algoritmayı (Turnbull, 1974) genişletmiştir. Yapılan bu çalışmalara ek olarak, güven aralıklarını ve test hipotezlerini deneysel olabilirlik oranı ile parametrik olmayan en çok olabilirlik tahmin edicisi ile nasıl yapılandırılacağını göstermiştir (Li ve ark, 2000).

Deneysel olabilirlik oranı, diğer parametreler ya da kitlenin fonksiyonellerine ek olarak sağkalım olasılığının güven aralıklarını oluşturmak için kullanılır. Örneğin; Ren (2001) sansürlü veriye sahip olan çalışmalarda, ortalama için güven aralıklarının kurulmasında, ağırlıklı deneysel olabilirlik oranını kullanmıştır. Adimari (1997) rasgele sansür altındaki ortalama için deneysel olabilirlik tipindeki güven aralıklarını elde etmek için basit bir yol önermiştir. Li, Hollander, McKeague ve Yang (1996) kesirli fonksiyonlar için deneysel olabilirlik oran yaklaşımını kullanarak güven bantlarını oluşturmuştur. Deneysel olabilirlik yöntemini, sansürlü veriye sahip olan çalışmalarda (Qin ve Jing,

2001, Li ve Wang, 2003, Qin ve Tsao, 2003) lineer regresyon için uygulamıştır. Dahası deneysel olabilirlik yöntemi parçalı lineer modelleri içeren yarı parametrik regresyon modellerine uygulanmıştır (Leblanc ve Crowley, 1995, Shen, Shi ve Wong, 1999, Qin ve Jing, 2001, Lu, Chen ve Gan, 2002, Wang ve Li, 2002).

Owen (1991) deneysel olabilirlik oran teorisini lineer regresyon modellere genişletmiş ve Kolaczyk (1992) ve Owen (1992) daha da genişletmeler yaparak genelleştirilmiş lineer ve projeksiyon izleme regresyonunu elde etmiştir. Qin (1993) yanlış örneklem problemlerde deneysel olabilirlik oran yaklaşımını araştırmış ve Qin ve Lawless (1994) tahmin fonksiyonları ya da denklemleriyle deneysel olabilirlik arasında bir bağlantı kurmuştur (Pan, 1997).

Naiknimbalkar ve Rajarshi (1997) sansürlü verinin  $k$  medyan eşitliği için deneysel olabilirlik oranını önermiştir. Cheb, Leung ve Qin (2003) yerini tutucu uç noktalar ile sansürlü veri için deneysel olabilirlik yöntemini genişletmiştir (Li ve ark, 2000). Son yıllarda Kitamura, Imbens, Bondell, Stefanski, Owen gibi isimler deneysel olabilirlik alanında önemli çalışmalar yapmıştır.

Bununla birlikte bütün durumlarda, deneysel olabilirlik oran metotları tamamen gözlemlenmiş veri setleri temelli çalışılmıştır. Sağkalım ya da yaşam zamanı verilerinin analizinde, bir rasgele örneklemin bütün üyelerinin tamamlanmış ölçümlerini almak çok zor ya da imkansızdır. Örneğin; çoğu klinik çalışmalarda çalışma aralığı düzeltilmiş ve bu aralık boyunca hastalar farklı zamanlarda çalışmaya dahil olmuşlardır. Bazıları çalışma sonlanmadan ölmüş olabilir, kesin ölüm zamanları ( $X$ ) bilinir. Diğerleri çalışma sonlanmadan geri çekilmiş olabilir ve devam eden sürede kayıptırlar. Hala diğerleri çalışma sonlanmadan hayatta kalabilirler. Kayıp hastalar için, sağkalım zamanları en azından başlangıçtan son ana kadardır. Hala hayatta kalan hastalar için sağkalım zamanları en azından başlangıçtan çalışmanın sonuna kadardır. Son iki çeşit gözlemler sağdan sansürlü veri olarak adlandırılan sansürlü gözlemlerdir (Pan, 1997).

Rasgele sansürlü veriler için deneysel olabilirlik oran yöntemi ilk defa Thomas ve Grunkemeier (1975) tarafından düşünülmüştür. Rasgele sağdan sansürlü verinin bazı sezgisel kanıtlarla sağkalım olasılıklarının aralık tahmini için, bir parametrik olmayan olabilirlik oran yöntemini bulmayı amaçlamışlardır. Daha sonra Li (1995), bunun için tamamlanmış bir kanıt sunmuştur. Maalesef, Thomas ve Grunkemeier'in yaklaşımı sağkalım olasılığı ile sınırlıydı. Murphy (1994) olabilirliğin iki çeşit genişlemesi olduğunu düşünmüştür: Poisson genişlemesi ve Binom genişlemesi. İki genişleme için

de olabilirlik oran istatistiğinin tek serbest dereceli  $\Lambda(t_0) = \theta_0$  kısıtı altında ki-kare limitinin olduğunu kanıtlamıştır.  $\Lambda(t)$  birikimli tehlike fonksiyonudur. Murphy ve Van Der Vaart (1996) sadece teorik kanıtı sağlayan olabilirlik oran yöntemini rasgele sansürlü veri altında yarı parametrik modellerde  $\theta(F)$  çıkarımını araştırmıştır. Bu yüzden sansürlü veri için deneysel olabilirlik oran yaklaşımı hala yenidir ve henüz geniş olarak çalışılmamıştır (Pan, 1997).

Sansürlü verinin analizinde (birikimli) tehlike fonksiyonu  $\Lambda(t)$ 'nin kullanılması daha uygundur.

$$\Lambda(t) = \int_{(0,t)} \frac{dF(s)}{1-F(s^-)} \quad (2.4.16)$$

Bu bize gözlemlerin martingale formülünü verir. Örneğin; tehlikenin terimlerini içeren regresyon modeli, Cox orantılı tehlike modelini verir; birikimli tehlikenin terimlerinin parametrik olmayan tahmini, Kaplan-Meier tahmin edicisinden daha kolay olan Nelson-Aalen tahmin edicisini verir. Ayrıca tehlike terimlerindeki bilgi (Efron ve Johnston, 1990) ve tehlike terimlerindeki Hellinger uzaklığı (Ying, 1992) hepsi çalışılmıştır ve bilgilendirici olduğu kanıtlanmıştır. Bu yüzden tehlike terimlerindeki kısıtlamalar ve tehlike terimlerindeki deneysel olabilirliğe bakmak doğaldır. Bu sağdan sansürlü veri için tehlikenin terimlerinde deneysel olabilirlik için teoriyi basite çevirir. Ayrıca, martingale formülünün kullanılması stokastik (tahmin edilebilir) ağırlık fonksiyonlarına sahip olan çalışmalarda bile kolaylıkla uygulanabilir.

Aşağıdaki tipteki genel parametreler için şu sonuçları elde ederiz;

$$(1) \theta = \int g(t).d\Lambda(t) \text{ için } g(t) \text{ keyfi verilir.}$$

$$(2) \theta_n = \int g_n(t).d\Lambda(t)$$

$g_n(t)$  rasgele fakat tahmin edilebilir bir fonksiyon ve örneklem büyüklüğü

$n$ 'ye bağlıdır;  $\theta_n$ , örneklem büyüklüğü  $n$  ile de değişebilir.

$$(3) \theta = \int g(t, \theta).d\Lambda(t) = C$$

Burada  $C$  bir sabiti olmak üzere,  $\theta$  olarak tanımlanmıştır.

Birinci tipin parametreleri, zamana bağlı bir Cox modelindeki ortak değişkeninde ortaya çıkabilir. Bir kişi için bir birikimli modelde olduğu gibi zamana bağlı dallandırma ortak değişkeni  $g(t)$  şöyle hesaplanabilir:

$$\Lambda_i(\tau) = \int_0^{\tau} g(t) d\Lambda_b(t) \quad (\Lambda_b: \text{temel tehlike fonksiyonu}) \quad (2.4.17)$$

İkinci tip parametreler tek örneklemlili log-rank tipi teste yönlendirir. Tek örneklemlili log-rank testinin ağırlık fonksiyonu  $g(t) = \frac{Y(t)}{n}$  formunu alır ve  $Y(t)$ ,  $t$  anındaki riskin boyutudur. Stokastik ağırlık fonksiyonu  $g$ , ortalama olarak alınır ve birikimli tehlike fonksiyonu  $g(t) = t \cdot [1 - F(t^-)]$  integrasyonundan elde edilebilir.  $F$  bilinmediği için  $g_n(t) = t \cdot [1 - \hat{F}(t^-)]$  kullanabiliriz.

Örtülü tipteki parametreler birincil örnek kesirleridir. Örneğin;  $\theta$  parametresinin medyanı  $\int_{[t \leq \theta]} d\Lambda(t) = \log 2$  olduğu gibi örtülü tanımlanabilir.

Murphy (1995) ayrıca deneysel olabilirlik oranının kullanıldığı süreç formüllerini hesaplamaya çalışmıştır. Kısıtlama bir noktada kendiliğinden meydana gelmiş tehlike fonksiyonu olduğunda kesin sonuçlar elde etmiştir,

$$\Lambda(t_0) = -\log(1 - F(t_0))$$

olarak bulmuştur. (Pan ve Zhou, 2002)

Diğer yandan, küçük örneklem dağılımından alınmış sansürlü veri durumundaki tahmin genellikle yüksek çarpıklıdır. Olabilirlik oran güven bölgeleri bu durumda genellikle Wald tipi güven bölgelerinde tercih edilir. Bir somut örnek Kaplan –Meier tahmin edicisi temelli bir sağkalım olasılığı için güven aralığı oluşturmaz. Bir sağkalım olasılığı için Wald güven aralığı zayıf çalışır ve küçük örneklem için bir normal dağılım yaklaşımına sahip bir tahmin transformasyonu bulmak çok daha zordur (Andersen ve ark. (1993)). Bu durumda olasılık testi sonuçları, güven aralığının geniş kitlelerce en iyi tahmin transformasyonları olarak kabul edilen güven aralıkları gibi nasıl performans sergilediğini (Thomas ve Grunkemier’de olduğu gibi) gösterir. Bir Wald güven aralığının avantajı, asimptotik varyans tahmininin hesaba dayalı zorluğu sebebiyle sansürlü veri için geçerli bir değerin görülmemesidir. Deneysel olabilirlik oran yaklaşımı en çok olabilirlik tahmin edicisinin standart hatalarını önleyerek hesaplaması zor olan güven aralığını hesaplayabilir (Pan, 1997).

Owen’ın yaklaşımının kilit noktası bir Lagrange çarpan değişkeni ile uygun kısıtlamalar altındaki ( $F_n$  deneysel olabilirlik fonksiyonunu)  $F < F_n$  için deneysel olabilirlik oran

fonksiyonlarının maksimumunu net bir şekilde ifade etmesidir. Bu asimptotik analizi çok iyi bir şekilde gerçekleştirir. Bununla birlikte, sansürlü veri için, bir Lagrange çarpan değişkeni kullanarak kısıtlamalar altındaki deneysel olabilirlik oran fonksiyonlarının maksimumunu net bir şekilde ifade etmek çok zor hatta bazen imkansızdır (Pan, 1997).

#### 2.4.3.1.1. Tehlikenin Terimlerinde Olabilirlik ve Birinci Tip Kısıtlama Altında Maksimumunun Bulunması

$X_1, \dots, X_n$ , aynı dağılıma sahip bağımsız negatif olmayan rasgele değişkenleri göstermek üzere  $F_0$  yaşam zamanlarına sahip sürekli dağılım fonksiyonu olsun.  $C_1, \dots, C_n$  ve  $G_0$  dağılımına sahip bağımsız negatif olmayan bağımsız yaşam zamanlarının sansür zamanlarıdır. Sadece sansürlü gözlemler için;

$$T_i = \min(X_i, C_i); \quad \delta_i = I[X_i \leq C_i]$$

$$\delta_i = \begin{cases} 1 & X_i \leq C_i \text{ ise,} \\ 0 & X_i > C_i \text{ ise,} \end{cases} \quad (2.4.18)$$

$i = 1, 2, \dots, n$  için olur.

F fonksiyonu ile ilişik  $(T_i, \delta_i)$  sansürlü gözlemlere dayalı deneysel olabilirlik

$$EL(F) = \prod_{i=1}^n [\Delta(T_i)]^{\delta_i} \cdot [1 - F(T_i)]^{1-\delta_i} \quad (2.4.19)$$

(2.4.19) açılımı aşağıdaki ifadede elde edilir;

Bu ifade aslında binom dağılımından gelir. Tek değişken olsa Bernoulli,  $n$  değişken olduğu için binom açılımı kullanılır.  $(T_i, \delta_i)$  ifadesinde,  $T_i$  ifadesinin olasılık yoğunluk fonksiyonu  $f(t)$ ,  $C_i$ 'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu  $g(t)$ 'dir.

$$P(T_i = t, \delta_i = 0) = P(C_i = t, X_i > C_i)$$

$$= g(t).S(t)$$

$$P(T_i = t, \delta_i = 1) = P(C_i = t, X_i \leq C_i)$$

$$= f(t).G(t)$$

Yukardaki ifadeler genel ifadede yerine yazılırsa;

$$P(T_i = t, \delta_i) = [f(t).G(t)]^{\delta_i} \cdot [g(t).S(t)]^{1-\delta_i}$$

olur.  $G(t)$  ve  $g(t)$  yok sayılırsa sonuçta aşağıdaki genel olabilirlik ifadesi elde edilir.

$$L = \prod_{i=1}^n [f(t)]^{\delta_i} \cdot [S(t)]^{1-\delta_i} \quad (2.4.20)$$

Ayrıca,

$$\Lambda(t) = \frac{f(t)}{S(t)} = \frac{f(t)}{1-F(t)} \quad \text{ve buradan } \Delta F(t) = F(t) - F(t^-), \quad \Lambda(t).(1-F(t)) = f(t),$$

$$\Delta F(t) = f(t) \quad \text{ve} \quad S(t) = 1 - F(t)$$

(2.4.19)'da  $f(t)$  yerine yazılırsa;

$$\begin{aligned} EL(F) &= \prod_{i=1}^n [\Lambda(t).(1-F(t))]^{\delta_i} [1-F(T_i)]^{1-\delta_i} \\ &= [\Lambda(t)]^{\delta_i} \cdot [1-F(t)]^{\delta_i} \cdot [1-F(T_i)]^{1-\delta_i} \\ &= [\Lambda(t)]^{\delta_i} \cdot [1-F(T_i)] \\ &= e^{-\Lambda(t)} \end{aligned} \quad (2.4.21)$$

Burada  $F$  dağılımının parametrik olmayan en çok olabilirlik tahmin edicisi ve  $\Lambda$  tehlikenin ikisinin de tamamen kesikli fonksiyonlar olduğu biliniyor (Kaplan-Meier/Nelson-Aalen tahmin edicisi vb.). Bunun sebebi tamamen kesikli fonksiyonların parametrik olmayan en çok olabilirlik tahmin edicileri ile hâkim olan olabilirlik oran analizini kısıtlamadır. Olabilirlik analizinde eleme yöntemiyle benzerdir. Bu kısıtlama ile daha fazla bilgiyi Owen (1988)'de görebiliriz.

Pan ve Zhou (2002), Owen'ın bulduğu sonucu birikimli tehlike fonksiyonunun terimlerindeki bir lineer kısıtlamayı kullanarak sağdan sansürlü veriler için genellemiştir. Tehlike ile dağılım arasındaki ilişki kullanılarak

$$1 - F(t) = \prod_{s \leq t} (1 - \Delta\Lambda(s)) \quad \text{ve} \quad \Delta\Lambda(t) = \frac{\Delta F(t)}{1 - F(t^-)} \quad (2.4.22)$$

tamamen kesikli dağılımlar için geçerli olan ifadeyi elde ederiz.

Burada  $\Delta F(t) = F(t) - F(t^-)$  ve  $\Delta F(t) = f(t)$  olduğu kullanırsa

$$\begin{aligned} 1 - \Delta\Lambda(t) &= 1 - \frac{\Delta F(t)}{1 - F(t^-)} \\ &= \frac{1 - F(t^-) - F(t) + F(t^-)}{1 - F(t^-)} \\ &= \frac{1 - F(t)}{1 - F(t^-)} \end{aligned}$$

olur.

(2.4.19)'daki deneysel olabilirlik fonksiyonu tehlike fonksiyonun terimleri yeniden yazılarak aşağıdaki hali alır.

$$EL(\Lambda) = \prod_{i=1}^n \left\{ [\Delta\Lambda(T_i)]^{\delta_i} \left[ \prod_{j:T_j < T_i} (1 - \Delta\Lambda(T_j)) \right]^{\delta_i} \left[ \prod_{j:T_j \leq T_i} (1 - \Delta\Lambda(T_j)) \right]^{1 - \delta_i} \right\} \quad (2.4.23)$$

Nelson-Aalen tahmin edicisinin herhangi bir kısıtı olmaksızın tehlike fonksiyonu  $EL(\Lambda)$  olabilirliğini maksimize eder (Anderson ve ark., 1993).

Burada (2.4.23)'deki 2. ve 3. ifade düzenlenirse;

$$\left[ \prod_{j:T_j < T_i} (1 - \Delta\Lambda(T_j)) \right]^{\delta_i} \left[ \prod_{j:T_j < T_i} (1 - \Delta\Lambda(T_j)) \right]^{1 - \delta_i} \cdot [1 - \Delta\Lambda(T_i)]^{1 - \delta_i}$$

1.ve 2. ifade düzenlenirse;  $\prod (1 - \Delta\Lambda(T_j))^{\delta_i + 1 - \delta_i}$  olur. Yukardaki 3. ifade  $j = i$  içindir.

Bunları (2.4.23)'te yerine yazalım.

$$EL(\Lambda) = \prod_{i=1}^n [\Delta\Lambda(T_i)]^{\delta_i} \cdot \prod_{i=1}^n \left[ \prod_{j:T_j < T_i} (1 - \Delta\Lambda(T_j)) \right]^{\delta_i + 1 - \delta_i} \cdot \prod_{i=1}^n [(1 - \Delta\Lambda(T_i))]^{1 - \delta_i}$$

2.ifadede

$$\begin{aligned}
& i = 2 \text{ için } (1 - \Delta\Lambda(T_1)) \\
& i = 3 \text{ için } (1 - \Delta\Lambda(T_1)).(1 - \Delta\Lambda(T_2)) \\
& \cdot \\
& \cdot \\
& \cdot \\
& \cdot \\
& i = n \text{ için } (1 - \Delta\Lambda(T_1)).(1 - \Delta\Lambda(T_2)).\dots\dots\dots[1 - \Delta\Lambda(T_{n-1})]
\end{aligned}$$

olur. Bu ifadeyi genellersek;

$$\begin{aligned}
& (1 - \Delta\Lambda(T_1))^{n-1}.(1 - \Delta\Lambda(T_1))^{n-2} \dots\dots\dots(1 - \Delta\Lambda(T_1))^1 \\
& = \prod_{i=1}^{n-1} [1 - \Delta\Lambda(T_i)]^{n-i}
\end{aligned}$$

bulunur.

$$EL(\Lambda) = \prod_{i=1}^{n-1} \left\{ [\Delta\Lambda(T_i)]^{\delta_i} \cdot [1 - \Delta\Lambda(T_i)]^{n-i} \cdot [1 - \Delta\Lambda(T_i)]^{1-\delta_i} \right\} \cdot [\Delta\Lambda(T_n)]^{\delta_n} \cdot [1 - \Delta\Lambda(T_n)]^{1-\delta_n}$$

Burada 4. ve 5. terimler  $i = n$  içindir.

$$= \prod_{i=1}^n \left\{ [\Delta\Lambda(T_i)]^{\delta_i} \cdot [1 - \Delta\Lambda(T_i)]^{n-i+1-\delta_i} \right\} \cdot [\Delta\Lambda(T_n)]^{\delta_n} \cdot [1 - \Delta\Lambda(T_n)]^{1-\delta_n}$$

3. ve 4. terimler  $\Delta\Lambda(T_n) = \delta_n$  olduğu için 1 olur. Sonuç olarak

$$EL(\Lambda) = \prod_{i=1}^n \left\{ [\Delta\Lambda(T_i)]^{\delta_i} \cdot [1 - \Delta\Lambda(T_i)]^{n-i+1-\delta_i} \right\} \text{ olur.}$$

Diğer bir yandan (2.4.23)'teki ikinci ve üçüncü terimleri birleştirirsek olabirliğin yalın halini elde ederiz ve eğer  $\exp[-\Lambda(t)]$  yerine koyarsak olabirliğin Poisson versiyonunu elde ederiz (Asimptotik deneysel olabirlik fonksiyonu, Murphy, 1994).

$$AL(\Lambda) = \prod_{i=1}^n [\Delta\Lambda(T_i)]^{\delta_i} \cdot \exp\{-\Lambda(T_i)\} \tag{2.4.24}$$

Ayrıca Gill (1989) kesikli dağılımlar için olabirlik fonksiyonun farklı dağılımlarıyla ilgili detaylı çalışma yapmıştır. (2.4.24) formülü sadece bir kesikli dağılım olması durumunda sürekli dağılımlar için geçerlidir. Geniş  $n$  için fark, küçük ve göz ardı edilebilirdir.  $AL(\Lambda)$  bütün dağılım fonksiyonları arasında Nelson-Aalen tahmin edicisi

ile maksimize edilir. Analizimizde ilk olarak  $AL$ 'yi basit olduğu için kullanacağız ve  $AL$ 'yi ile  $EL$  arasındaki fark sonra incelenecektir.

Analizimizdeki ilk ve kritik adım (birinci tip) kısıtlamalar altındaki  $AL$ 'yi maksimize eden bir (kesikli) birikimli tehlike fonksiyonu bulmaktır.

$$\int g(t).d\Lambda(t) = \theta \quad (2.4.25)$$

Burada  $g(t)$  bazı moment koşullarını sağlayan verilmiş bir fonksiyon ve  $\theta$  verilmiş bir sabittir. Aslında burada  $\theta$ ,  $g(t)$ 'nin beklenen değeri gibidir:

$$E(g(t)) = \int g(t).d\Lambda(t) = \theta$$

Bir kesikli birikimli tehlike fonksiyonunun sıçramasından önceki işlem tek olmalıdır. Bu olay (2.4.22)'teki ikinci denklemdir. Sınırlama kesikli dağılım fonksiyonundaki “sıçramalar toplamdan bire” kısıtlaması ile benzerdir. Sonuç olarak Nelson-Aalen tahmin edicisi ile oluşturulmuş herhangi kesikli birikimli tehlike fonksiyonu (son gözlemlerde) Nelson-Aalen tahmin edicisi ile aynı sıçramaya sahip olmalıdır.

Bunun ışığında sıçramaların terimlerini (2.4.25) kısıtlamasından yeniden yazalım. Daha kolay olması için sansürlü gözlemlerde hiçbir bağ olmadığını varsayıyoruz. Genellemeyi kaybetmemek için sansürlü gözlemler arasında yalnızca  $T_1 \leq T_2 \leq \dots \leq T_n$  bağının olduğunu varsayıyoruz.

$i = 1, 2, \dots, n$  için  $w_i = \Delta\Lambda(T_i)$  ve  $w_n = \delta_n$  olarak alalım. (2.4.25) kısıtlaması altında herhangi  $\Lambda$  Nelson-Aalen tahmin edicisi ile oluşturulmuş ifade yeniden yazılırsa;

$$\sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \cdot g(T_i) \cdot w_i + g(T_n) \cdot \delta_n = \theta \quad (2.4.26)$$

Benzer şekilde,  $\Lambda$  ifadesinin  $AL$  olabilirliği sıçramanın terimleriyle yeniden yazılarak aşağıdaki ifade elde edilir.

$$AL(\Lambda) = \prod_{i=1}^n [w_i]^{\delta_i} \cdot \exp \left\{ - \sum_{j=1}^i w_j \right\} \quad (2.4.27)$$

Buradaki önemli bir nokta  $\theta$ 'nın kesin değerleri için kısıtlama denkleminin her zaman bir çözümünün olmamasıdır. Açık bir örnek  $g(t) \leq 0$  ve  $\theta > 0$  olmasıdır. Bu sebeple

verilmiş her  $g(t)$  ve örneklem için sadece uygulanabilir kısıtlamalar altında çalışacağız. Bu  $\theta$  değerleri (2.4.26)'daki çözüm setlerinden en az biridir. Bu kısıtlamalar altındaki olabilirlik değerlerinden çözümü olmayanları 0 olarak kabul ediyoruz. Kaliteli bir çözüm olması için  $0 \leq w_i < 1$  olarak almalıyız ( $i=1, 2, \dots, n-1$ ). (2.4.26) kısıtlamaları altındaki  $AL$  ifadesini maksimize etmek için Lagrange çarpan yöntemi kullanılır. Lagrange çarpanı ile bulunmuş kısıtlı maksimizasyonu bulmak için (kısıtlanmamış maksimizasyon Nelson-Aalen tahmin edicisi olarak bilinir) deneysel olabilirlik oranına bakmalıyız.

**Teorem 1:** (2.4.26) kısıtlamasındaki  $\theta$ 'nın uygun değerleri aralık ile verilmiştir:  $\gamma$  ispatın sonunda tanımlanmıştır.

Eğer (2.4.26) kısıtlaması uygun ise; kısıtlamalar altındaki  $AL$ 'nin maksimumundan

$$\begin{aligned} w_i = W_i &= \frac{\delta_i}{(n-i+1) + n\lambda g(T_i)\delta_i} \\ &= \frac{\delta_i}{(n-i+1)} \times \frac{1}{1 + \lambda(\delta_i g(T_i) / ((n-i+1)/n))} \end{aligned} \quad (2.4.28)$$

sırayla denklemin çözümündeki  $\lambda$

$$l(\lambda) = \theta, \quad l(\lambda) \equiv \sum_{i=1}^{n-1} g(T_i) \frac{\delta_i}{(n-i+1)} \times \frac{1}{1 + \lambda(\delta_i g(T_i) / ((n-i+1)/n))} + g(T_n)\delta_n \quad (2.4.29)$$

**İspat:** Öncelikle (2.4.27)  $AL$ 'nin her iki tarafın logaritması alınırsa;

$$\begin{aligned} \log(AL(\Lambda)) &= \sum_{i=1}^{n-1} \left( \delta_i \cdot \log w_i - \sum_{j=1}^i w_j \right) \\ &= \sum_{i=1}^n \delta_i \cdot \log w_i - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^i w_j \quad \text{olur.} \end{aligned}$$

Lagrange çarpanını kullanmak için,  $G$  hedef fonksiyonunu oluşturursak;

$$G = \sum_{i=1}^n \delta_i \cdot \log w_i - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^i w_j + n\lambda \left[ \theta - g(T_n)\delta_n - \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i g(T_i) w_n \right] \quad (*)$$

ve  $i=1, 2, \dots, n-1$  için  $w_i$  değişkenine göre kısmi türev alınırsa;

$$\begin{aligned}\frac{\partial G}{\partial w_i} &= \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{w_i} - \sum_{i=1}^{n-1} (n+1) + n\lambda \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i g(T_i) \\ &= \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i}{w_i} + \frac{\delta_n}{w_n} - \sum_{i=1}^{n-1} (n+1) + n\lambda \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i g(T_i)\end{aligned}$$

( $\delta_n = w_n$  olduğu için oranı 1 gelir.)

$$\begin{aligned}&= \sum_{i=1}^{n-1} \left[ \frac{\delta_i}{w_i} + 1 - (n+1) + n\lambda \delta_i g(T_i) \right] \\ \sum_{i=1}^{n-1} \left[ \frac{\delta_i}{w_i} + 1 - (n+1) + n\lambda \delta_i g(T_i) \right] &= 0 \\ \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i}{w_i} - (n-i+1) + n\lambda \delta_i g(T_i) &= 0 \\ \frac{\delta_i}{w_i} &= (n-i+1) + n\lambda \delta_i g(T_i) \\ W_i &= \frac{\delta_i}{(n-i+1) + n\lambda \delta_i g(T_i)} \\ &= \frac{\delta_i}{(n-i+1)} \times \frac{1}{1 + \lambda (\delta_i g(T_i) / ((n-i+1)/n))} \\ &= \Delta \Lambda_{MA}(T_i) \frac{1}{1 + \lambda (\delta_i g(T_i) / ((n-i+1)/n))}\end{aligned}$$

$i = 1, 2, \dots, n-1$  için bulunur.

$$\left( NA = \frac{\delta_i}{R_i} = \frac{\delta_i}{I[X_i < c]} \text{ NA:Nelson-Aalen tahmin edicisi} \right)$$

$$(*) \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^i w_j \right) \text{ ifadesinde } \sum_{i=1}^n w_1 + w_2 + \dots + w_i$$

$$\begin{aligned}
&= w_1 \\
&= w_1 + w_2 \\
&= w_1 + w_2 + w_3 \\
&\cdot \\
&\cdot \\
&\cdot \\
&= w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_{n-1} \\
&= w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_{n-1} + w_n
\end{aligned}$$

$$\sum_{i=1}^n w_1 + w_2 + \dots + w_i + w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_{n-1} + w_n = \sum_{i=1}^n (n-i+1)w_i$$

(2.4.26) kısıtlamasını sağlayan  $\gamma$  için,  $W_i$  ifadesini (2.4.26)'da yerine koyarsak  $\gamma$ 'nın denklemin bir çözümü olarak elde edildiğini görebiliriz.

$$l(\lambda) \equiv \sum_{i=1}^{n-1} g(T_i) \frac{\delta_i}{(n-i+1)} \frac{1}{1 + \lambda(\delta_i g(T_i) / ((n-i+1)/n))} + g(T_n) \delta_n = \theta$$

$l(\lambda)$  fonksiyonu  $\mathcal{L}$ 'da monoton azalan ve sürekli fonksiyondur,  $\mathcal{L}$ 'ya göre  $l(\lambda)$ 'nın bir türevi alınarak bu kanıtlanabilir. Diğer bir yandan uygun  $\lambda$  değeri bir kesikli birikimli tehlike fonksiyonunun uygun sıçramalarındaki (2.4.28)'da  $w_i$ 'de sonuçlanmalıdır ve  $\lambda$ , 0 ile 1 arasında sınırlandırılmalıdır. Bu kısıtlama bize  $\mathcal{L}$ 'ya uygun  $\gamma$  aralığını verir. Bütün maksimum ve minimum tanımlar  $\{i : 1 \leq i \leq n-1, \delta_i = 1 \text{ ve } g(T_i) \neq 0\}$  buradan alınır ve eğer herhangi ekstra kısıtlama varsa bunu her durum için özelleştirmeliyiz.

**Durum 1:**  $\min g(T_i) > 0$  ise;

$$\mathcal{J} = \left( \max \frac{i-n}{ng(T_i)}, \infty \right) := (\underline{\lambda}, \infty)$$

**Durum 2:**  $\min g(T_i) < 0$  ise;

$$\mathcal{J} = \left( -\infty, \min \frac{i-n}{ng(T_i)} \right) := (-\infty, \bar{\lambda})$$

**Durum 3:**  $\max g(T_i) > 0 > \min g(T_i)$  ise;

$$\mathcal{J} = \left( \max_{g(T_i) > 0} \frac{i-n}{ng(T_i)}, \min_{g(T_i) < 0} \frac{i-n}{ng(T_i)} \right) := (\underline{\lambda}, \bar{\lambda})$$

$l(\cdot)$  fonksiyonu monoton ve sürekli olduğundan,  $\theta$  değerine karşılık gelen aralık (2.4.29) denklemini aşağıdaki gibi uygulanabilir yapar (Gerçek bir birikimli tehlike

fonksiyonuna sahip çözüm seti olur). Bu  $\theta$  değerleri (2.4.26) kısıtlamasına da uygun olur.

**Durum 1:**

$$\mathcal{U} = \left( g(T_n)\delta_n, \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i g(T_i)}{(n-i+1) + n\lambda g(T_i)} + g(T_n)\delta_n \right)$$

**Durum 2:**

$$\mathcal{U} = \left( \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i g(T_i)}{(n-i+1) + n\lambda g(T_i)} + g(T_n)\delta_n, g(T_n)\delta_n \right).$$

**Durum 3:**

$$\mathcal{U} = \left( \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i g(T_i)}{(n-i+1) + n\lambda g(T_i)} + g(T_n)\delta_n, \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i g(T_i)}{(n-i+1) + n\lambda g(T_i)} + g(T_n)\delta_n \right)$$

#### 2.4.3.1.2. Asimptotik Özellikler

(2.4.25) kısıtlaması altındaki deneysel olabilirlik karakterli geniş örneklemli çalışabiliriz. İlk önce, (2.4.29)'un  $\lambda$  çözümünün geniş örneklem karakterli lemmasını verelim.

**Lemma 1:**  $g(t)$  soldan sürekli bir fonksiyon olsun ve

$$0 < \int \frac{|g(x)|^m d\Lambda_0(x)}{(1-F_0(x))(1-G_0(x))} < \infty, \quad m=1,2.$$

$\theta_0 = \int g(t)d\Lambda_0(t)$   $n \rightarrow \infty$  olduğunda olasılıksal olarak 1'e yaklaşmaya uygundur ve

$\theta = \theta_0$  ile (2.4.29)  $\lambda$  çözümü

$$n\lambda^2 \xrightarrow{\mathcal{P}} \chi^2_{(1)} \left( \int \frac{g^2(x)d\Lambda_0(x)}{(1-F_0(x))(1-G_0(x))} \right)^{-1} \quad n \rightarrow \infty \text{ olduğunda.}$$

**İspat:** Bakınız Ekler. Lemma A3, A4.

Şimdi (2.4.26) kısıtlamaları için tehlikenin terimlerinde deneysel olabilirlik oranını tanımlayalım.

$$\mathcal{A}LR(\theta) = \frac{\sup \{ AL(\Lambda) | \Lambda \ll \hat{\Lambda}_{NA}, \text{ ve } \Lambda \text{ (2.4.26) kısıtlamasına sahip} \}}{AL(\hat{\Lambda}_{NA})}$$

Teorem 1 ile kısıtlamalar uygun olduğunda tanımlı  $W_i$  kullanılarak ve  $\hat{\Lambda}_{NA}$ 'nın bilinen özellikleri  $\hat{\Lambda}_{NA} = \frac{\delta_i}{(n-i+1)}$  ile  $\mathcal{A}LR(\theta)$  bulunabilir.

**Teorem 2:**  $(T_1, \delta_1), (T_2, \delta_2), \dots, (T_n, \delta_n)$  (2.4.18)'de tanımlı  $n$  çiftli rasgele değişkenler olsun.  $g$  soldan sürekli bir fonksiyon ve

$$0 < \int \frac{|g(x)|^m}{(1-F_0(x))(1-G_0(x))} d\Lambda_0(x) < \infty, \quad m=1, 2.$$

O zaman,  $\theta_0 = \int g(t)d\Lambda_0(t)$   $n \rightarrow \infty$  için uygun bir değer olabilir ve

$$-2 \log \mathcal{A}LR(\theta_0) \xrightarrow{\varphi} \chi^2_{(1)} \quad n \rightarrow \infty \text{ için.}$$

**İspat:** Lemma 1'e bakarak,  $-2 \log \mathcal{A}LR(\theta_0) \xrightarrow{\varphi} \chi^2_{(1)}$   $n \rightarrow \infty$  için olduğunu kanıtlamalı ve en son

$$Z_i = g(T_i) \delta_i \frac{1}{(n-i+1)/n}, \quad i=1, 2, \dots, n. \quad (2.4.30)$$

olduğunu göstermeliyiz.

$T_1 < T_2 < \dots < T_n$  için  $w_i = \Delta\Lambda(T_i)$ ,  $i=1, 2, \dots, n$  için. Tamamen kesikli durumda  $F$  dağılım fonksiyonu ile  $\Lambda$  birikimli tehlike fonksiyonu arasındaki ilişkiden

$$\Delta\Lambda(T_i) = \frac{\Delta F(T_i)}{1-F(T_i^-)} \quad i=1, 2, \dots, n. \text{ için.}$$

Buradan, eğer gözlem sansürlü veya gözlemlerden biri sansürsüz ise;  $\Delta\Lambda(T_n)$  birikimli tehlike fonksiyonunun 0 olması gerektiğini anlarız. Bu yüzden  $\Lambda < \hat{\Lambda}_{NA}$  ile herhangi birikimli tehlike fonksiyonu için  $\Lambda$ 'nın son sıçraması

$$w_n = \Delta\Lambda(T_n) = \delta_n = \Delta\hat{\Lambda}_{NA}(T_n) \text{ olur.}$$

$$\lambda = \frac{\max L_0}{\max L_1} = \frac{AL(\Lambda_{NA})}{AL(\hat{\Lambda}_{NA})}$$

( $\hat{\Lambda}_{NA}$  : Lagrange çarpan yöntemi ile bulunan en iyi tahmin edici)

$$\begin{aligned} \mathcal{ALR}(\theta) &= \frac{\prod_{i=1}^n \left[ \Delta\Lambda_{NA}(T_i) \frac{1}{1+\lambda Z_i} \right]^{\delta_i} \exp \left\{ -\sum_{i=1}^{n-1} (n-i+1) \frac{\Delta\Lambda_{NA}(T_i)}{1+\lambda Z_i} + \Delta\Lambda_{NA}(T_n) \right\}}{\prod_{i=1}^n \left[ \Delta\Lambda_{NA}(T_i) \right]^{\delta_i} \exp \left\{ -\sum_{i=1}^n (n-i+1) \Delta\Lambda_{NA}(T_i) \right\}} \\ -2 \log \mathcal{ALR}(\theta) &= -2 \left\{ \begin{aligned} &\log \left[ \prod_{i=1}^n \left( \Delta\Lambda_{NA}(T_i) \frac{1}{1+\lambda Z_i} \right)^{\delta_i} \cdot \exp \left\{ -\sum_{i=1}^{n-1} (n-i+1) \frac{\Delta\Lambda_{NA}(T_i)}{1+\lambda Z_i} + \Delta\Lambda_{NA}(T_n) \right\} \right] \\ &- \log \left[ \prod_{i=1}^n \left( \Delta\Lambda_{NA}(T_i) \right)^{\delta_i} \cdot \exp \left\{ -\sum_{i=1}^n (n-i+1) \Delta\Lambda_{NA}(T_i) \right\} \right] \end{aligned} \right\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 2 \left[ \sum_{i=1}^n \delta_i \cdot \log \Delta\Lambda_{NA}(T_i) - \sum_{i=1}^n (n-i+1) \Delta\Lambda_{NA}(T_i) \right] \\ &\quad - 2 \left[ \sum_{i=1}^n \delta_i \cdot \log \Delta\Lambda_{NA}(T_i) - \sum_{i=1}^n \delta_i \cdot \log(1+\lambda Z_i) - \left( \sum_{i=1}^{n-1} (n-i+1) \frac{\Delta\Lambda_{NA}(T_i)}{1+\lambda Z_i} + \Delta\Lambda_{NA}(T_n) \right) \right] \\ &= 2 \left[ \sum_{i=1}^n \delta_i \cdot \log \Delta\Lambda_{NA}(T_i) - \sum_{i=1}^n (n-i+1) \Delta\Lambda_{NA}(T_i) \right] - 2 \left[ \sum_{i=1}^n \delta_i \cdot \log \Delta\Lambda_{NA}(T_i) \right] \\ &\quad + 2 \left[ \sum_{i=1}^n \delta_i \cdot \log(1+\lambda Z_i) + \sum_{i=1}^{n-1} (n-i+1) \frac{\Delta\Lambda_{NA}(T_i)}{1+\lambda Z_i} + \Delta\Lambda_{NA}(T_n) \right] \\ &\left( \Lambda_{NA}(T_i) = \frac{\delta_i}{(n-i+1)} \text{ eşitliği yerine yazılırsa} \right) \end{aligned}$$

$$= -2 \sum_{i=1}^n (n-i+1) \cdot \frac{\delta_i}{(n-i+1)} + 2 \sum_{i=1}^n \delta_i \cdot \log(1+\lambda Z_i) + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i}{1+\lambda Z_i} + 2\delta_n$$

$$\left( \frac{\delta_i}{1+\lambda Z_i} = \delta_i - \frac{\delta_i \lambda Z_i}{1+\lambda Z_i} \text{ eşitliği yerine yazılırsa} \right)$$

$$= -2 \sum_{i=1}^n (n-i+1) \cdot \frac{\delta_i}{(n-i+1)} + 2 \sum_{i=1}^n \delta_i \cdot \log(1+\lambda Z_i) + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i - 2 \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i \lambda Z_i}{1+\lambda Z_i} + 2\delta_n$$

$$= -2 \sum_{i=1}^n \delta_i + 2 \sum_{i=1}^n \delta_i \cdot \log(1+\lambda Z_i) + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i - 2 \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i \lambda Z_i}{1+\lambda Z_i} + 2\delta_n$$

$$\begin{aligned}
& \left( \begin{array}{l} \frac{\delta_i \lambda Z_i}{1 + \lambda Z_i} = \delta_i \lambda Z_i - \frac{\delta_i \lambda^2 Z_i^2}{1 + \lambda Z_i} \\ -2 \sum_{i=1}^n \delta_i = -2 \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i - 2\delta_n \quad \text{eşitlikleri yerine yazılırsa} \end{array} \right) \\
& = -2 \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i - 2\delta_n + 2 \sum_{i=1}^n \delta_i \cdot \log(1 + \lambda Z_i) + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i - 2 \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \lambda Z_i + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i \lambda^2 Z_i^2}{1 + \lambda Z_i} + 2\delta_n \\
& = 2 \sum_{i=1}^n \delta_i \cdot \log(1 + \lambda Z_i) - 2 \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \lambda Z_i + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i \lambda^2 Z_i^2}{1 + \lambda Z_i} \tag{2.4.31}
\end{aligned}$$

ve Lemma A1'den  $\max_{1 \leq i \leq n} |\lambda Z_i| = \lambda \cdot \max_{1 \leq i \leq n} |Z_i|$

$$= O_p(n^{-\frac{1}{2}}) \cdot \max_{1 \leq i \leq n} |Z_i|$$

ve Lemma A2'den  $h = \frac{g}{(1-F)(1-G)}$  ve Zhou (1991)'den

$$Z_i = \frac{g(T_i) \delta_i}{(n-i+1)/n}$$

$$\begin{aligned}
\max_{1 \leq i \leq n} |Z_i| & \leq \max \frac{\delta_i \cdot |g(T_i)|}{(1-F_0(T_i))(1-G_0(T_i))} \times \max \frac{(1-F_0(T_i))(1-G_0(T_i))}{(n-i+1)/n} \\
& = o_p(n^{\frac{1}{2}}) \cdot O_p(1) = o_p(n^{\frac{1}{2}}) \tag{2.4.32}
\end{aligned}$$

olur.

Buradan,  $\max_{1 \leq i \leq n-1} |\lambda Z_i| = O_p(n^{-\frac{1}{2}}) \cdot o_p(n^{\frac{1}{2}}) = o_p(1)$  olduğundan ve,

$$-\ln(1-x) = x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} + \frac{x^4}{4} + \dots$$

$$\ln(1-x) = -x - \frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} - \dots$$

alınır ve bu  $\log(1 + \lambda Z_i)$ 'ye uygulanırsa,

$$\begin{aligned}
\log(1 + \lambda Z_i) & = \log(1 - (-\lambda Z_i)) \\
& = -(-\lambda Z_i) - \frac{(-\lambda Z_i)^2}{2} - \frac{(-\lambda Z_i)^3}{3} - \dots
\end{aligned}$$

$$= \lambda Z_i - \frac{\lambda^2 Z_i^2}{2} + \frac{\lambda^3 Z_i^3}{3} \quad \text{olur ve } O_p(\lambda^3) = \frac{\lambda^3}{3} \text{ alınır}$$

$$\log(1 + \lambda Z_i) = \lambda Z_i - \frac{1}{2} \lambda^2 Z_i^2 + O_p(\lambda^3) Z_i^3 \quad (2.4.33)$$

ifadesi elde edilir.

$$-2 \log \mathcal{LR}(\theta_0) = 2 \sum_{i=1}^n \delta_i \cdot \log(1 + \lambda Z_i) - 2 \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \lambda Z_i + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i \lambda^2 Z_i^2}{1 + \lambda Z_i}$$

ifadesinde (2.4.33)'ü  $-2 \log \mathcal{LR}(\theta_0)$ 'da yerine koyarsak,

$$\begin{aligned} &= 2 \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \left[ \lambda Z_i - \frac{1}{2} \lambda^2 Z_i^2 + O_p(\lambda^3) Z_i^3 \right] - 2 \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \lambda Z_i + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i \lambda^2 Z_i^2}{1 + \lambda Z_i} \\ &= 2 \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \lambda Z_i - \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \lambda^2 Z_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} O_p(\lambda^3) Z_i^3 - 2 \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \lambda Z_i + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i \lambda^2 Z_i^2}{1 + \lambda Z_i} \\ &\left( \frac{\lambda^2 Z_i^2}{1 + \lambda Z_i} = \lambda^2 Z_i^2 - \frac{\lambda^3 Z_i^3}{1 + \lambda Z_i} \text{ eşitliği yerine yazılırsa} \right) \\ &= - \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \lambda^2 Z_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} O_p(\lambda^3) Z_i^3 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \lambda^2 Z_i^2 - 2 \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i \lambda^3 Z_i^3}{1 + \lambda Z_i} \\ &= \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \lambda^2 Z_i^2 + 2 O_p(\lambda^3) \sum_{i=1}^{n-1} Z_i^3 - 2 \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i \lambda^3 Z_i^3}{1 + \lambda Z_i} \\ &= n \lambda^2 \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i Z_i^2 + 2 O_p(\lambda^3) \sum_{i=1}^{n-1} Z_i^3 - 2 \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i \lambda^3 Z_i^3}{1 + \lambda Z_i} \end{aligned} \quad (2.4.34)$$

ve Lemma A3 ve (2.4.32) ile

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i Z_i^2 &= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} Z_i^2 = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i^2 \\ &= \int \frac{g^2(x) d\Lambda_0(x)}{(1 - F_0(x))(1 - G_0(x))} < \infty \end{aligned}$$

olasılıkta yakınsama kuralından, aşağıdaki terimler  $n \rightarrow \infty$  için 0'a yakınsadığından ihmal edilebilir.  $n \rightarrow \infty$  için

$$(i) \left| O_p(\lambda^3) \sum_{i=1}^{n-1} Z_i^3 \right| \leq \left| O_p(n^{-\frac{1}{2}}) \right| \left| o_p(n^{\frac{1}{2}}) \right| \times \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i^2 = o_p(1)$$

$$(ii) 2 \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i \lambda^3 Z_i^3}{1 + \lambda Z_i} = 2 \lambda^3 \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i Z_i^3}{1 + \lambda Z_i} = 2 \lambda^3 \sum_{i=1}^{n-1} \frac{Z_i^3}{1 + \lambda Z_i}$$

$$\begin{aligned}
&\leq 2\lambda^2 \cdot \frac{\lambda}{1 + \lambda \max |Z_i|} \cdot \max |Z_i| \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i^2 \\
&= o_p(1) \cdot O_p(n^{-\frac{1}{2}}) \cdot o_p(n^{\frac{1}{2}}) \\
&= o_p(1)
\end{aligned}$$

ve ayrıca,

$$n\lambda^2 \xrightarrow{\wp} \chi^2_{(1)} \left( \int \frac{g^2(x) d\Lambda_0(x)}{(1-F_0(x))(1-G_0(x))} \right)^{-1}$$

Slutsky teoremi ile

$$-2 \log \mathcal{ALR}(\theta_0) \xrightarrow{\wp} \chi^2_{(1)} \quad n \rightarrow \infty \text{ için olur (Pan ve Zhou, 2002).}$$

#### 2.4.3.1.3. Olabilirliğin İki Versiyonunun Kıyası

(2.4.23) ve (2.4.24)'de tanımlı  $EL$  ve  $AL$  olabilirliğin iki versiyonu arasındaki farklılıkları inceleyelim. Teorem 2'de  $AL$  ile  $EL$ 'nin yerini değiştiresek ve her şey aynı kalsa  $-2 \log \mathcal{ELR}(\theta_0)$  olabilirlik oran istatistiği hala  $\chi^2_{(1)}$ 'ye yakınsar.

$$\mathcal{ELR}(\theta) = \frac{EL(\Lambda^*)}{EL(\Lambda_{NA})}$$

$\Lambda^*$  Teorem 1'de tanımlı  $W_i$  sıçraması ile verilmiştir.

**Teorem 3:** Teorem 2'deki bütün şartların sağlandığını varsayalım. O zaman,

$$-2 \log \mathcal{ELR}(\theta_0) \xrightarrow{\wp} \chi^2_{(1)} \quad n \rightarrow \infty \text{ için.}$$

**İspat:** İki olabilirlik oran istatistiğinin olasılıkta farklarının 0'a gitmesi açısından asimptotik olarak denktir.

(2.4.31) ile (2.4.30)'de tanımlı  $Z_i$  ile

$$Z_i = \delta_i \cdot g(T_i) \cdot \frac{1}{(n-i+1)/n} \quad i = 1, 2, \dots, n. \text{ için.}$$

$$-2\log \mathcal{A}LR(\theta_0) = 2\sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \cdot \log(1 + \lambda Z_i) - 2\sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i \lambda Z_i}{1 + \lambda Z_i} \quad \text{idi.}$$

$$\mathcal{E}LR(\theta) = \frac{EL(\Lambda^*)}{EL(\Lambda_{NA})} \quad \text{ve} \quad \Lambda^* = \Delta\Lambda_{NA} \cdot \frac{1}{1 + \lambda Z_i}$$

$$\begin{aligned} -2\log \mathcal{E}LR(\theta_0) &= -2\log \left[ \frac{\prod_{i=1}^{n-1} \left[ \Delta\Lambda_{NA}(T_i) \frac{1}{1 + \lambda Z_i} \right]^{\delta_i} \left[ 1 - \Delta\Lambda_{NA}(T_i) \frac{1}{1 + \lambda Z_i} \right]^{n-i+1-\delta_i}}{\prod_{i=1}^{n-1} \left[ \Delta\Lambda_{NA}(T_i) \right]^{\delta_i} \cdot \left[ 1 - \Delta\Lambda_{NA}(T_i) \right]^{n-i+1-\delta_i}} \right] \\ &= -2 \left[ \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \cdot \log(\Delta\Lambda_{NA}(T_i)) - \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \cdot \log(1 + \lambda Z_i) + \sum_{i=1}^{n-1} (n-i+1-\delta_i) \log\left(1 - \frac{\Delta\Lambda_{NA}(T_i)}{1 + \lambda Z_i}\right) \right. \\ &\quad \left. - \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \cdot \log(\Delta\Lambda_{NA}(T_i)) - \sum_{i=1}^{n-1} (n-i+1-\delta_i) \log(1 - \Delta\Lambda_{NA}(T_i)) \right] \\ &= -2\log \mathcal{E}LR(\theta_0) = 2\sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \cdot \log(1 + \lambda Z_i) + 2\sum_{i=1}^{n-1} (n-i+1-\delta_i) \cdot \log(1 - \Delta\Lambda_{NA}(T_i)) \\ &\quad - 2\sum_{i=1}^{n-1} (n-i+1-\delta_i) \cdot \log\left(1 - \frac{\Delta\Lambda_{NA}(T_i)}{1 + \lambda Z_i}\right) \end{aligned} \quad (2.4.35)$$

Lagrange kalan teoremi Taylor açılımı ile,  $|x - x_0| = o_p(1)$  olduğunda,

$$\log(x) = \log x_0 + \frac{1}{x_0} (x - x_0) + \frac{1}{2} \left( -\frac{1}{x_0^2} \right) \eta^2 \quad \text{ve} \quad |\eta| \leq x - x_0 \quad \text{olduğunda.}$$

$$\left( 1 - \Delta\Lambda_{NA}(T_i) \frac{1}{1 + \lambda Z_i} \right) = \log\left(1 - \Delta\Lambda_{NA}(T_i) + \Delta\Lambda_{NA}(T_i) \frac{\lambda Z_i}{1 + \lambda Z_i}\right) \quad \text{ve}$$

$$\left| \Delta\Lambda_{NA}(T_i) \frac{\lambda Z_i}{1 + \lambda Z_i} \right| = o_p(1) \quad \text{eşitlikleri kullanılırsa,}$$

$$x = 1 - \Delta\Lambda_{NA}(T_i) \frac{1}{1 + \lambda Z_i} \quad \text{ve} \quad x_0 = 1 - \Delta\Lambda_{NA}(T_i) \quad \text{seçilip yerine yazılırsa;}$$

$$\begin{aligned} \log\left(1 - \Delta\Lambda_{NA}(T_i) \frac{1}{1 + \lambda Z_i}\right) &= \log(1 - \Delta\Lambda_{NA}(T_i)) + \frac{1}{1 - \Delta\Lambda_{NA}(T_i)} \Delta\Lambda_{NA}(T_i) \cdot \frac{\lambda Z_i}{1 + \lambda Z_i} \\ &\quad + \frac{1}{2} \left( -\frac{1}{(1 - \Delta\Lambda_{NA}(T_i))^2} \right) \left( \Delta\Lambda_{NA}(T_i) \right)^2 \cdot \eta_i^2 \\ &= \log\left(1 - \Delta\Lambda_{NA}(T_i)\right) + \frac{\Delta\Lambda_{NA}(T_i)}{1 - \Delta\Lambda_{NA}(T_i)} \frac{\lambda Z_i}{1 + \lambda Z_i} - \frac{1}{2} \left( \frac{\Delta\Lambda_{NA}(T_i)}{1 - \Delta\Lambda_{NA}(T_i)} \right)^2 \eta_i^2 \end{aligned}$$

$|\eta_i^2| \leq \left| \frac{\lambda Z_i}{1 + \lambda Z_i} \right|$  olduğunda.

$$\left( \Delta\Lambda_{NA}(T_i) = \frac{\delta_i}{(n-i+1)} \text{ ve } \frac{\Delta\Lambda_{NA}(T_i)}{1 - \Delta\Lambda_{NA}(T_i)} = \frac{\frac{\delta_i}{(n-i+1)}}{1 - \frac{\delta_i}{(n-i+1)}} = \frac{\delta_i}{n-i+1-\delta_i} \right)$$

$$= \log\left(1 - \Delta\Lambda_{NA}(T_i)\right) + \frac{\delta_i}{n-i+1-\delta_i} \frac{\lambda Z_i}{1 + \lambda Z_i} - \left(\frac{\delta_i}{n-i+1-\delta_i}\right)^2 \eta_i^2$$

Yani aşağıdaki ifade elde edilir.

$$\log\left(1 - \Delta\Lambda_{NA}(T_i) \frac{1}{1 + \lambda Z_i}\right) = \log\left(1 - \Delta\Lambda_{NA}(T_i)\right) + \frac{\delta_i}{n-i+1-\delta_i} \frac{\lambda Z_i}{1 + \lambda Z_i} - \left(\frac{\delta_i}{n-i+1-\delta_i}\right)^2 \eta_i^2$$

Bu ifade (2.4.35)'de yerine yazılırsa;

$$\begin{aligned} -2 \log \mathcal{ELR}(\theta_0) &= 2 \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \cdot \log(1 + \lambda Z_i) + 2 \sum_{i=1}^{n-1} (n-i+1-\delta_i) \cdot \left[1 - \Delta\Lambda_{NA}(T_i)\right] \\ &\quad - 2 \sum_{i=1}^{n-1} (n-i+1-\delta_i) \cdot \left[ \log(1 - \Delta\Lambda_{NA}(T_i)) + \frac{\delta_i}{n-i+1-\delta_i} \frac{\lambda Z_i}{1 + \lambda Z_i} - \left(\frac{\delta_i}{n-i+1-\delta_i}\right)^2 \eta_i^2 \right] \\ &= 2 \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \cdot \log(1 + \lambda Z_i) + 2 \sum_{i=1}^{n-1} (n-i+1-\delta_i) \cdot \left[1 - \Delta\Lambda_{NA}(T_i)\right] - 2 \sum_{i=1}^{n-1} (n-i+1-\delta_i) \cdot \log(1 - \Delta\Lambda_{NA}(T_i)) \\ &\quad - 2 \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \frac{\lambda Z_i}{1 + \lambda Z_i} + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i^2}{n-i+1-\delta_i} \eta_i^2 \\ &= 2 \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \cdot \log(1 + \lambda Z_i) - 2 \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \frac{\lambda Z_i}{1 + \lambda Z_i} + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i^2}{n-i+1-\delta_i} \eta_i^2 \quad (\delta_i^2 = 1 \text{ alınırsa}) \\ -2 \log \mathcal{ELR}(\theta_0) &= 2 \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \cdot \log(1 + \lambda Z_i) - 2 \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \frac{\lambda Z_i}{1 + \lambda Z_i} + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \frac{1}{n-i+1-\delta_i} \eta_i^2 \quad \text{ve} \\ -2 \log \mathcal{ALR}(\theta_0) &= 2 \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \cdot \log(1 + \lambda Z_i) - 2 \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i \lambda Z_i}{1 + \lambda Z_i} \text{ olduğu kullanılırsa;} \\ -2 \log \mathcal{ELR}(\theta_0) + 2 \log \mathcal{ALR}(\theta_0) &= 2 \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\eta_i^2}{n-i+1-\delta_i} \text{ olur (Pan ve Zhou, 2002).} \\ 0 \leq \sum_{i=1}^{n-1} \eta_i^2 \frac{1}{n-i+1-\delta_i} &\leq \lambda^2 \sum_{i=1}^{n-1} \frac{Z_i^2}{n-i+1-\delta_i} \end{aligned}$$

Lemma A1 ve A3'ten

$$n\lambda^2 \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} \frac{Z_i^2}{n-i+1-\delta_i} = O_p(1) \cdot o_p(1) = o_p(1)$$

olduğundan

$$-2 \log \mathcal{ELR}(\theta_0) + 2 \log \mathcal{ALR}(\theta_0) \xrightarrow{p} 0 \quad n \rightarrow \infty \text{ için.}$$

Teorem 2'den

$$n \rightarrow \infty \text{ için, } -2 \log \mathcal{ELR}(\theta_0) \xrightarrow{p} \chi^2_{(1)} \text{ olur.}$$

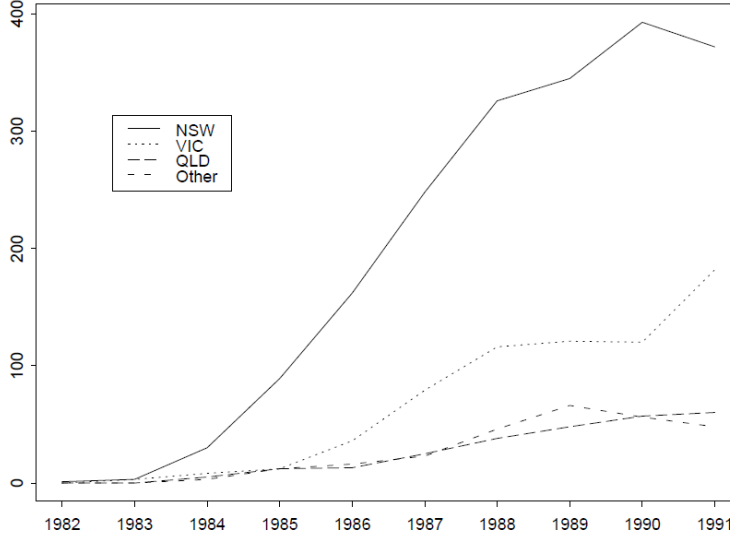
### 3. UYGULAMA

Sağkalım fonksiyon parametrelerinin deneysel olabirlik fonksiyonu ile tahmin edilmesi yöntemiyle ilgili sağdan sansürlü iki gerçek veri üzerinde uygulaması yapılmıştır. Uygulamalarda kullanılan veriye ait bilgiler ve R programındaki sonuçlar verilmiştir.

#### 3.1. Uygulama 1 (Avustralyalı AIDS Hastaları)

Avustralya Sidney'de bulunan Ulusal HIV Epidemiyolojisi ve Klinik Araştırma Merkezi, 30 Haziran 1991- 31 Ocak 1992 yılları arasında daha önceden hastalık teşhisi konmuş 2843 AIDS hastası üzerinde bu çalışmayı yürütmüştür. İlk vaka Aralık 1982'de teşhis edilmiş olup, çalışmanın sonunda 2843 hastadan 1783'ü ölmüştür. Veri seti EK-Tablo 1'de verilmiştir (Ripley ve Solomon).

HIV Salgını Avustralya'nın en büyük eyaleti olan Yeni Güney Galler'den (New South Wales) başlayıp ikinci büyük eyaleti olan Victoria'ya yayılmıştır. Queensland eyaleti ve diğer bölgelerde de yayılmaya devam etmiştir. Avustralya'daki salgında önemli bölgesel farklılıklar vardır. Avustralya'da diğer batılı ülkelerle kıyaslandığında bu risk grubunda nispeten az sayıda vaka olmuştur. En büyük üç Avustralya eyaleti ve geri kalanı için hastalığa yakalanan birey sayısı Şekil 3.1'de verilmiştir.



**Şekil 3.1** *Avustralya’da Eyaletlere Göre Dağılımı Verilen Yıllık Hastalığa Yakalan Birey Sayısı*

29 hastaya ölümünden sonra AIDS teşhisi konulmuştur. Bu sebeple sağkalım süresi 0 olan hastalar vardır. Bu vakaların çoğu salgının başında henüz AIDS yokken olmuştur. Vakaların 22 tanesi homoseksüel/biseksüel erkek olup, 6 tanesi kan transfüzyonu veya enfeksiyonu kapmış, 1 vaka annesi enfekte olan bebektir.

AIDS Avustralya’nın tüm eyalet ve bölgelerinde bildirim zorunlu olan bir hastalıktır. Bu nedenle verilerin diğer ülkelerle kıyaslandığında eksiksiz olduğu kabul edilmektedir. AIDS vakalarının ölümlerinin bildiriminde gecikmeler olduğu için çalışmanın bitiş noktası altı ay olarak alınmıştır.

Sağkalım süresi, AIDS teşhisi konması ile teşhis arasında geçen gün, ölüm veya çalışmanın bittiği tarih olan 30 Haziran 1991 arasından hangisi daha erken ise o seçilerek hesaplanan gün sayısıdır. Ortak değişkenler cinsiyet, hastalık teşhisinin konulduğu yaş, bildirilen bulaşma kategorisi, teşhisin yapıldığı eyalet ya da bölgedir. Değişkenler aşağıdaki gibidir.

**-state or Territory of diagnosis:** Teşhis konulan eyalet ya da bölge

Avustralya başkent bölgesi Yeni Güney Galler’de (NSW) küçük bir yerleşim bölgesidir ve yapılan araştırmada NSW ile Avustralya başkent bölgesi birleştirilmiştir.

**NSW:** Yeni Güney Galler ve Avustralya başkent bölgesi (New South Wales and Australian Capital Territory)

**VIC:** Victoria

**QLD:** Queensland

**WA:** Batı Avustralya (Western Australia)

**SA:** Güney Avustralya (South Australia)

**TAS:** Tazmany (Tasmania)

**NT:** Kuzey Toprakları (Northern Territory)

**-sex:** Cinsiyet

F: kadın (female)

M: erkek (male)

**-diag:** teşhis konulana kadar geçen gün sayısı

**-death:** ölüme kadar geçen gün sayısı

**-status:** durum

A: sağ

D: ölü

**-T.categ**

Hastalığın bulaşma kategorileri

**hs:** homoseksüel erkek ya da biseksüel cinsel temas (male homosexual or bisexual contact)

**hsid:** hs olan ve damar yoluyla uyuşturucu madde kullanan (as **hs** and also intravenous drug user)

**id:** kadın ya da damar yoluyla uyuşturucu madde kullanan heteroseksüel erkek (female or heterosexual male intravenous drug user)

**het:** heteroseksüel cinsel temas (heterosexual contact)

**haem:** hemofili ya da kan pıhtılaşması hastalığı olan (haemophilia or coagulation disorder)

**blood:** kan, kan bileşenleri ya da doku alımı (receipt of blood, blood components or tissue)

**mother:** HIV enfeksiyonu olan ya da bulaşma riski taşıyan anne (mother with or at risk of HIV infection)

**other:** diğer ya da bilinmeyen.

**-Age:** teşhis konulan yaş

Yapılan çalışmada sağdan sansürlü veriler için deneysel olabilirlik yönteminde Avustralyalı AIDS hastalarının verisi kullanılmıştır (Venables ve Ripley, 1994). Datadan sadece Yeni Güney Galler eyaletinden olan 1780 kişiyi alıp diğer değişkenler göz ardı edilmiştir.

Gösterge fonksiyonu olarak medyan ele alınmıştır. Medyan, deneysel olabirlikte kesikli dağılımlar için tam olarak tanımlı olmadığından küçük örneklem boyutları için bazı değişiklikler gerekli olur. Ancak bu değişiklikler büyük örneklemelerde göz ardı edilebilir. AIDS verileri gözlemle ilgili pek çok bağa sahiptir. Ardışık gözlemlerdeki küçük bağlar (0.00001) ihmal edilmiştir. AIDS hastalarının sürekli rasgele değişkene sahip sağkalım zamanı olduğunu varsayılmıştır. Bu yüzden  $F_0$  dağılımı sürekli ve  $F_0$  için medyan kesin olarak tanımlıdır.  $g(t, 0) = I_{[t \leq \theta]}$  ve  $\int g(t, 0) d\Lambda(t) = \log 2$  kısıtlaması alınmıştır.

Burada  $H_0 = K = \log 2$  ve  $\theta = 0$  için

$$-\log 2 = -\log(1 - F(t))$$

$$1 - F(t) = 2$$

$$F(t) = -1 \text{ olur.}$$

Sağkalım verisi için %95 güven aralığı (434.0004, 491.9996) olarak bulunur.

### 3.2. Uygulama 2 (Solid Tümörlü Hastalar)

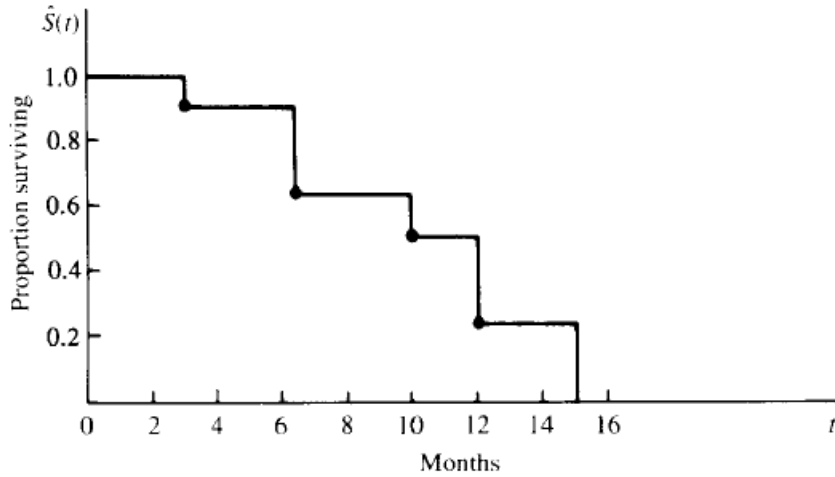
Solid tümörlü 10 hastanın hastalığının gerileme süresini incelenmiştir. Altı hastanın hastalığının nüksetme süreleri 3.0, 6.5, 6.5, 10, 12 ve 15. aylar, bir hasta gözetim altındayken 8.4 ayında kayıp verilmiştir. Üç hasta çalışmadan sonraki 4.0, 5.7 ve 10. aylarda hala hastalığının gerileme sürecindedir. Sağkalım süreleri Tablo 3.1'de gösterilmiştir (Lee, 1992).

$\hat{S}(t)$  için medyan değeri tablodan da görüldüğü gibi  $m = 9.8$  aylardır. Sağkalım fonksiyonu Şekil 3.2'de verilmiştir.

**Tablo 3.1:**  $\hat{S}(t)$  için Çarpım-Limit Tahmini

$t$	$i$	$r$	$(n-r)(n-r+1)$	$\hat{S}(t)$
3.0	1	1	$\frac{9}{10}$	$\frac{9}{10} = 0.900$
4.0+	2	-	-	-
5.7+	3	-	-	-
6.5	4	4	$\frac{6}{7}$	$\frac{9}{10} x \frac{6}{7} = 0.771$
6.5	5	5	$\frac{5}{6}$	$\frac{9}{10} x \frac{6}{7} x \frac{5}{6} = 0.643$
8.4+	6	-	-	-
10.0	7	7	$\frac{3}{4}$	$\frac{9}{10} x \frac{6}{7} x \frac{5}{6} x \frac{3}{4} = 0.482$
10.0+	8	-	-	-
12.0	9	9	$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{10} x \frac{6}{7} x \frac{5}{6} x \frac{3}{4} x \frac{1}{2} = 0.241$
15.0	10	10	0	0

t: Hastalığın gerileme süresi

**Şekil 3.2:**  $\hat{S}(t)$  Sağkalım Fonksiyonu

Yaptığımız çalışmada Lee versiyonunu biraz değiştirerek (bağları kırarak) t aylarını 3, 6.5, 6.51, 10, 12, 15, 8.4+, 4+, 5.7+ ve 10+ olarak alınmıştır.  $t=9.8$  için birikimli tehlike fonksiyonunun % 95 güven aralığını bulunmuştur. Tablo 3.2’de Kaplan-Meier için sağkalım fonksiyonu ve güven aralığı verilmiştir.

**Tablo 3.2:** Kaplan–Meier Sağkalım Fonksiyonu ve %95 Güven Aralığı

time	n.risk	n.event	survival	std.err	lower 95% CI	upper 95% CI
3.0	10	1	0.900	0.949	0.4730	0.985
6.5	7	1	0.7710	0.1442	0.3449	0.939
6.51	6	1	0.643	0.1679	0.2447	0.871
10.00	4	1	0.482	0.1877	0.1254	0.774
12.00	2	1	0.241	0.1946	0.0132	0.626
15.00	1	1	0	-	-	-

$\theta_0 = \Lambda_0(9.8)$  ve bu durumda g gösterge fonksiyonu:  $g(t) = I_{[t \leq 9.8]}$ . Deneysel olabilirlik oranını kullanarak %95 güven aralığı  $\Lambda_0(9.8)$  için (0.1002287, 1.091823) olarak bulunur.

Diğer yandan Nelson-Aalen için sağkalım fonksiyonu güven aralığı Tablo 3.3’de verilmiştir.

**Tablo 3.3:** Nelson-Aalen Sağkalım Fonksiyonu ve %95 Güven Aralığı

time	n.risk	n.event	survival	std.err	lower 95% CI	upper 95% CI
3.0	10	1	0.905	0.0905	0.49169	0.986
6.5	7	1	0.784	0.1368	0.37081	0.942
6.51	6	1	0.664	0.1602	0.27277	0.879
10.00	4	1	0.517	0.1796	0.15695	0.791
12.00	2	1	0.314	0.1910	0.03897	0.661
15.00	1	1	0.115	0.1351	0.00193	0.474

Nelson-Aalen için birikimli tehlike fonksiyonu  $t=9.8$  için 0.6595238 olarak bulunur. Bulduğumuz değer Greenwood formülü ile Wald tipi güven aralığı (-0.0152193,0.568944) olarak bulunur.

## 4. SİMÜLASYON

### 4.1. Simülasyon 1

Simülasyon çalışmamızda EL metodu ve diğer metotlarla güven aralıklarının kapsama olasılıklarını kıyaslayacağız. Normal yaklaşım, Logaritma Transformasyonu  $y=\log(x)$ , Log-log transformasyon  $y=\log(-\log x)$  ve Arcsinüs Transformasyonu  $y=\arcsin(\sqrt{x})$

olarak inceleyip,  $S(t)$  sağkalım olasılıklarının %100(1 -  $\alpha$ ) için güven aralıklarını listeleyeceğiz.

Normal Yaklaşım:

$$\hat{S}(t) \pm z_{\frac{\alpha}{2}} \hat{S}(t) \hat{\sigma}(t)$$

Logaritma Transformasyon:

$$\hat{S}(t) \exp \left\{ \pm z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\hat{\sigma}(t)}{\log \hat{S}(t)} \right\}$$

Log-log Transformasyon:

$$\hat{S}(t)^{\exp \left\{ \pm z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\hat{\sigma}(t)}{\log \hat{S}(t)} \right\}}$$

Arcsinüs Transformasyonu:

$$\begin{aligned} & \sin^2 \left\{ \max \left[ 0, \arcsin \left( \hat{S}(t) \right)^{\frac{1}{2}} - \frac{1}{2} z_{\frac{\alpha}{2}} \hat{\sigma}(t) \left[ \frac{\hat{S}(t)}{1 - \hat{S}(t)} \right]^{\frac{1}{2}} \right] \right\} \\ & \leq S(t) \leq \\ & \sin^2 \left\{ \min \left[ 0, \arcsin \left( \hat{S}(t) \right)^{\frac{1}{2}} - \frac{1}{2} z_{\frac{\alpha}{2}} \hat{\sigma}(t) \left[ \frac{\hat{S}(t)}{1 - \hat{S}(t)} \right]^{\frac{1}{2}} \right] \right\} \end{aligned}$$

$\hat{S}(t)$  Kaplan-Meier tahmin edicisi,  $\hat{\sigma}^2(t)$  Greenwood formülünden alınır.

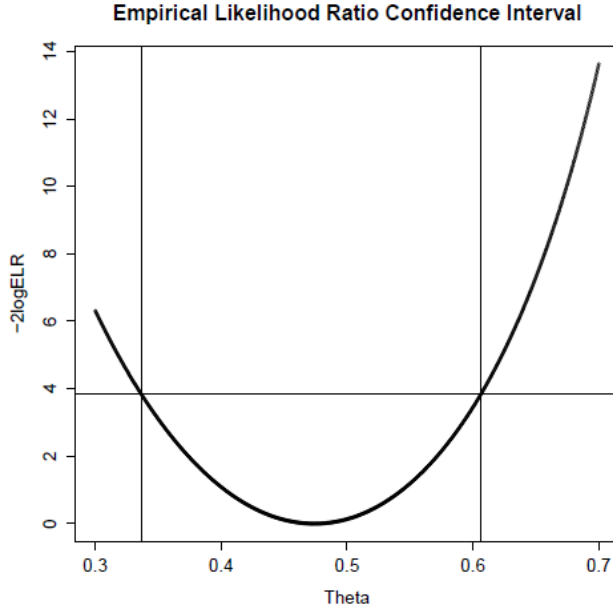
$$Var(\hat{S}(t)) = \hat{S}^2(t) \hat{\sigma}^2(t) \hat{S}^2(t) = \sum_{t_i \leq t} \frac{d_i}{n_i(n_i - d_i)}$$

EL metodu temelli güven aralıklarını nasıl genelleştirebileceğimizi gösterelim. Eğer;  $H_0: \int g(t, \Lambda(t)) d\Lambda(t) = \theta_0$  hipotezi doğru ise  $n \rightarrow \infty$  için  $-2 \log ELR(\theta_0) \xrightarrow{D} \chi_1^2$  'ye yaklaşır.

%100(1 -  $\alpha$ ) için deneysel olabilirlik oranının güven aralığı;  $\chi_{(1),1-\alpha}^2$ ,  $\chi_{(1)}^2$  'nin (1 -  $\alpha$ ) yüzdeliği olduğunda aşağıdaki gibi olur.

$$\left\{ \theta \mid -2 \log EL(\theta) \leq \chi_{(1),1-\alpha}^2 \right\}$$

N=50 örnek boyutunda,  $F_0(t) = 1 - \exp(-t)$  yaşam zamanı,  $G_0 = 1 - \exp(-0.35t)$  sansür zamanını gösterebilir.  $\theta$  değerleri için  $-2 \log ELR(\theta)$  hesaplırsak U şekilli bir grafik elde ederiz. Şekil 4.1'de grafik verilmiştir.



**Şekil 4.1.** *EL Temelli %95 Güven Aralığı*

Simülasyon için çeşitli örneklem boyutlarına sahip  $F(t)$  fonksiyonu için güven aralıklarının kapsama olasılıklarını dört metot için hesaplayalım. Verinin örneklem boyutları  $N=50, 100, 200, 500, 1000$  olarak alınsın. Ayrıca  $G_0 = 1 - \exp(-0.35t)$  sansür zamanını,  $F_0(t) = 1 - \exp(-t)$  yaşam zamanını göstereceğiz. Her bir örneklem boyutu için 5000 güven aralığı hesaplanmıştır.

$F(0.5)$  değeri için bulduğumuz değerler Tablo 4.1, Tablo 4.2, Tablo 4.3, Tablo 4.4, Tablo 4.5, Tablo 4.6, Tablo 4.7 ve Tablo 4.8’de gösterilmiştir.

**Tablo 4.1.** *F(0.5) için %95 Güven Aralığının Kapsama Olasılıkları*

<b>Örneklem Boyutu</b>	<b>DeneySEL Olabilirlik</b>	<b>Normal Dağılım</b>	<b>Logaritma</b>	<b>Log(-log)</b>	<b>Arcsinüs</b>
<b>N=50</b>	0.9456	0.947	0.983	0.9562	0.9534
<b>N=100</b>	0.9456	0.9484	0.9908	0.9524	0.9536
<b>N=200</b>	0.944	0.9446	0.994	0.9474	0.9462
<b>N=500</b>	0.9482	0.9508	0.9968	0.952	0.9516
<b>N=1000</b>	0.9476	0.9498	0.997	0.9504	0.9496

CP(500, 5000, 0.5, g1, 1-exp(-0.5), 0.05, 0.1, 0.3, 0.001, 0.1)

Tablo 4.1'deki değerleri incelediğimizde;

N=50 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9456, Normal=0.947, Log=0.983, Log(-log)=0.9562, Arcsin=0.9534 olarak bulunmuştur.

N=100 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9456, Normal=0.9484, Log=0.9908, Log(-log)=0.9524, Arcsin=0.9536 olarak bulunmuştur.

N=200 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.944, Normal=0.9446, Log=0.994, Log(-log)=0.9474, Arcsin=0.9462 olarak bulunmuştur.

N=500 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9482, Normal=0.9508, Log=0.9968, Log(-log)=0.952, Arcsin=0.9516 olarak bulunmuştur.

N=1000 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9476, Normal=0.9498, Log=0.997, Log(-log)=0.9504, Arcsin=0.9496 olarak bulunmuştur.

- N=50 için en küçük değer ELR=0.9456, en büyük değer Log=0.983

- N=100 için en küçük değer ELR=0.9456 ,en büyük değer Log=0.9908
- N=200 için en küçük değer ELR=0.944, en büyük değer Log=0.994
- N=500 için en küçük değer ELR=0.9482, en büyük değer Log=0.9968
- N=1000 için en küçük değer ELR=0.9476, en büyük değer Log=0.997

ELR için değerler incelendiğinde en küçük değer N=200 için, en büyük değer N=500 için bulunmuştur. Normal için değerler incelendiğinde en küçük değer N=200 için, en büyük değer N=500 için bulunmuştur. Log için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=1000 için bulunmuştur. Log(-log) için değerler incelendiğinde en küçük değer N=200 için, en büyük değer N=50 için bulunmuştur. Arcsin için değerler incelendiğinde en küçük değer N=200 için, en büyük değer N=100 için bulunmuştur. Genel değerlere baktığımızda en küçük eğer N=200 için ELR=0.944 değeri, en büyük eğer ise N=1000 için Log=0.997 değeridir.

**Tablo 4.2.** *F(0.5) için %95 Güven Aralığının Kapsama Olasılıkları*

<b>Örneklem Boyutu</b>	<b>Deneysel Olabilirlik</b>	<b>Normal Yaklaşım</b>	<b>Logaritma</b>	<b>Log(-log)</b>	<b>Arcsinüs</b>
<b>N=50</b>	0.9374	0.9388	0.9826	0.951	0.947
<b>N=100</b>	0.9444	0.9454	0.9888	0.947	0.9482
<b>N=200</b>	0.945	0.9476	0.9926	0.9502	0.9498
<b>N=500</b>	0.9498	0.951	0.998	0.9522	0.9518
<b>N=1000</b>	0.9426	0.946	0.997	0.9452	0.9458

CP(500, 5000, 0.5, g1, 1-exp(-0.5), 0.05, 0.1, 0.3, 0.003, 0.3)

Tablodaki 4.2'deki değerleri incelediğimizde;

N=50 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9374, Normal=0.9388, Log=0.9826, Log(-log)=0.951, Arcsin=0.947 olarak bulunmuştur.

N=100 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9444, Normal=0.9454, Log=0.9888, Log(-log)=0.947, Arcsin=0.9482 olarak bulunmuştur.

N=200 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.945, Normal=0.9476, Log=0.9926, Log(-log)=0.9502, Arcsin=0.9498 olarak bulunmuştur.

N=500 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9498, Normal=0.951, Log=0.998, Log(-log)=0.9522, Arcsin=0.9518 olarak bulunmuştur.

N=1000 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9426, Normal=0.946, Log=0.997, Log(-log)=0.9452, Arcsin=0.9458 olarak bulunmuştur.

- N=50 için en küçük değer ELR=0.9374, en büyük değer Log=0.9826
- N=100 için en küçük değer ELR=0.9444, en büyük değer Log=0.998
- N=200 için en küçük değer ELR=0.945, en büyük değer Log=0.9926
- N=500 için en küçük değer ELR=0.9498, en büyük değer Log=0.998
- N=1000 için en küçük değer ELR=0.9426, en büyük değer Log=0.997

ELR için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=500 için bulunmuştur. Normal için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=500 için bulunmuştur. Log için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=500 için bulunmuştur. Log(-log) için değerler incelendiğinde en küçük değer N=1000 için, en büyük değer N=500 için bulunmuştur. Arcsin için değerler incelendiğinde en küçük değer N=1000 için, en büyük değer N=500 için bulunmuştur. Genel değerlere baktığımızda en küçük eğer N=50 için ELR=0.9374 değeri, en büyük eğer ise N=500 için Log=0.998 değeridir.

**Tablo 4.3.** *F(0.5) için %95 Güven Aralığının Kapsama Olasılıkları*

<b>Örneklem Boyutu</b>	<b>DeneySEL Olabilirlik</b>	<b>Normal Yaklaşım</b>	<b>Logaritma</b>	<b>Log(-log)</b>	<b>Arcsinüs</b>
<b>N=50</b>	0.9378	0.936	0.981	0.9488	0.9432
<b>N=100</b>	0.9422	0.9436	0.9914	0.9528	0.9466
<b>N=200</b>	0.9476	0.9472	0.9936	0.9516	0.9492
<b>N=500</b>	0.9524	0.9552	0.9984	0.9578	0.956
<b>N=1000</b>	0.9436	0.9462	0.9984	0.9484	0.9468

CP(500, 5000, 0.5, g1, 1-exp(-0.5), 0.05, 0.3, 0.5, 0.001, 0.1)

Tablo 4.3'deki değerleri incelediğimizde;

N=50 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9378, Normal=0.936, Log=0.981, Log(-log)=0.9488, Arcsin=0.9432 olarak bulunmuştur.

N=100 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9422, Normal=0.9436, Log=0.9914, Log(-log)=0.9528, Arcsin=0.9466 olarak bulunmuştur.

N=200 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9476, Normal=0.9472, Log=0.9936, Log(-log)=0.9516, Arcsin=0.9492 olarak bulunmuştur.

N=500 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9524, Normal=0.9552, Log=0.9984, Log(-log)=0.9578, Arcsin=0.956 olarak bulunmuştur.

N=1000 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9436, Normal=0.9462, Log=0.9984, Log(-log)=0.9484, Arcsin=0.9468 olarak bulunmuştur.

- N=50 için en küçük değer Normal=0.936, en büyük değer Log=0.981
- N=100 için en küçük değer ELR=0.9422, en büyük değer Log=0.9914
- N=200 için en küçük değer Normal=0.9472, en büyük değer Log=0.9936
- N=500 için en küçük değer ELR=0.9524, en büyük değer Log=0.9984
- N=1000 için en küçük değer ELR=0.9436, en büyük değer Log=0.9984

ELR için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=500 için bulunmuştur. Normal için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=500 için bulunmuştur. Log için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=500 ve N=1000 için bulunmuştur. Log(-log) için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=500 için bulunmuştur. Arcsin için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=500 için bulunmuştur. Genel değerlere baktığımızda en küçük eğer N=50 için Normal=0.936 değeri, en büyük eğer ise N=500 ve N=1000 için Log=0.9984 değeridir.

**Tablo 4.4.** *F(0.5) için %95 Güven Aralığının Kapsama Olasılıkları*

<b>Örneklem Boyutu</b>	<b>DeneySEL Olabilirlik</b>	<b>Normal Yaklaşım</b>	<b>Logaritma</b>	<b>Log(-log)</b>	<b>Arcsinüs</b>
<b>N=50</b>	0.9368	0.936	0.9818	0.9528	0.9466
<b>N=100</b>	0.941	0.941	0.9876	0.9468	0.9442
<b>N=200</b>	0.9446	0.9454	0.9938	0.9508	0.9486
<b>N=500</b>	0.9518	0.9542	0.9982	0.955	0.9566
<b>N=1000</b>	0.9468	0.9484	0.998	0.9482	0.9486

CP(500, 5000, 0.5, g1, 1-exp(-0.5), 0.05, 0.3, 0.5, 0.003, 0.3)

Tablo 4.4'deki değerleri incelediğimizde;

N=50 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9368,

Normal=0.936, Log=0.9818, Log(-log)=0.9528, Arcsin=0.9466 olarak bulunmuştur.

N=100 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.941, Normal=0.941, Log=0.9876, Log(-log)=0.9468, Arcsin=0.9442 olarak bulunmuştur.

N=200 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9446, Normal=0.9454, Log=0.9938, Log(-log)=0.9508, Arcsin=0.9486 olarak bulunmuştur.

N=500 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9518, Normal=0.9542, Log=0.9982, Log(-log)=0.955, Arcsin=0.9566 olarak bulunmuştur.

N=1000 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9468, Normal=0.9484, Log=0.998, Log(-log)=0.9482, Arcsin=0.9486 olarak bulunmuştur.

- N=50 için en küçük değer Normal=0.936, en büyük değer Log=0.9818
- N=100 için en küçük değer ELR ve Normal=0.941, en büyük değer Log=0.9876
- N=200 için en küçük değer Normal=0.9446, en büyük değer Log=0.9938
- N=500 için en küçük değer ELR=0.9518, en büyük değer Log=0.9982
- N=1000 için en küçük değer ELR=0.9468, en büyük değer Log=0.998

ELR için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=500 için bulunmuştur. Normal için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=500 için bulunmuştur. Log için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=500 için bulunmuştur. Log(-log) için değerler incelendiğinde en küçük değer N=100 için, en büyük değer N=500 için bulunmuştur. Arcsin için değerler incelendiğinde en küçük değer N=100 için, en büyük değer N=500 için bulunmuştur. Genel değerlere baktığımızda en küçük eğer N=50 için Normal=0.936 değeri, en büyük eğer ise N=500 için Log=0.9982 değeridir.

**Tablo 4.5.** *F(0.5) için %95 Güven Aralığının Kapsama Olasılıkları*

<b>Örneklem Boyutu</b>	<b>DeneySEL Olabilirlik</b>	<b>Normal Yaklaşım</b>	<b>Logaritma</b>	<b>Log(-log)</b>	<b>Arcsinüs</b>
<b>N=50</b>	0.9406	0.9404	0.9802	0.952	0.9472
<b>N=100</b>	0.9412	0.943	0.9912	0.9506	0.9464
<b>N=200</b>	0.9438	0.945	0.9938	0.9482	0.9474
<b>N=500</b>	0.9474	0.9494	0.9974	0.953	0.9508
<b>N=1000</b>	0.9474	0.9502	0.9984	0.9506	0.9508

CP(500, 5000, 0.5, g1, 1-exp(-0.5), 0.05, 0.5, 0.7, 0.001, 0.1)

Tablo 4.5'deki değerleri incelediğimizde;

N=50 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9406, Normal=0.9404, Log=0.9802, Log(-log)=0.952, Arcsin=0.9472 olarak bulunmuştur.

N=100 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9412, Normal=0.943, Log=0.9912, Log(-log)=0.9506, Arcsin=0.9464 olarak bulunmuştur.

N=200 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9438, Normal=0.945, Log=0.9938, Log(-log)=0.9482, Arcsin=0.9474 olarak bulunmuştur.

N=500 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9474, Normal=0.9494, Log=0.9974, Log(-log)=0.953, Arcsin=0.9508 olarak bulunmuştur.

N=1000 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9474, Normal=0.9502, Log=0.9984, Log(-log)=0.9506, Arcsin=0.9508 olarak bulunmuştur.

- N=50 için en küçük değer Normal=0.9404, en büyük değer Log=0.9802

- N=100 için en küçük değer ELR=0.9412, en büyük değer Log=0.9912
- N=200 için en küçük değer ELR=0.9438, en büyük değer Log=0.9938
- N=500 için en küçük değer ELR=0.9474, en büyük değer Log=0.9974
- N=1000 için en küçük değer ELR=0.9474, en büyük değer Log=0.9984

ELR için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=500 ve N=1000 için bulunmuştur. Normal için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=1000 için bulunmuştur. Log için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=1000 için bulunmuştur. Log(-log) için değerler incelendiğinde en küçük değer N=200 için, en büyük değer N=500 için bulunmuştur. Arcsin için değerler incelendiğinde en küçük değer N=100 için, en büyük değer N=500 ve N=1000 için bulunmuştur. Genel değerlere baktığımızda en küçük eğer N=50 için Normal=0.9404 değeri, en büyük eğer ise N=1000 için Log=0.9984 değeridir.

**Tablo 4.6.** *F(0.5) için %95 Güven Aralığının Kapsama Olasılıkları*

Örneklem Boyutu	Deneysel Olabilirlik	Normal Yaklaşım	Logaritma	Log(-log)	Arcsinüs
N=50	0.9388	0.9396	0.9818	0.9494	0.9468
N=100	0.9472	0.9488	0.9874	0.955	0.9516
N=200	0.945	0.9464	0.9948	0.9502	0.9484
N=500	0.9458	0.9482	0.997	0.95	0.9506
N=1000	0.944	0.9464	0.9978	0.948	0.9466

CP(500, 5000, 0.5, g1, 1-exp(-0.5), 0.05, 0.5, 0.7, 0.003, 0.3)

Tablo 4.6'daki değerleri incelediğimizde;

N=50 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9388, Normal=0.9396, Log=0.9818, Log(-log)=0.9494, Arcsin=0.9468 olarak bulunmuştur.

N=100 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9472, Normal=0.9488, Log=0.9874, Log(-log)=0.955, Arcsin=0.9516 olarak bulunmuştur.

N=200 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.945, Normal=0.9464, Log=0.9948, Log(-log)=0.9502, Arcsin=0.9484 olarak bulunmuştur.

N=500 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9458, Normal=0.9482, Log=0.997, Log(-log)=0.95, Arcsin=0.9506 olarak bulunmuştur.

N=1000 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.944, Normal=0.9464, Log=0.9978, Log(-log)=0.948, Arcsin=0.9466 olarak bulunmuştur.

- N=50 için en küçük değer Normal=0.9388, en büyük değer Log=0.9818
- N=100 için en küçük değer ELR=0.9472, en büyük değer Log=0.9874
- N=200 için en küçük değer ELR=0.945, en büyük değer Log=0.9948
- N=500 için en küçük değer ELR=0.9458, en büyük değer Log=0.997
- N=1000 için en küçük değer ELR=0.944, en büyük değer Log=0.9978

ELR için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=100 için bulunmuştur. Normal için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=100 için bulunmuştur. Log için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=1000 için bulunmuştur. Log(-log) için değerler incelendiğinde en küçük değer N=1000 için, en büyük değer N=100 için bulunmuştur. Arcsin için değerler incelendiğinde en küçük değer N=1000 için, en büyük değer N=100 için bulunmuştur. Genel değerlere baktığımızda en küçük eğer N=50 için ELR=0.9388 değeri, en büyük eğer ise N=1000 için Log=0.9978 değeridir.

**Tablo 4.7.** *F(0.5) için %95 Güven Aralığının Kapsama Olasılıkları*

<b>Örneklem Boyutu</b>	<b>Deneysel Olabilirlik</b>	<b>Normal Yaklaşım</b>	<b>Logaritma</b>	<b>Log(-log)</b>	<b>Arcsinüs</b>
<b>N=50</b>	0.9382	0.9386	0.981	0.951	0.945
<b>N=100</b>	0.9496	0.9482	0.992	0.9526	0.952
<b>N=200</b>	0.9462	0.9486	0.9928	0.954	0.9494
<b>N=500</b>	0.9452	0.947	0.996	0.9488	0.948
<b>N=1000</b>	0.9456	0.9472	0.9976	0.9486	0.9474

CP(500, 5000, 0.5, g1, 1-exp(-0.5), 0.05, 0.8, 0.9, 0.001, 0.1)

Tablo 4.7'deki değerleri incelediğimizde;

N=50 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9382, Normal=0.9386, Log=0.981, Log(-log)=0.951, Arcsin=0.945 olarak bulunmuştur.

N=100 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9496, Normal=0.9482, Log=0.992, Log(-log)=0.9526, Arcsin=0.952 olarak bulunmuştur.

N=200 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9462, Normal=0.9486, Log=0.9928, Log(-log)=0.954, Arcsin=0.9494 olarak bulunmuştur.

N=500 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9452, Normal=0.947, Log=0.996, Log(-log)=0.9488, Arcsin=0.948 olarak bulunmuştur.

N=1000 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9456, Normal=0.9472, Log=0.9976, Log(-log)=0.9486, Arcsin=0.9474 olarak bulunmuştur.

- N=50 için en küçük değer ELR=0.9382, en büyük değer Log=0.981

- N=100 için en küçük değer Normal=0.9482, en büyük değer Log=0.992
- N=200 için en küçük değer ELR=0.9462, en büyük değer Log=0.9928
- N=500 için en küçük değer ELR=0.9452, en büyük değer Log=0.996
- N=1000 için en küçük değer ELR=0.9456, en büyük değer Log=0.9976

ELR için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=100 için bulunmuştur. Normal için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=200 için bulunmuştur. Log için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=1000 için bulunmuştur. Log(-log) için değerler incelendiğinde en küçük değer N=500 için, en büyük değer N=200 için bulunmuştur. Arcsin için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=100 için bulunmuştur. Genel değerlere baktığımızda en küçük eğer N=50 için ELR=0.9382 değeri, en büyük eğer ise N=1000 için Log=0.9976 değeridir.

**Tablo 4.8.** *F(0.5) için %95 Güven Aralığının Kapsama Olasılıkları*

Örneklem Boyutu	Deneysel Olabilirlik	Normal Yaklaşım	Logaritma	Log(-log)	Arcsinüs
<b>N=50</b>	0.9418	0.9422	0.9808	0.9544	0.9480
<b>N=100</b>	0.944	0.9446	0.9922	0.9486	0.9476
<b>N=200</b>	0.9514	0.9532	0.9928	0.9544	0.9534
<b>N=500</b>	0.9884	0.949	0.9978	0.9508	0.95
<b>N=1000</b>	0.947	0.9492	0.998	0.9498	0.9492

CP(500, 5000, 0.5, g1, 1-exp(-0.5), 0.05, 0.8, 0.9, 0.003, 0.3)

Tablo 4.8'deki değerleri incelediğimizde;

N=50 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9418, Normal=0.9422, Log=0.9808, Log(-log)=0.9544, Arcsin=0.9480 olarak bulunmuştur.

N=100 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.944, Normal=0.9446, Log=0.9922, Log(-log)=0.9486, Arcsin=0.9476 olarak bulunmuştur.

N=200 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9514, Normal=0.9532, Log=0.9928, Log(-log)=0.9544, Arcsin=0.9534 olarak bulunmuştur.

N=500 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.9884, Normal=0.949, Log=0.9978, Log(-log)=0.9508, Arcsin=0.95 olarak bulunmuştur.

N=1000 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.947, Normal=0.9492, Log=0.998, Log(-log)=0.9498, Arcsin=0.9492 olarak bulunmuştur.

- N=50 için en küçük değer ELR=0.9418, en büyük değer Log=0.9808
- N=100 için en küçük değer ELR=0.944, en büyük değer Log=0.9922
- N=200 için en küçük değer ELR=0.9514, en büyük değer Log=0.9928
- N=500 için en küçük değer Normal=0.949, en büyük değer Log=0.9978
- N=1000 için en küçük değer ELR=0.947, en büyük değer Log=0.998

ELR için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=500 için bulunmuştur. Normal için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=200 için bulunmuştur. Log için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=1000 için bulunmuştur. Log(-log) için değerler incelendiğinde en küçük değer N=100 için, en büyük değer N=50 ve N=200 için bulunmuştur. Arcsin için değerler incelendiğinde en küçük değer N=100 için, en büyük değer N=200 için bulunmuştur. Genel değerlere baktığımızda en küçük eğer N=50 için ELR=0.9418 değeri, en büyük eğer ise N=1000 için Log=0.998 değeridir.

F(0.2) değeri için bulduğumuz değerler Tablo 4.9 ve Tablo 4.10'da verilmiştir.

**Tablo 4.9.**  $F(0.2)$  için %95 Güven Aralığının Kapsama Olasılıkları

Örneklem Boyutu	DeneySEL Olabilirlik	Normal Yaklaşım	Logaritma	Log(-log)	Arcsinüs
<b>N=50</b>	0.1124	0.944	0.9554	0.955	0.9386
<b>N=100</b>	0.0058	0.9344	0.9602	0.9524	0.9458
<b>N=200</b>	0	0.9464	0.975	0.9496	0.9472
<b>N=500</b>	0	0.9458	0.9774	0.9458	0.947
<b>N=1000</b>	0	0.9458	0.9788	0.9486	0.947

CP(500, 5000, 0.2, g1, 1-exp(-0.5), 0.05, 0.3, 0.5, 0.001, 0.1)

Tablo 4.9'daki değerleri incelediğimizde;

N=50 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.1124, Normal=0.944, Log=0.9554, Log(-log)=0.955, Arcsin=0.9386 olarak bulunmuştur.

N=100 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.0058, Normal=0.9344, Log=0.9602, Log(-log)=0.9524, Arcsin=0.9458 olarak bulunmuştur.

N=200 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0, Normal=0.9464, Log=0.975, Log(-log)=0.9496, Arcsin=0.9472 olarak bulunmuştur.

N=500 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0, Normal=0.9458, Log=0.9774, Log(-log)=0.9458, Arcsin=0.947 olarak bulunmuştur.

N=1000 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0, Normal=0.9458, Log=0.9788, Log(-log)=0.9486, Arcsin=0.947 olarak bulunmuştur.

- N=50 için en küçük değer ELR=0.1124, en büyük değer Log=0.9554

- N=100 için en küçük değer ELR=0.0058, en büyük değer Log=0.9602
- N=200 için en küçük değer ELR=0, en büyük değer Log=0.975
- N=500 için en küçük değer Normal=0, en büyük değer Log=0.9774
- N=1000 için en küçük değer ELR=0, en büyük değer Log=0.9788

EL için değerler incelendiğinde en küçük değer N=200, N=500 ve N=1000 için, en büyük değer N=50 için bulunmuştur. Normal için değerler incelendiğinde en küçük değer N=100 için, en büyük değer N=200 için bulunmuştur. Log için değerler incelendiğinde en küçük değer n=50 için, en büyük değer n=1000 için bulunmuştur. Log(-log) için değerler incelendiğinde en küçük değer N=500 için, en büyük değer N=50 için bulunmuştur. Arcsin için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=200 için bulunmuştur. Genel değerlere baktığımızda en küçük eğer N=200, N=500, N=1000 için ELR=0 değeri, en büyük eğer ise N=1000 için Log=0.9788 değeridir.

**Tablo 4.10.** *F(0.2) için %95 Güven Aralığının Kapsama Olasılıkları*

<b>Örneklem Boyutu</b>	<b>Deneysel Olabilirlik</b>	<b>Normal Yaklaşım</b>	<b>Logaritma</b>	<b>Log(-log)</b>	<b>Arcsinüs</b>
<b>N=50</b>	0.10098	0.9398	0.9528	0.9536	0.9346
<b>N=100</b>	0.0048	0.945	0.9688	0.9586	0.9536
<b>N=200</b>	0	0.9428	0.9724	0.9478	0.9448
<b>N=500</b>	0	0.943	0.9778	0.9438	0.9438
<b>N=1000</b>	0	0.9452	0.983	0.9504	0.9476

CP(500, 5000, 0.2, g1, 1-exp(-0.5), 0.05, 0.3, 0.5, 0.003, 0.3)

Tablo 4.10'daki değerleri incelediğimizde;

N=50 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.10098,

Normal=0.9398, Log=0.9528, Log(-log)=0.9536, Arcsin=0.9346 olarak bulunmuştur.

N=100 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0.0048, Normal=0.945, Log=0.9688, Log(-log)=0.9586, Arcsin=0.9536 olarak bulunmuştur.

N=200 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0, Normal=0.9428, Log=0.9724, Log(-log)=0.9478, Arcsin=0.9448 olarak bulunmuştur.

N=500 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0, Normal=0.943, Log=0.9778, Log(-log)=0.9438, Arcsin=0.9438 olarak bulunmuştur.

N=1000 için %95 güven aralığının kapsama olasılık değerleri ELR=0, Normal=0.9452, Log=0.983, Log(-log)=0.9504, Arcsin=0.9476 olarak bulunmuştur.

- N=50 için en küçük değer ELR=0.10098, en büyük değer Log(-log)=0.9536
- N=100 için en küçük değer ELR=0.0048, en büyük değer Log=0.9688
- N=200 için en küçük değer ELR=0, en büyük değer Log=0.9724
- N=500 için en küçük değer ELR=0, en büyük değer Log=0.9778
- N=1000 için en küçük değer ELR=0, en büyük değer Log=0.983

ELR için değerler incelendiğinde en küçük değer N=200, N=500 ve N=1000 için, en büyük değer N=50 için bulunmuştur. Normal için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=1000 için bulunmuştur. Log için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=1000 için bulunmuştur. Log(-log) için değerler incelendiğinde en küçük değer N=500 için, en büyük değer N=100 için bulunmuştur. Arcsin için değerler incelendiğinde en küçük değer N=50 için, en büyük değer N=100 için bulunmuştur. Genel değerlere baktığımızda en küçük eğer N=200, N=500, N=1000 için ELR=0 değeri, en büyük eğer ise N=1000 için Log=0.983 değeridir.

## 4.2. Simülasyon 2

Simülasyon 1'de kullandığımız metodu, arcsin transformasyon metodu ile kıyaslamak için güven aralıklarının ortalama uzunluğunu (Average Length) hesaplayacağız. Önceki kullandığımız verinin (Simülasyon 1) örnekleme N=50, 100, 200, 500, 1000 ve  $G_0 = 1 - \exp(-0.35t)$  sansür zamanını,  $F_0(t) = 1 - \exp(-t)$  yaşam zamanını

gstersin.. Her bir rneklem boyutu için 100 gven aralıkları oluşturulmuş ve ortalama uzunluğu hesaplanmıştır.

F(0.5) için beş farklı metodun bulunan sonuçları Tablo 4.11’de verilmiştir.

**Tablo 4.11.**  $F(0.5)$  için %100 Güven Aralığının Kapsama Olasılıkları ve Ortalama Uzunluk

Örneklem Boyutu		Deneysel Olabilirlik	Normal Yaklaşım	Logaritma	Log(-Log)	Arcsinüs
50	Kapsama Olasılıkları	0.92	0.91	0.97	0.90	0.91
	Ortalama Uzunluk	0.25945	0.28240	0.50057	0.27965	0.27841
100	Kapsama Olasılıkları	0.92	0.92	0.97	0.93	0.92
	Ortalama Uzunluk	0.18966	0.19930	0.33479	0.19840	0.19789
200	Kapsama Olasılıkları	0.9	0.9	0.99	0.9	0.89
	Ortalama Uzunluk	0.13634	0.14109	0.23345	0.14079	0.14059
500	Kapsama Olasılıkları	0.94	0.95	1.0	0.95	0.95
	Ortalama Uzunluk	0.08715	0.08966	0.1479	0.08958	0.08954
1000	Kapsama Olasılıkları	0.94	0.95	1.0	0.94	0.94
	Ortalama Uzunluk	0.06168	0.0635	0.1049	0.0635	0.06346

N=50 için:

Kapsama olasılıkları; ELR=0.92, Normal=0.91, Log=0.97, Log(-log)=0.90, Arcsin=0.91

Ortalama uzunluk; ELR=0.25945, Normal=0.28240, Log=0.50057, Log(-log)=0.27965, Arcsin=0.27841

N=100 için:

Kapsama olasılıkları; ELR=0.92, Normal=0.92, Log=0.97, Log(-log)=0.93, Arcsin=0.92

Ortalama uzunluk; ELR=0.18966, Normal=0.19930, Log=0.33479, Log(-log)=0.19840, Arcsin=0.19789

N=200 için:

Kapsama olasılıkları; ELR=0.9, Normal=0.9, Log=0.99, Log(-log)=0.9, Arcsin=0.89

Ortalama uzunluk; ELR=0.13634, Normal=0.14109, Log=0.23345, Log(-log)=0.14079, Arcsin=0.14059

N=500 için:

Kapsama olasılıkları; ELR=0.94, Normal=0.95, Log=1.0, Log(-log)=0.95, Arcsin=0.95

Ortalama uzunluk; ELR=0.08715, Normal=0.08966, Log=0.14790, Log(-log)=0.08958, Arcsin=0.08954

N=1000 için:

Kapsama olasılıkları; ELR=0.94, Normal=0.95, Log=1.0, Log(-log)=0.94, Arcsin=0.94

Ortalama uzunluk; ELR=0.06168, Normal=0.0635, Log=0.1049, Log(-log)=0.0635, Arcsin=0.06346

N=50 için :

Kapsama olasılıkları için en küçük değer Log(-log)=0.90, en büyük değer Log=0.97

Ortalama uzunluk için en küçük değer ELR=0.25945, en büyük değer Log=0.50057

N=100 için :

Kapsama olasılıkları için en küçük değer ELR=Normal=Arcsin=0.92, en büyük değer Log=0.97

Ortalama uzunluk için en küçük değer ELR=0.18966, en büyük değer Log=0.33479

N=200 için :

Kapsama olasılıkları için en küçük değer Arcsin=0.89, en büyük değer Log=0.99

Ortalama uzunluk için en küçük değer ELR=0.13634, en büyük değer Log=0.23345

N=500 için :

Kapsama olasılıkları için en küçük değer ELR=0.94, en büyük değer Log=1.0

Ortalama uzunluk için en küçük değer ELR=0.08715, en büyük değer Log=0.1479

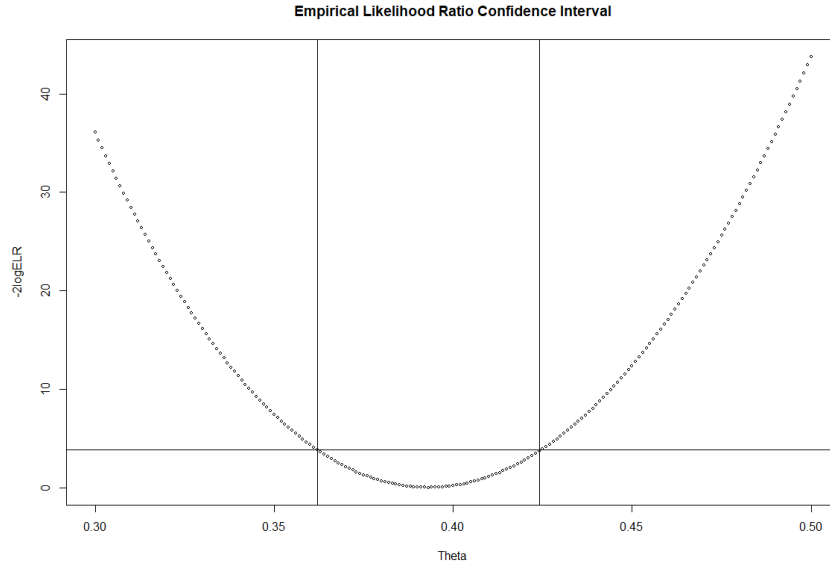
N=1000 için :

Kapsama olasılıkları için en küçük değer ELR=Log(-log)=Arcsin=0.94, en büyük değer Log=1.0

Ortalama uzunluk için en küçük değer ELR=0.06168, en büyük değer Log=0.1049

ELR değerleri incelendiğinde kapsama olasılıkları en küçük değer N=200 için, en büyük değer N=500 ve N=1000 değerleri içindir. Ortalama uzunluk için en küçük değer N=1000, en büyük değer N=50 değerindedir. Normal değerleri incelendiğinde kapsama olasılıkları en küçük değer N=200 için, en büyük değer N=500 ve N=1000 değerleri içindir. Ortalama uzunluk için en küçük değer N=1000, en büyük değer N=50 değerindedir. Log değerleri incelendiğinde kapsama olasılıkları en küçük değer N=50 ve N=100 için, en büyük değer N=500 ve N=1000 değerleri içindir. Ortalama uzunluk için en küçük değer N=1000, en büyük değer N=50 değerindedir. Log(-log) değerleri incelendiğinde kapsama olasılıkları en küçük değer N=50 ve N=200 için, en büyük değer N=500 değerleri içindir. Ortalama uzunluk için en küçük değer N=1000, en büyük değer N=50 değerindedir. Arcsin değerleri incelendiğinde kapsama olasılıkları en küçük değer N=200 için, en büyük değer N=500 değerleri içindir. Ortalama uzunluk için en küçük değer N=1000, en büyük değer N=50 değerindedir. Genel olarak tablo incelendiğinde kapsama olasılıkları için en küçük değer 0.9 olup, en büyük değer 1.0'dır. Ortalama uzunluk için en küçük değer 0.06168 olup, en büyük değer 0.50057'dir.

Ayrıca F(0.5) fonksiyonu için, N=1000 örneklem boyutunun deneysel olabilirlik oranının güven aralığı, Şekil 4.2'de verilmiştir.



**Şekil 4.2.**  $F(0.5)$  fonksiyonu için  $N=1000$  Örneklem Boyutunun Deneysel Olabilirlik Oranı Güven Aralığı

## 5. SONUÇLAR

Üçüncü bölümde yaptığımız sağdan sansürlü iki gerçek veri üzerinde deneysel olabilirlik oranını kullanarak %95 güven aralıklarını bulduk. İlk örnekte deneysel olabilirlik oranı ve Greenwood formülü ile Nelson-Aalen tahmin edicisini kullanarak Wald tipi güven aralığını tespit ettik. Bulduğumuz sonuç bize birikimli tehlike fonksiyonunun negatif olmaması sebebiyle, deneysel olabilirlik oranının diğer dağılımlara göre güven aralığının daha avantajlı sonuç verdiğini gösterdi. İkinci örnekte ise sağdan sansürlü büyük bir veri grubunda, grubun medyanını bulmak için ne gibi işlemler yapmamız gerektiğinden bahsederek, bu işlemlerde gösterge fonksiyonunu kullandık. Verinin %95 güven aralığını deneysel olabilirlik yöntemiyle hesapladık. Bulunan sonuç bize medyan için dar bir güven aralığı vermiştir.

Dördüncü bölümde ise EL metodu temelli %95 güven aralıkları ile diğer dört metodun kapsama olasılıklarını kıyasladık. Simülasyon 1’de bulduğumuz tablolar  $F(0.5)$  değerinin  $F(0.2)$ ’ye göre daha iyi sonuçlar verdiğini, Log transformasyonun normal yaklaşım ve diğer transformasyonlara göre iyi olmadığını gösterdi. Ayrıca EL ve Arcsinüs transformasyonlarının benzer olduğunu ve ikisinin de Normal yaklaşımdan daha iyi sonuç vermiştir. Simülasyon 2’de ise yaptığımız tabloda EL metodu temelli güven aralıklarının diğer tüm metodlar için bütün örneklem boyutlarında daha küçük değerler aldığını gördük. Bununla birlikte örneklem boyutu küçük olduğunda ( $N=50$ ),

EL metodunun güven aralıklarının ortalama uzunluğunun Arcsin metodunun güven aralıklarına göre daha kısa olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak Deneysel Olabilirlik Yöntemi, sağkalım süresini daha az hata ile tahmin eden bir yöntem olduğu sonucuna ulaşıldığı anlaşılmaktadır. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda sağkalım analizi yöntemlerinin tüm veri setleri üzerinde deneysel olabilirlik yöntemi bir alternatif olarak gösterilebilir. Bu çalışmanın sağkalım verileri ile çalışacak araştırmacılara kılavuz olacağını düşünmekteyim.

## KAYNAKLAR / REFERENCES

Adimari, G. (1997). Empirical Likelihood Type Confidence Intervals Under Random Censorship. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 49, 447-466.

Akyol, M. (2011) Yaşam Çözümlemesine Yeni Bir Yaklaşım: MARS. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

Andersen, P. K., Borgan, O., Gill, R. D. and Keiding, N. (1993) *Statistical Models Based on Counting Processes*. Springer Verlag, New York.

Bal, C. (1997) Tedavi Sonrası İzlem Verilerinin Cox Regresyon Aracılığı ile İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye.

Bartholomew, D.J. (1957) A Problem in Life Testing, *Journal of the American Statistical Society, Series B*, 52, 350-355.

Başar, E. (1993) Yaşam Tabloları Analizinde Kullanılan Bazı İstatistiksel Tekniklerin Böbrek Nakli Verilerine Uygulanması. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Baykal, K. B. (2021) Türkiye’de İşsizlik Sigortasından Yararlanma Sürelerinin Sağkalım Analizi ile Modellenmesi, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

Bayraktar, B. (2020) Maden İş Kazalarının Sağkalım Analizi Yöntemiyle Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye.

B.D. Ripley and P. J. Solomon, A Note on Australian AIDS Survival.

Bilgi, S. (2009) Sağkalım Analizinde Kullanılan İstatistiksel Yöntemler ve Aktüerya Alanında Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye

Bondell, H. D. and Stefanski, L. A. (2013) Efficient Robust Regression via Two-Stage Generalized Empirical Likelihood, *Journal of the American Statistical Association*, 108:502, 644-655

Breslow, N. E. and Crowley, J. J. (1974) A Large Sample Study of the Life Table and Product Limit Estimates under Random Censorship. *Ann. Statist.* 2, 437- 453.

Chen, S. X. (1993) On the Accuracy of Empirical Likelihood Confidence Regions for Linear Regression Model. *Ann. Inst. Statist. Math.*, 45, 621–637.

Chen, S. X. (1994) Empirical Likelihood Confidence Intervals for Linear Regression Coefficients. *J. Multiv. Anal.*, 49, 24–40.

Chen, S. X. (1996) Empirical Likelihood Confidence Intervals for Non-parametric Density Estimation. *Biometrika*, 83, 329–341.

Chen, S. X. and Cui, H. (2003) An Extended Empirical Likelihood for Generalized Linear models. *Statist. Sinica*, 13, 69–81.

Chen, K. and Zhou, M. (2003). Non-parametric Hypothesis Testing and Confidence Intervals with Doubly Censored Data. *Lifetime Data Analysis*, 9, 71-91.

Chen, S. X., Leung, D. H. Y. and Qin, J. (2003). Information Recovery in A Study with Surrogate End-points. *Journal of American Statistical Association*, 98, 1052-1062.

Chen, S. X. and Keilegom, I. V. (2009) A Review on Empirical Likelihood Methods for Regression. *TEST*, 19, 3, 415-447.

Chow Y. S. and Teicher H. (1980) *Probability Theory*. Springer-Verlag, New York, USA.

Collet, D. (1994) *Modelling Survival Data in Medical Research*. London:Chapman and Hall, 347 p.

Cook, D., Duckworth, W. M., Kaiser, M. S., Meeker, W. Q. and Stephenson, W. R.

(2003) Principles of Maximum Likelihood Estimation and the Analysis of Censored Data, Part of Beyond Traditional Statistical Methods

Cox, D. R. (1972) Regression Models and Life Tables, Journal of Royal Statistical Society, Series 8, 34, 187–220.

Çelik, M. Y. (2011) Biyoistatistik Bilimsel Araştırma SPSS, Ankara.

Deshpande J. V. ve Purohit S.G. (2005) Life Time Data: Statistical Models and Methods, Series on Quality, Reliability and Engineering Statistics Vol. 11, India.

DiCiccio, T. J., Hall, P. and Romana, J. P. (1989) Comparison of Parametric and Empirical Likelihood Functions. Biometrika. 76, 465-476.

DiCiccio, T. J., Hall, P. and Romana, J. P. (1991) Empirical Likelihood is Bartlett–Correctable, The Annals of Statistical. 19, 1053-1061.

DiCiccio, T. J., Hall, P. and Romana, J. P. (1989) on Adjustments to the Signed Root of the Empirical Likelihood Ratio Statistic, Biometrika, 76, 447-456.

Doğan İ., Dündar Y. (2002). Sürdürülebilir Hayvan Yetiştiriciliği ve Yaşam Tablosu Analizi. Uludağ Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi, Bursa, Türkiye.

Efron, B. and Johnstone I. M. (1990) Fisher's Information in Terms of The Hazard Rate. The Annals of Statistical, 18, 38-62.

Einmahl, J. H. J. and McKeague, I. W. (1999) Confidence Tubes for Multiple Quantile Plots via Empirical Likelihood. Annals of Statistics, 27, 1348-1367.

Erdem, İ. (2017) Matematiksel İstatistik Problemler ve Çözümleri, Seçkin Yayınları, Ankara, Türkiye.

Ersoy, E. (2005) Sağkalım Analizinde Parametre Tahmin Problemlerine Katkılar. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Türkiye.

Fleming, T. R., Harrington, D. P. (1991) Counting Processes and Survival Analysis. John Wiley and Sons, Inc., England.

Haris, E. K. and Albert, A. (1991) Survivorship Analysis for Clinical Studies.

Hollander, M., McKeague, I. W. and Yang, J. (1997) Likelihood Ratio based Confidence Bands for Survival Functions. Journal of American Statistical Association, 92, 215-226

Imbens, G. W. (2002) Generalized Method of Moments and Empirical Likelihood, Journal of Business & Economic Statistics, 20:4, 493-506.

İnceoğlu, F. (2013) Sağlık Analiz Yöntemleri ve Karaciğer Nakli Verileri ile Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Malatya, Türkiye.

Kalbfleisch, J. D., and Prentice RL (2011). The Statistical Analysis of Failure Time Data, John Wiley & Sons 360.

Kaplan, E. and Meier, P. (1958). Nonparametric estimation from incomplete observations. Journal of American Statistical Assoc. 53, 457-481.

Karatepe, E. (2012). Üstel Orantılı Hazard Regresyon Modelinde Artıkların İncelenmesi ve Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Türkiye.

Kitamura, Y. (2001) Asymptotic Optimality of Empirical Likelihood for Testing Moment Restrictions. Econometrica, 69, 1661–1672.

Kitamura, Y. (2006) Empirical likelihood methods in econometrics: Theory and practice.

(<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.126.9883&rep=rep1&type=pdf>)

Kleinbaum, DG. and Klein M. (2005) Survival Analysis, A Self Learning Text, New York, Springer.

Kul, S. (2009) Sağdan Sansürlü Gözlemlerin Yerleşiminin Kaplan-Meier ve Hazard Oranı Tahminine Etkisi. Doktora Tezi, Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Mersin, Türkiye.

Lawless, J. F. (2003) *Statistical Models and Methods for Lifetime Data*. John Wiley, New York, USA.

Le, C.T. (1997) *Applied Survival Analysis*. John Wiley & Sons, Inc., Canada.

Lee, E.T. (1992) *Statistical Methods for Survival Data Analysis*. Lifetime Learning Publications, Belmont.

Lee, E. T. and Go, O. T. (1997) *Survival Analysis In Public Health Research*. University of Oklahoma Health Sciences Centre.

Leblanc, M. and Crowley, J. (1995) Semiparametric regression functions. *Journal of American Statistical Association*, 90, 95-105.

Li, G. (1995) On Nonparametric Likelihood Ratio Estimation Of Survival Probabilities for Censored Data. *Statistical and Probability Letters*, 25, 95-104.

Li, G., Qin, J. and Tiwari, R.C. (1997) Semiparametric Likelihood Ratio based Inferences for Truncated Data. *Journal of American Statistical Association*, 92, 236-245

Li, G., Li, R. and Zhou, M. (2000). *Empirical Likelihood in Survival Analysis*. 1-3

Li, G. and Van Keilegom, I. (2002) Likelihood Ratio Confidence Bands in Non-parametric Regression with Censored Data. *Scandinavian Journal of Statistics*, 29, 547-562.

Li, G., Hollander, M., McKeague I. W. and Yang, J. (1996) Non-parametric Likelihood Ratio Confidence Bands for Quantile Functions from Incomplete Survival Data *Annals of Statistics*, 24, 628-640.

Li, G. and Wang, Q. H. (2003) Empirical Likelihood Regression Analysis for Right Censored Data. *Statistica Sinica* 13, 51-68.

Lu, J.C., Chen, D. and Gan, N.C. (2002) Semi-parametric Modelling and Likelihood Estimation with Estimating Equations *Australian & New Zealand Journal of Statistics*, 44, 193-212.

Mac Donalds, E. J. (1963) The Epidemiology of Melanoma. *Annals of The New York Academy of Sciences*, 100, 4-15.

Marubini, E. and Valsecchi, MG. (1995). *Analysing Survival Data from Clinical Trials and Observational Studies*, John Wiley & Sons, 414.

McKeague, I. W. and Zhao, Y. C. (2002). Simultaneous Confidence Bands for Ratios of Survival Functions via Empirical Likelihood. *Statistics & Probability Letters*, 60, 405-415.

Murphy, S. A. (1995) Likelihood Ratio-based Confidence Intervals in Survival Analysis. *Journal of American Statistical Association*, 90, 1399-1405.

Murphy, S. and Van Der Vaart, A. (1996) *Semiparametric Likelihood Ratio Inference*. Technical Report, Department of Statistical, Pennsylvania State University

Naiknimbalkar, U. V. and Rajarshi, M. B. (1997) Empirical Likelihood Ratio Test for Equality of k-Medians in Censored Data. *Statistics & Probability Letters*, 34, 267-273.

Nelson, W. (1982) *Applied Life Data Analysis*. John Wiley & Sons, Inc., Canada, p.617.

Newey, W. and Smith, R. J. (2004) Higher-order Properties of GMM and Generalized Empirical Likelihood Estimators. *Econometrica* 72, 219-255.

Oralhan, B. (2015) *Trafik Kazalarının Yaşam Analiziyle (Survival Analysis) İncelenmesi: Kayseri Örneği*. Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas, Türkiye.

Oran, K. (2020) Cox Regresyon Modelinde Sağkalım Fonksiyon Parametrelerinin Düzeltilmiş Deneysel Olabilirlik Yöntemi İle Tahmin Edilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

Ortaç, H. (2019) Meme Kanseri Hastalarda Sağkalım Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Biyoistatistik Anabilim Dalı, Diyarbakır, Türkiye.

Owen, A. B. (1988) Empirical Likelihood Ratio Confidence Intervals for a Single Functional. *Biometrika*, 75, 237–249.

Owen, A. B. (1990) Empirical Likelihood Confidence Regions. *The Annals of Statistical*, 18, 90–120.

Owen, A. B. (1991) Empirical Likelihood for Linear Models. *The Annals of Statistical*, 19, 1725–1747.

Owen, A. B. (1992) Empirical Likelihood and Generalized Projection Pursuit. Technical Report, 393, Department of Statistics, Stanford University, USA.

Owen, A.B. (2001) Empirical Likelihood. Chapman and Hall, New York, USA.

Özdemir, A. (1994) Hayatta Kalabilme Analizi Yöntemleri. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

Özdemir, S. (2014) Yaşam Süreçlerine Entropi Optimizasyon Yöntemlerinin Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye.

Özdemir, Ş. (2018) Ampirik Olabilirlik Yöntemi İle Robust Regresyon Analizi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

Pan, X. R. (1997) Empirical Likelihood Ratio Method for Censored Data, Ph.D Dissertation, Department of Statistics, University of Kentucky, Lexington, Kentucky, USA, 1-7.

Pan, X. R. and Zhou M. (1999) Using One-parameter Sub-family of Distributions in Empirical Likelihood with Censored Data. *Journal Statistical Planning and Inference*

Pan, X. R. and Zhou, M. (2002) Empirical Likelihood Ratio in terms of Cumulative Hazard Function for Censored Data. *Journal of Multivariate Analysis*, 80, 166-188.

Ren, J. J. (2001) Weighted Empirical Likelihood Ratio Confidence Intervals for the Mean with Censored Data. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 53, 498-516.

Saygı, H. (2007) Su Ürünleri Araştırmalarında Yaşam Modelleri ve Kullanılan İstatistiksel Yöntemler. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.

Sertkaya, D., Ata, N., Sözer, N. T. (2005) Yaşam Çözümlemesinde Zamana Bağlı Açıklayıcı Değişkenli Cox Regresyon Modeli. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 58, 153-158

Shen, X. T., Shi, J. and Wong, W. H. (1999) Random Sieve Likelihood and General Regression Models. *Journal of American Statistical Association*, 94, 835-846.

Shen, Z. (2016) Empirical Likelihood and Differentiable Functionals, Ph.D Dissertation, Department of Statistics, Kentucky University, Kentucky, USA, 3-5.

Qin, J. (1993) Empirical Likelihood in Biased Sample Problems. *The Annals of Statistical*, 21, 1182- 1196.

Qin, J. and Lawless, J. (1994) Empirical Likelihood and General Estimating Equations. *The Annals of Statistical*, 22, 300–325.

Qin, G.S. and Jing, B.Y. (2001) Empirical Likelihood for Censored Linear Regression. *Scand J of Statist*, 28, 661-673.

Qin, G. S. and Jing, B. Y. (2001) Censored Partial Linear Models and Empirical Likelihood. *Journal of Multivariate Analysis*, 78, 37-61.

Qin, G. S. and Tsao, M. (2003) Empirical Likelihood Inference for Median Regression Models for Censored Survival Data. *Journal of Multivariate Analysis*, 85, 416-430.

Tamam, D. (2008) Tam ve Sansürlü Örneklem Durumlarında Weibull Dağılımı için Bazı İstatistikî Sonuç Çıkarımları. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye.

Tekin, A. Ö. (2001) Survival Models and An Applications. Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye.

Terzi, Y. (2003) Sansürlü Veriler İçin Sağkalım Analizi ve Gerçek Verilere Uygulanması. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Türkiye.

Thomas, D. R. and Grunkemeier, G. L. (1975) Confidence Interval Estimation of Survival Probabilities for Censored Data. *Journal of the American Statistical Association*. 70, 865-871

Tuncay, A. (2005) Sağkalım Analizinde Parametre Tahmini Test İstatistikleri ve Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Türkiye.

Turnbull, B. (1976) The Empirical Distribution Function with Arbitrarily Grouped, Censored and Truncated Data. *Journal of Royal Statistical Society, Series, B38*, 290-295.

Venables and Ripley (1994) *Modern Applied Statistics with S*. Springer, 379-385.

Wang, Q. H. and Jing, B. Y. (2001) Empirical Likelihood for a Class of Functionals of Survival Distribution with Censored Data. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 53, 517-527

Wang, Q. H. and Li, G. (2002) Empirical Likelihood Semiparametric Regression Analysis Under Random Censorship. *Journal of Multivariate Analysis*, 83, 469-486.

Yetkin, B. (2006) Cox Regresyon Analiz ve Bir Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

Ying, Z. L. (1992) Minimum Hellinger-type Distance Estimation for Censored Data. The Annals of Statistical, 20, 1361-1390.

Zhou M. (2016) Empirical Likelihood Method in Survival Analysis. Chapman and Hall, Lexington, USA.

## EKLER

**Lemma A1:** Herhangi rasgele değişken  $Y$  için, eğer  $E|Y|^k < \infty$  için  $Y$  ile aynı dağılıma sahip bir bağımsız özdeşçe ayrılmış  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  için

$$\max_{1 \leq i \leq n} |Y_i| = o\left(n^{\frac{1}{k}}\right)$$

**İspat:**  $M_n = \max_{1 \leq i \leq n} |Z_i|$ ,  $Z_i = g(T_i)\delta_i \frac{1}{(n-i+1)/n}$  olduğunda.

$M_n = o_p\left(n^{\frac{1}{2}}\right)$  olduğunu ispatlamak için aşağıdaki lemmaya bakmalıyız. Ayrıca bakınız (Chow ve Teicher, 1980), (Sayfa 131, problem no:8))

**Lemma A2:**  $(T_1, \delta_1), (T_2, \delta_2), \dots, (T_n, \delta_n)$   $n$  bağımsız özdeş ayrılmış rasgele değişkenler çiftleri,  $(T_i, \delta_i)$  (2.4.18)'de tanımlanmıştı.  $T_n^* = \max_{1 \leq i \leq n} T_i$  olsun. Eğer

$$\int h^2(x).d\Lambda_0(x) < \infty \text{ ise;}$$

$$\max_{1 \leq i \leq n} \frac{\delta_i |h(T_i)|}{\sqrt{(1-F_0(T_i))(1-G_0(T_i))}} = o\left(n^{\frac{1}{2}}\right) \text{ ve } \delta_n^* h(T_n^*) = o_p(1),$$

$\delta_n^*, T_n^*$ 'e karşılık gelen gösterge fonksiyonudur (Pan ve Zhou, 2002).

**İspat:**

$$\int h^2(x).d\Lambda_0(x) < \infty \text{ olduğu için,}$$

$$E_{F_0, G_0} \frac{\delta_i h^2(T_i)}{(1-F_0(T_i))(1-G_0(T_i))} = \int h^2(x).d\Lambda_0(x) < \infty \text{ olur.}$$

Buradan, Lemma A1 ile

$$\max_{1 \leq i \leq n} \frac{\delta_i |h(T_i)|}{\sqrt{(1-F_0(T_i))(1-G_0(T_i))}} = o\left(n^{\frac{1}{2}}\right), \quad (\text{A.1})$$

$n \rightarrow \infty$  için olasılığı 1 bulunur ve

$$\frac{\delta_n^* \cdot |h(T_n^*)|}{\sqrt{(1-F_0(T_n^*))(1-G_0(T_n^*))}} \leq \max_{1 \leq i \leq n} \frac{\delta_i \cdot |h(t_i)|}{\sqrt{(1-F_0(T_i))(1-G_0(T_i))}} \quad \text{eşitsizliğinden}$$

$$\frac{\delta_n^* \cdot |h(T_n^*)|}{\sqrt{(1-F_0(T_n^*))(1-G_0(T_n^*))}} = o\left(\frac{1}{n^{\frac{1}{2}}}\right) \quad (\text{A.2})$$

$n \rightarrow \infty$  için olasılığı 1 olur (Pan ve Zhou, 2002).

$H_0(t)$   $T_i$  'nin dağılım fonksiyonu,  $T_i = \min(X_i, C_i)$ . O zaman,

$$1 - H_0(t) = (1 - F_0(t))(1 - G_0(t)). \text{ Eğer,}$$

$$1 - H_0(T_n^*) = O_p(n^{-1}) \quad (\text{A.3})$$

olduğunu ya da

$$\sqrt{(1-F_0(T_n^*))(1-G_0(T_n^*))} = O_p(n^{-\frac{1}{2}})$$

olduğunu gösterirsek (A.2)'den  $\delta_n^* h(T_n^*) = o_p(1)$  olur.

Şimdi  $1 - H_0(T_n^*) = O_p(n^{-1})$  olduğunu gösterelim. Her  $\varepsilon > 0$  için,  $\exp(M_0) < \varepsilon$  olacak şekilde  $M_0 > 0$  vardır.  $M > M_0$  için,

$$\begin{aligned} P\left(\frac{1 - H_0(T_n^*)}{n^{-1}} > M\right) &= P\left(\frac{1 - \max_{1 \leq i \leq n} H_0(T_i)}{n^{-1}} > M\right) \\ &= P\left(\max_{1 \leq i \leq n} H_0(T_i) < (1 - n^{-1} \times M)\right) \\ &= \left(1 - \frac{M}{n}\right)^n \leq \exp(-M) < \varepsilon \end{aligned}$$

Buradan,  $1 - H_0(T_n^*) = O_p(n^{-1})$  olur.

**Lemma A3:** Teorem 2'nin varsayımları altında, (2.4.30)'deki  $Z_i$  için,

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i^2 = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i \cdot g^2(T_i) n}{(n-i+1)^2}$$

$$= \int \frac{g^2(t)}{Y(t)/n} d\hat{\Lambda}_{NA}(t) \xrightarrow{P} \int \frac{g^2 d\Lambda(t)}{(1-F)(1-G)} \quad (\text{A.4})$$

ve

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} \frac{Z_i^2}{n-i} = \int \frac{I_{[Y(t)>1]} g^2(t)}{(Y(t)-1)Y(t)/n} d\hat{\Lambda}_{NA}(t) \xrightarrow{P} 0 \quad (\text{A.5})$$

$Y(t) = \sum I_{[T_i \geq t]}$  olduğunda.

**İspat:** (A.5) için,

$$\begin{aligned} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} \frac{Z_i^2}{n-i} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} \frac{1}{n-i} \left( \delta_i \cdot g(T_i) \cdot \frac{1}{(n-i+1)/n} \right)^2 = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(g(T_i))^2}{(n-i) \binom{n-i+1}{n}} \frac{\delta_i}{n-i+1} \\ &= \int \frac{g(t)}{(Y(t)-1)Y(t)/n} d\hat{\Lambda}_{NA}(t) = \int \frac{I_{[Y(t)>1]} g^2(t)}{(Y(t)-1)Y(t)/n} d\hat{\Lambda}_{NA}(t) \xrightarrow{P} 0 \end{aligned}$$

**Lemma A4:** Teorem 2'deki varsayımlar altında ve (2.4.30)'da tanımlı  $Z_i$  için,

$$\sqrt{n} \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i - \theta \right) = \sqrt{n} \left( \sum_{i=1}^n g(T_i) \Delta \hat{\Lambda}_{NA}(T_i) - \theta_0 \right) \xrightarrow{\varphi} N(0, \sigma_\Lambda^2(g)),$$

$$\sigma_\Lambda^2(g) = \int (g^2(x) d\Lambda_0(x) / ((1-F_0(x))(1-G_0(x)))) \quad \text{ve} \quad \theta_0 = \int g(t) d\Lambda_0(t).$$

**İspat:** Toplam aşağıdaki integral gibi yazılabilir

$$\sum_{i=1}^n g(T_i) \Delta \hat{\Lambda}_{NA}(T_i) - \theta_0 = \int g(t) d[\hat{\Lambda}_{NA}(t) - \Lambda_0(t)]$$

Andersan ve ark. (1993, Bölüm 4)'daki benzer ispatlarla integral analiz edilebilir.  $g(\cdot)$  soldan sürekli ve tahmin edilebilirdir. Martingale merkezi limit teoreminin benzer bir uygulaması teoremin kanıtını tamamlar.

**Lemma A1'in İspatı:** Eğer (2.4.29) kısıtlama eşitliğinde  $\lambda=0$  alınırsa,  $W_i$  sıçraması Nelson-Aalen tahmin edicisini elde ederiz.  $\theta = \widehat{\theta}_n = \int g(t) \cdot d\hat{\Lambda}_{NA}(t)$  daima bir uygun değerdir,  $\widehat{\theta}_n \in V$ .

Diğer taraftan, türev alırsak

$$\frac{\partial l(\lambda)}{\partial \lambda} = - \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i g(T_i)}{n-i+1} \times \frac{Z_i}{[1+\lambda Z_i]^2}$$

$$\lambda = 0 \text{ alınırsa, } \frac{\partial l(\lambda)}{\partial \lambda} \Big|_{\lambda=0} = - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} Z_i^2 \text{ olur.}$$

Lemma A2 ve A3 ile  $-\int \frac{g^2(x)d\Lambda_0(x)}{(1-F_0(x))(1-G_0(x))}$  'e yakınsar.

Varsayımda integral pozitifdir.  $l(\lambda)$ 'nın  $\lambda=0$  'daki türevi 0'dan uzak olarak sınırlandırılmıştır. Aslında  $n$  geniş için en azından  $l'(0) \leq \eta < 0$ .

$\lambda$  değeri geçerli olduğunda, 0'da merkezlenmiş bütün  $n$  geniş için  $\mathcal{J}$ , en azından,

$\frac{1}{o_p(n^{\frac{1}{2}})}$  uzunluğunda bir açık aralığı kaplar. Bu durumda  $\theta$ 'nın uygun değeri  $\mathcal{O}$  da,

$\widehat{\theta}_n$  merkezli  $\frac{1}{o_p(n^{\frac{1}{2}})}$  uzunluğunda bir açık aralığı içerir.  $\widehat{\theta}_n - \theta_0 = O_p(n^{-\frac{1}{2}})$  olduğunda,

bu  $\theta_0$ 'ın  $\mathcal{O}$ 'da olmasını sağlar vb.,  $n$  için bir uygun değerde.

$\lambda$ 'nın geçerli bir değeri olan  $\mathcal{J}$ , 0 merkezli bütün  $n$  geniş için  $\frac{1}{o_p(n^{\frac{1}{2}})}$  uzunluğunda

bir açık aralığı içerdiği  $\mathcal{J}$ 'nin tanımından alttaki ifade de göz önüne alınarak açıkça görülebilir.

$$\frac{1}{|\underline{\lambda}|} = o_p(n^{\frac{1}{2}}) \quad (\text{Bu ifadenin ispatı (2.4.32)'da yapıldı.})$$

$\bar{\lambda}$  için durum benzerdir.

Şimdi  $\theta = \theta_0$  olduğunda  $\lambda$  çözümünün asimptotik dağılımına dönelim. Açılımın  $\lambda$  çözümünü kullanabilmek için ilk önce (2.4.29)'da  $\lambda = O_p(n^{-\frac{1}{2}})$  olduğunu göstermeliyiz.

(2.4.30)  $Z_i$  tanımı ve (2.4.32)'de sınırlarını kullanırsak;

$$\max_{1 \leq i \leq n} |Z_i| = \max_{1 \leq i \leq n} |Z_i| = o_p(n^{\frac{1}{2}})$$

(2.4.29)'da  $Z_i$ 'nin terimlerini tekrar yazarsak

$$\begin{aligned}
0 &= |l(\lambda)| \\
&= \left| \theta_0 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} \frac{Z_i}{1+\lambda Z_i} - \frac{1}{n} Z_n \right| \\
&= \left| \theta_0 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} Z_i - \frac{\lambda}{n} \sum_{i=1}^{n-1} \frac{Z_i^2}{1+\lambda Z_i} - \frac{1}{n} Z_n \right| \\
&= \left| \left( \theta_0 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i \right) + \frac{\lambda}{n} \sum_{i=1}^{n-1} \frac{Z_i^2}{1+\lambda Z_i} \right| \\
&\geq \frac{|\lambda|}{1+|\lambda| \max |Z_i|} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} Z_i^2 - \left| \theta_0 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i \right| \tag{A.6}
\end{aligned}$$

(A.6)'daki ikinci terim Lemma A4 ile  $O_p(n^{-\frac{1}{2}})$ 'dir. (A.6)'daki ilk terimi ele alırsak;

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} Z_i^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i^2 - \frac{1}{n} Z_n^2$$

(2.4.32) ile  $\frac{1}{n} Z_n^2 = o_p(1)$  olur. Lemma A3 ile

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} Z_i^2 \xrightarrow{P} \int \frac{g^2(x)}{(1-F_0(x))(1-G_0(x))} d\Lambda_0(x), \tag{A.7}$$

$\frac{|\lambda|}{1+|\lambda| \max |Z_i|} = O_p(n^{-\frac{1}{2}})$  olur ve bu da

$$\lambda = O_p(n^{-\frac{1}{2}}) \tag{A.8}$$

olmasını gerektirir.

(2.4.29) genişletilirse,

$$\begin{aligned}
0 &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i - \theta_0 - \frac{\lambda}{n} \sum_{i=1}^{n-1} \frac{Z_i^2}{1+\lambda Z_i} \\
&= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i - \theta_0 - \frac{\lambda}{n} \sum_{i=1}^{n-1} Z_i^2 + \frac{\lambda^2}{n} \sum_{i=1}^{n-2} \frac{Z_i^3}{1+\lambda Z_i} \tag{A.9}
\end{aligned}$$

(A.9)'daki son terim ((A.8), (2.4.32) ve Lemma A3)

$$\begin{aligned}\lambda^2 \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Z_i^3| &\leq \lambda^2 \max |Z_i| \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} Z_i^2 \\ &= O_p(n^{-1}) o_p(n^{\frac{1}{2}}) O_p(1) = o_p(n^{\frac{1}{2}})\end{aligned}$$

ile sınırlandırılır.

Buradan  $\lambda$  ifadesi

$$\lambda = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i - \theta_0}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} Z_i^2} + o_p(n^{-\frac{1}{2}}) \quad (\text{A.10})$$

Lemma A4 ile  $n \rightarrow \infty$  için

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i - \theta_0 = \sqrt{n} \left( \sum_{i=1}^n g(T_i) \Delta \hat{\Lambda}_{NA}(T_i) - \theta_0 \right) \overset{\varphi}{\rightarrow} N(0, \sigma_\Lambda^2(g))$$

Slutsky teoremi ve (A.7) ile,  $n \rightarrow \infty$  için

$$n\lambda^2 \overset{\varphi}{\rightarrow} \chi^2_{(1)} \left( \int \frac{g^2(x) d\Lambda_0(x)}{(1-F_0(x))(1-G_0(x))} \right)^{-1} \quad (\text{A.11})$$

## Ek -Tablo 1

Avustralyalı AIDS hastalarının veri seti aşağıdaki tablodadır.

	state	sex	diag	death	status	T.categ	age
1	NSW	M	10905	11081	D	hs	35
2	NSW	M	11029	11096	D	hs	53
3	NSW	M	9551	9983	D	hs	42
4	NSW	M	9577	9654	D	haem	44
5	NSW	M	10015	10290	D	hs	39
6	NSW	M	9971	10344	D	hs	36
7	NSW	M	10746	11135	D	other	36
8	NSW	M	10042	11069	D	hs	31
9	NSW	M	10464	10956	D	hs	26
10	NSW	M	10439	10873	D	hsid	27
11	NSW	M	10416	10432	D	hs	45
12	NSW	M	10216	10524	D	hs	36
13	NSW	M	10385	10477	D	hs	27
14	NSW	M	10366	10631	D	hs	35
15	NSW	M	10452	11504	A	hs	30
16	NSW	M	10552	10684	D	hs	39
17	NSW	M	10673	11200	D	hs	30
18	NSW	M	10923	11504	A	haem	21
19	NSW	M	10993	11504	A	hs	56
20	NSW	M	11020	11171	D	hs	41
21	NSW	M	10805	10877	D	hs	28
22	NSW	M	10996	11504	A	hs	38
23	NSW	M	10738	11504	A	het	26
24	NSW	M	11063	11504	A	id	39
25	NSW	M	10885	11196	D	hs	46
26	NSW	M	11056	11504	A	haem	13
27	NSW	M	11283	11504	A	hs	34
28	NSW	M	11195	11504	A	het	39
29	NSW	M	10848	11504	A	hs	31
30	NSW	M	11289	11504	A	mother	1
31	NSW	F	10961	11504	A	id	30

32	NSW	M	11311	11312	D	blood	37
33	NSW	M	11337	11504	A	hs	38
34	NSW	M	11458	11463	D	hs	33
35	NSW	M	11480	11504	A	hs	30
36	NSW	M	11462	11504	A	hs	40
37	NSW	M	8302	8469	D	hs	51
38	NSW	M	8711	8850	D	hs	29
39	NSW	M	8726	9254	D	hsid	29
40	NSW	M	8760	8959	D	hsid	37
41	NSW	M	8802	8879	D	hs	46
42	NSW	M	8877	9180	D	hs	37
43	NSW	M	9011	9696	D	blood	54
44	NSW	M	8990	9175	D	hs	30
45	NSW	M	9063	9172	D	blood	25
46	NSW	M	9003	9109	D	hsid	26
47	NSW	M	9022	9218	D	hs	41
48	NSW	M	8985	9254	D	hs	41
49	NSW	M	9030	9781	D	hs	27
50	NSW	M	9086	9314	D	hs	35
51	NSW	M	9015	9943	D	hs	35
52	NSW	M	9009	9350	D	hs	25
53	NSW	M	8970	9240	D	hs	34
54	NSW	M	9171	9309	D	hs	35
55	NSW	M	9087	9598	D	hs	33
56	NSW	M	9115	9686	D	hs	31
57	NSW	M	9065	9262	D	hs	43
58	NSW	M	9104	9126	D	hs	59
59	NSW	M	9028	9532	D	hs	31
60	NSW	M	9101	9268	D	hs	41
61	NSW	M	9096	9226	D	hs	34
62	NSW	M	9128	9660	D	hs	37
63	NSW	M	9125	9207	D	hs	31
64	NSW	M	9083	9682	D	hs	37
65	NSW	M	9150	9285	D	hs	38

66	NSW	F	9014	9152	D	blood	44
67	NSW	M	9157	9962	D	hs	41
68	NSW	M	9098	9418	D	hs	41
69	NSW	M	8913	9082	D	hs	32
70	NSW	M	9141	9222	D	hs	40
71	NSW	M	9158	9920	D	hs	23
72	NSW	M	9167	10461	D	hs	42
73	NSW	M	9244	9379	D	hs	33
74	NSW	M	9138	9565	D	hs	47
75	NSW	M	9222	9536	D	hs	52
76	NSW	M	9272	9290	D	hs	35
77	NSW	M	9131	9392	D	hs	38
78	NSW	M	9236	10013	D	hs	23
79	NSW	M	9145	9250	D	hs	45
80	NSW	M	8964	9300	D	haem	48
81	NSW	M	9207	9768	D	hs	32
82	NSW	M	9240	9447	D	hs	38
83	NSW	M	9281	9723	D	hs	25
84	NSW	M	9300	9736	D	hs	36
85	NSW	M	9294	10070	D	hs	39
86	NSW	F	9258	9259	D	blood	25
87	NSW	M	9145	9436	D	hs	33
88	NSW	M	9310	9533	D	hs	35
89	NSW	M	9344	11320	D	hs	49
90	NSW	M	9185	9214	D	hs	38
91	NSW	M	9247	9549	D	hs	30
92	NSW	M	9201	9315	D	hs	44
93	NSW	F	9349	9392	D	blood	55
94	NSW	M	9246	9956	D	hs	31
95	NSW	M	9273	10018	D	hs	32
96	NSW	M	9241	9576	D	hs	29
97	NSW	M	9264	9451	D	hs	42
98	NSW	M	9310	9730	D	hs	28
99	NSW	M	9230	9501	D	hs	49

100	NSW	M	9361	10046	D	hs	32
101	NSW	M	9225	9318	D	hs	42
102	NSW	M	9233	9304	D	hs	33
103	NSW	M	9413	9986	D	hs	29
104	NSW	M	9270	10237	D	hs	28
105	NSW	F	9385	9600	D	blood	70
106	NSW	M	9272	9380	D	hs	33
107	NSW	M	9236	10738	D	hs	34
108	NSW	M	9398	9782	D	hs	33
109	NSW	M	9347	9639	D	hs	27
110	NSW	M	9248	9630	D	hs	38
111	NSW	M	9273	10295	D	hs	46
112	NSW	M	9470	9489	D	hs	45
113	NSW	M	9344	9705	D	hs	36
114	NSW	M	9412	9457	D	hs	39
115	NSW	M	9334	9615	D	hs	31
116	NSW	M	9167	9492	D	blood	16
117	NSW	M	9301	9462	D	hs	48
118	NSW	M	9378	9684	D	hs	24
119	NSW	M	9446	10717	D	hs	25
120	NSW	M	9380	9763	D	hs	42
121	NSW	M	9401	9604	D	hs	23
122	NSW	M	9439	9695	D	other	48
123	NSW	M	9383	10679	D	hs	49
124	NSW	M	9369	9448	D	hs	38
125	NSW	M	9516	9532	D	blood	69
126	NSW	M	9452	9561	D	hs	37
127	NSW	M	9267	9964	D	hs	34
128	NSW	M	9474	9827	D	hs	30
129	NSW	M	9378	9757	D	hs	29
130	NSW	M	9301	9355	D	haem	59
131	NSW	M	9327	9757	D	hs	25
132	NSW	M	9439	9449	D	other	48
133	NSW	M	9534	9579	D	hs	34

134	NSW	M	9436	9452	D	hs	41
135	NSW	M	9489	9870	D	hs	41
136	NSW	M	9429	9735	D	hs	36
137	NSW	M	9514	9812	D	hs	20
138	NSW	M	9439	9518	D	hs	49
139	NSW	M	9555	11504	A	hs	45
140	NSW	M	9456	9525	D	hs	64
141	NSW	M	9413	9434	D	hs	27
142	NSW	M	9419	9893	D	hs	39
143	NSW	M	9566	9592	D	hs	28
144	NSW	M	9467	9518	D	hs	46
145	NSW	M	9525	9831	D	hs	24
146	NSW	M	9434	9543	D	hs	34
147	NSW	M	9496	9617	D	hs	26
148	NSW	M	9512	9532	D	hs	35
149	NSW	M	9277	9595	D	hs	31
150	NSW	M	9109	9388	D	blood	52
151	NSW	M	9510	9584	D	hs	34
152	NSW	M	9615	9945	D	hs	41
153	NSW	M	9571	9816	D	hs	38
154	NSW	M	9462	9999	D	hs	39
155	NSW	M	9480	10565	D	hs	39
156	NSW	M	9501	9507	D	blood	56
157	NSW	M	9501	9791	D	hs	49
158	NSW	M	9605	9857	D	hs	41
159	NSW	M	9596	9936	D	hs	31
160	NSW	M	9585	9613	D	hs	32
161	NSW	M	9549	9607	D	hs	37
162	NSW	M	9517	9956	D	hs	36
163	NSW	M	9636	9651	D	blood	57
164	NSW	M	9588	10976	D	hs	32
165	NSW	M	10813	10813	D	hs	44
166	NSW	M	9485	10171	D	hs	40
167	NSW	M	9642	9887	D	hs	33

168	NSW	M	9629	9833	D	hs	32
169	NSW	M	9639	9957	D	hs	38
170	NSW	F	9265	9525	D	blood	17
171	NSW	M	9551	9843	D	hs	35
172	NSW	M	9655	9997	D	hs	37
173	NSW	M	9568	9637	D	hs	38
174	NSW	M	9518	9773	D	hs	27
175	NSW	M	9684	11504	A	hs	38
176	NSW	M	9667	9749	D	hs	26
177	NSW	M	9598	10623	D	hs	40
178	NSW	M	9552	9932	D	hs	36
179	NSW	M	9581	9606	D	hs	40
180	NSW	M	9558	9848	D	hsid	21
181	NSW	M	9693	9877	D	hs	38
182	NSW	M	9620	9934	D	hs	29
183	NSW	M	9645	9945	D	hs	31
184	NSW	M	9572	9741	D	hs	34
185	NSW	M	9695	11504	A	hs	40
186	NSW	M	9595	10154	D	hs	29
187	NSW	M	9689	10136	D	id	34
188	NSW	M	9673	9880	D	hs	39
189	NSW	M	9551	9591	D	hs	43
190	NSW	M	9606	10045	D	hs	30
191	NSW	F	9189	9700	D	blood	57
192	NSW	M	9647	9718	D	hs	36
193	NSW	M	9682	9791	D	hs	29
194	NSW	M	9681	11504	A	hs	23
195	NSW	M	9652	9683	D	hs	24
196	NSW	M	9697	9867	D	hs	49
197	NSW	M	9620	9677	D	hs	82
198	NSW	M	9741	11504	A	hs	37
199	NSW	M	9596	9851	D	hs	52
200	NSW	M	9641	9843	D	hs	45
201	NSW	M	9368	9612	D	hs	42

202	NSW	M	9713	9827	D	hs	39
203	NSW	M	9778	10007	D	hs	57
204	NSW	M	9639	9875	D	hs	30
205	NSW	M	9625	9642	D	hs	49
206	NSW	M	9714	10029	D	hs	25
207	NSW	M	9676	9905	D	hs	28
208	NSW	M	9700	9767	D	hs	51
209	NSW	M	9685	9733	D	hs	44
210	NSW	M	9639	11234	D	hs	37
211	NSW	M	9694	9855	D	hs	41
212	NSW	M	9708	9850	D	hs	37
213	NSW	M	9459	11095	D	hs	48
214	NSW	M	9619	9756	D	hs	26
215	NSW	M	9661	9980	D	hs	31
216	NSW	M	9741	10625	D	hs	42
217	NSW	M	9744	10007	D	hs	31
218	NSW	M	9645	11504	A	hs	23
219	NSW	M	9796	9863	D	hs	42
220	NSW	M	9719	10690	D	hs	31
221	NSW	M	9790	9918	D	hs	47
222	NSW	M	9747	9886	D	hs	39
223	NSW	M	9780	10022	D	hs	33
224	NSW	M	9780	10104	D	hs	42
225	NSW	M	9654	10040	D	hs	28
226	NSW	M	9700	10562	D	hs	35
227	NSW	M	9751	10123	D	hs	34
228	NSW	M	9634	10048	D	hs	35
229	NSW	M	9656	10109	D	hs	38
230	NSW	F	9787	9879	D	blood	71
231	NSW	M	9707	10254	D	hs	30
232	NSW	M	9734	11504	A	hs	29
233	NSW	M	9755	9857	D	hs	24
234	NSW	M	9693	9752	D	hs	54
235	NSW	M	9726	9741	D	hs	30

236	NSW	M	9661	9847	D	hs	27
237	NSW	M	9745	11504	A	hs	35
238	NSW	M	9742	9743	D	hs	25
239	NSW	M	9653	11504	A	hs	53
240	NSW	M	9684	11504	A	hsid	41
241	NSW	M	9841	9849	D	hs	38
242	NSW	M	9670	9687	D	hs	44
243	NSW	M	9675	10364	D	hs	31
244	NSW	M	9790	9840	D	hsid	30
245	NSW	M	9679	9694	D	blood	58
246	NSW	M	9763	9997	D	hs	40
247	NSW	M	9999	10419	D	hs	57
248	NSW	M	9739	10181	D	hs	31
249	NSW	M	9759	9767	D	hs	33
250	NSW	M	9839	10419	D	hs	49
251	NSW	M	9726	9810	D	hs	66
252	NSW	M	9834	10260	D	hs	35
253	NSW	M	9873	10135	D	hsid	25
254	NSW	M	9700	10072	D	hs	21
255	NSW	M	9867	9961	D	hs	33
256	NSW	M	9701	9874	D	hs	35
257	NSW	M	9821	10256	D	hs	26
258	NSW	M	9743	9908	D	hs	54
259	NSW	M	9758	10387	D	hs	46
260	NSW	M	9806	9925	D	hs	49
261	NSW	M	9768	9945	D	hs	69
262	NSW	M	9845	10671	D	hs	37
263	NSW	M	9871	10007	D	hs	38
264	NSW	M	9715	9736	D	hs	43
265	NSW	M	9787	9798	D	hs	47
266	NSW	M	9856	10671	D	hs	48
267	NSW	M	9710	9725	D	hs	31
268	NSW	M	9834	10040	D	hs	29
269	NSW	M	9748	9872	D	hs	34

270	NSW	M	9832	10340	D	hs	45
271	NSW	M	9763	10005	D	hs	41
272	NSW	M	9740	9748	D	hs	20
273	NSW	M	9362	9362	D	blood	12
274	NSW	M	8945	8945	D	blood	11
275	NSW	M	9775	9801	D	other	78
276	NSW	M	9752	10245	D	hs	31
277	NSW	M	10604	10682	D	blood	58
278	NSW	F	9857	10351	D	blood	47
279	NSW	F	9863	9912	D	blood	67
280	NSW	M	9824	10890	D	hs	29
281	NSW	M	9893	10000	D	hs	34
282	NSW	M	9846	9933	D	hs	40
283	NSW	M	9813	10321	D	hs	43
284	NSW	M	9869	10349	D	hs	45
285	NSW	M	9781	11398	D	hs	29
286	NSW	M	9864	10257	D	hsid	24
287	NSW	M	9865	9985	D	hs	23
288	NSW	M	9890	10059	D	hs	50
289	NSW	M	9893	9893	D	hs	39
290	NSW	M	9813	9867	D	hs	46
291	NSW	M	9922	10352	D	hs	35
292	NSW	M	9888	11064	D	hs	35
293	NSW	M	9759	9897	D	hs	47
294	NSW	M	9908	10095	D	hs	30
295	NSW	M	9835	10128	D	hs	32
296	NSW	M	9779	9888	D	hs	37
297	NSW	M	9905	10142	D	hs	25
298	NSW	M	9858	9976	D	hs	37
299	NSW	M	9946	10188	D	hs	40
300	NSW	M	9861	10557	D	hs	41
301	NSW	M	9873	9891	D	hs	31
302	NSW	M	9845	10672	D	blood	57
303	NSW	M	9955	10058	D	hs	30

304	NSW	M	9892	11504	A	hs	39
305	NSW	M	9787	9806	D	other	64
306	NSW	M	9947	10157	D	hs	48
307	NSW	M	9950	10012	D	hs	43
308	NSW	M	9805	10294	D	hs	41
309	NSW	M	9849	9926	D	hs	40
310	NSW	M	9877	10081	D	hs	34
311	NSW	M	9922	10050	D	hs	54
312	NSW	M	9919	10171	D	hs	34
313	NSW	M	9455	10212	D	hs	28
314	NSW	M	9928	10164	D	hs	55
315	NSW	M	9823	10505	D	hs	31
316	NSW	M	9782	10000	D	hs	43
317	NSW	M	9892	11504	A	hs	34
318	NSW	M	9914	11504	A	haem	32
319	NSW	M	9867	9923	D	hs	48
320	NSW	M	10018	10217	D	hs	22
321	NSW	M	9849	10066	D	hs	33
322	NSW	M	9828	9840	D	hs	39
323	NSW	M	9795	9796	D	hsid	32
324	NSW	M	9929	10038	D	hs	37
325	NSW	M	9911	10028	D	hs	30
326	NSW	M	9955	10173	D	hs	40
327	NSW	M	9969	11504	A	hs	43
328	NSW	M	9988	10583	D	hs	39
329	NSW	M	9960	10428	D	hs	38
330	NSW	M	9920	10344	D	hs	37
331	NSW	M	9868	10119	D	hs	42
332	NSW	F	9845	9847	D	blood	60
333	NSW	M	9614	9930	D	blood	29
334	NSW	M	9925	10407	D	hs	29
335	NSW	M	9862	11074	D	hs	32
336	NSW	M	9826	10010	D	hs	42
337	NSW	M	9936	10156	D	hs	38

338	NSW	M	9910	10127	D	hs	37
339	NSW	M	9975	9984	D	hs	48
340	NSW	M	9901	10674	D	hs	29
341	NSW	M	9862	9955	D	hs	42
342	NSW	M	9929	10669	D	hs	50
343	NSW	M	10010	10293	D	haem	64
344	NSW	M	9941	9944	D	hs	56
345	NSW	F	10037	10046	D	blood	22
346	NSW	M	9992	10577	D	hs	35
347	NSW	M	10006	10147	D	hs	45
348	NSW	F	9734	10037	D	id	30
349	NSW	M	9924	10859	D	hs	40
350	NSW	M	10003	10236	D	blood	39
351	NSW	M	9920	10051	D	hs	26
352	NSW	M	9948	10382	D	hs	41
353	NSW	M	9902	9999	D	hs	40
354	NSW	M	9916	10246	D	hs	31
355	NSW	F	9856	9894	D	blood	50
356	NSW	M	10024	10075	D	hs	41
357	NSW	M	9999	10116	D	hs	43
358	NSW	M	9892	10309	D	hs	27
359	NSW	M	9991	10501	D	hs	28
360	NSW	M	9979	10125	D	hs	36
361	NSW	M	10018	10660	D	hs	43
362	NSW	F	9938	10780	D	het	35
363	NSW	M	9971	9993	D	hs	26
364	NSW	M	9966	10441	D	hs	32
365	NSW	M	9919	10439	D	hs	31
366	NSW	M	10076	10088	D	hs	26
367	NSW	M	9947	10916	D	hs	53
368	NSW	M	9935	10061	D	hs	44
369	NSW	M	9915	10101	D	other	39
370	NSW	M	10041	11026	D	hs	26
371	NSW	M	10037	10039	D	hs	26

372	NSW	M	10027	10409	D	hs	39
373	NSW	M	9931	10660	D	hs	23
374	NSW	M	10013	10961	D	hs	29
375	NSW	M	10043	10809	D	hs	33
376	NSW	M	9948	10587	D	hs	29
377	NSW	M	9978	10260	D	hs	24
378	NSW	M	9940	10747	D	hs	23
379	NSW	M	10001	10439	D	hs	26
380	NSW	M	9976	10264	D	hs	33
381	NSW	M	10039	10466	D	hs	40
382	NSW	M	10062	10069	D	hs	33
383	NSW	M	10020	11081	D	hs	39
384	NSW	M	9973	11054	D	hs	37
385	NSW	M	10090	10513	D	hs	24
386	NSW	M	10054	10930	D	hs	39
387	NSW	M	10025	10354	D	hs	42
388	NSW	M	10092	10092	D	hs	55
389	NSW	M	10097	10116	D	hs	52
390	NSW	M	10063	10760	D	other	43
391	NSW	M	10028	11504	A	hs	36
392	NSW	M	9978	10539	D	hs	45
393	NSW	M	10007	10161	D	blood	39
394	NSW	M	9926	10532	D	hs	35
395	NSW	M	9992	10594	D	hs	42
396	NSW	M	10006	10816	D	hs	30
397	NSW	M	10128	10256	D	hs	48
398	NSW	M	10020	10340	D	hs	24
399	NSW	M	10086	10939	D	hs	36
400	NSW	M	10116	10622	D	hs	49
401	NSW	M	10037	10742	D	hs	44
402	NSW	M	10076	11001	D	hs	45
403	NSW	M	10083	10551	D	hsid	37
404	NSW	M	10119	10147	D	hs	30
405	NSW	M	9994	10615	D	hs	46

406	NSW	M	10111	10113	D	hs	44
407	NSW	M	10066	10322	D	hs	34
408	NSW	M	10030	10242	D	hs	40
409	NSW	M	9966	10792	D	hsid	34
410	NSW	F	10008	10024	D	blood	40
411	NSW	M	10051	10689	D	hs	37
412	NSW	M	9955	9959	D	hs	29
413	NSW	M	10112	10117	D	hs	56
414	NSW	M	10094	10762	D	hs	36
415	NSW	M	9988	10466	D	hs	36
416	NSW	M	10093	10103	D	hs	45
417	NSW	M	9980	10318	D	hs	38
418	NSW	M	10149	10466	D	hs	24
419	NSW	M	10086	10755	D	hs	27
420	NSW	M	10088	10708	D	hs	44
421	NSW	M	9976	9982	D	other	43
422	NSW	M	10127	10468	D	hs	32
423	NSW	M	10066	10859	D	hs	33
424	NSW	M	10033	10288	D	hs	33
425	NSW	M	10081	10560	D	hs	34
426	NSW	M	10122	10374	D	hs	53
427	NSW	M	9890	10046	D	hs	56
428	NSW	M	10066	10625	D	hs	32
429	NSW	M	10104	10426	D	hs	34
430	NSW	M	10162	10869	D	hs	36
431	NSW	M	9436	10938	D	blood	3
432	NSW	M	10188	10210	D	hs	24
433	NSW	M	10007	11504	A	hs	27
434	NSW	M	10098	10260	D	hs	34
435	NSW	M	10032	10967	D	hs	52
436	NSW	M	10064	11504	A	hs	32
437	NSW	F	9781	9793	D	blood	59
438	NSW	M	10129	10139	D	hs	39
439	NSW	M	10033	10507	D	hs	43

440	NSW	M	9967	11380	D	hs	40
441	NSW	M	10141	11504	A	hs	27
442	NSW	M	10085	10441	D	hs	41
443	NSW	M	10079	10881	D	hs	50
444	NSW	M	10163	11382	D	hs	37
445	NSW	M	10095	10844	D	hs	29
446	NSW	M	10177	10682	D	hs	30
447	NSW	M	10038	10174	D	hs	32
448	NSW	M	10069	10167	D	hs	38
449	NSW	M	10166	10631	D	hs	40
450	NSW	M	10186	10321	D	hs	31
451	NSW	M	10200	10395	D	hs	28
452	NSW	M	10057	10081	D	hs	27
453	NSW	M	10094	10490	D	hs	38
454	NSW	M	10098	10462	D	hs	37
455	NSW	M	10184	10367	D	hs	35
456	NSW	M	10167	10447	D	hs	43
457	NSW	M	10053	11350	D	hs	41
458	NSW	M	10084	10423	D	hs	27
459	NSW	M	10109	10942	D	hs	37
460	NSW	M	10101	11504	A	hsid	24
461	NSW	M	9978	10990	D	hsid	32
462	NSW	M	10064	10212	D	hs	32
463	NSW	M	10088	10611	D	hs	38
464	NSW	M	10195	10905	D	hs	34
465	NSW	M	10158	11237	D	hs	42
466	NSW	M	10136	10936	D	hs	36
467	NSW	M	10061	11094	D	hs	58
468	NSW	M	10078	10636	D	hs	45
469	NSW	M	10187	10787	D	hs	34
470	NSW	M	10160	10965	D	hs	34
471	NSW	M	10139	10594	D	hs	35
472	NSW	M	10205	10868	D	hs	36
473	NSW	M	10100	11032	D	hs	33

474	NSW	F	10130	10239	D	blood	69
475	NSW	M	10708	10765	D	hs	49
476	NSW	M	10129	11504	A	hs	33
477	NSW	M	10034	11504	A	hs	33
478	NSW	M	10171	10668	D	hs	28
479	NSW	M	10174	10302	D	hs	37
480	NSW	F	10151	10535	D	blood	27
481	NSW	M	10211	11504	A	hs	27
482	NSW	M	10182	10206	D	hs	47
483	NSW	M	10209	11504	A	hs	26
484	NSW	M	10119	10515	D	hs	27
485	NSW	M	9914	10122	D	other	70
486	NSW	M	10174	10315	D	hs	38
487	NSW	M	10173	10260	D	hs	41
488	NSW	M	10099	10111	D	hs	50
489	NSW	M	10217	11066	D	hs	37
490	NSW	M	10218	10730	D	hs	35
491	NSW	M	10167	10563	D	hsid	20
492	NSW	M	10137	10186	D	hs	52
493	NSW	M	10215	11165	D	hs	30
494	NSW	M	10083	10266	D	hs	34
495	NSW	M	10103	10297	D	hs	25
496	NSW	M	9637	9684	D	hsid	24
497	NSW	M	10111	10495	D	hs	32
498	NSW	M	10236	10397	D	hs	41
499	NSW	M	10268	11504	A	hs	29
500	NSW	M	10134	10678	D	hs	36
501	NSW	M	10141	10705	D	haem	36
502	NSW	M	10191	11504	A	hs	42
503	NSW	M	9979	10336	D	blood	41
504	NSW	M	10225	10362	D	hs	35
505	NSW	M	10241	10276	D	hs	51
506	NSW	M	10126	11504	A	hs	38
507	NSW	M	10121	10641	D	hs	52

508	NSW	M	10262	10839	D	hs	31
509	NSW	M	10271	10273	D	hs	36
510	NSW	F	10214	10232	D	blood	63
511	NSW	M	9555	10153	D	hs	35
512	NSW	M	10283	10944	D	hs	33
513	NSW	M	10256	10704	D	hs	34
514	NSW	M	10283	10924	D	hs	25
515	NSW	M	10136	10678	D	hs	30
516	NSW	M	10173	10860	D	hs	37
517	NSW	M	10062	10999	D	hs	37
518	NSW	M	10213	10735	D	hs	43
519	NSW	M	10216	10325	D	hs	53
520	NSW	M	10249	10299	D	hs	45
521	NSW	M	10172	10174	D	hs	40
522	NSW	M	10181	10184	D	hs	50
523	NSW	M	10163	10284	D	hs	39
524	NSW	M	10137	11504	A	hs	33
525	NSW	M	10230	10717	D	hs	30
526	NSW	M	10203	10903	D	hsid	35
527	NSW	M	10321	11504	A	hs	38
528	NSW	M	9998	10032	D	hs	31
529	NSW	M	10252	10498	D	hs	30
530	NSW	M	10274	10699	D	hs	31
531	NSW	F	10185	11237	D	id	24
532	NSW	M	10218	11504	A	hs	35
533	NSW	M	10251	11504	A	hs	40
534	NSW	M	10197	11504	A	hs	44
535	NSW	M	10175	10472	D	hs	40
536	NSW	M	10252	10261	D	hs	53
537	NSW	M	10178	11504	A	hs	39
538	NSW	M	10262	10825	D	hs	27
539	NSW	M	10310	10814	D	hs	33
540	NSW	M	10334	10469	D	hs	23
541	NSW	M	10275	11285	D	hs	48

542	NSW	M	10294	10642	D	hs	43
543	NSW	M	10290	10827	D	hs	29
544	NSW	M	10172	11041	D	hs	29
545	NSW	M	10250	11254	D	hs	41
546	NSW	M	10143	10349	D	hs	34
547	NSW	M	10169	10462	D	blood	65
548	NSW	M	10345	11071	D	hs	48
549	NSW	M	10274	10897	D	hs	43
550	NSW	M	10146	10423	D	blood	65
551	NSW	M	10307	11129	D	hs	47
552	NSW	M	10220	11504	A	hs	31
553	NSW	M	10264	10559	D	hs	50
554	NSW	M	10299	10735	D	hs	38
555	NSW	M	10311	10471	D	hs	44
556	NSW	M	10304	10312	D	hs	43
557	NSW	M	10241	11504	A	hs	39
558	NSW	M	10330	10939	D	hs	45
559	NSW	M	10217	11095	D	hs	38
560	NSW	M	10295	10315	D	hs	41
561	NSW	M	10329	11504	A	hs	41
562	NSW	M	10212	11504	A	hs	40
563	NSW	M	10216	10571	D	hs	26
564	NSW	M	10311	10404	D	hs	28
565	NSW	M	10365	11372	D	hs	38
566	NSW	M	10322	10776	D	hs	40
567	NSW	M	10195	11328	D	haem	21
568	NSW	M	10350	11133	D	hs	46
569	NSW	M	10230	11471	D	hs	42
570	NSW	M	10283	11504	A	hs	31
571	NSW	M	10318	10705	D	hs	42
572	NSW	M	10247	10655	D	hs	41
573	NSW	M	10220	10727	D	hs	34
574	NSW	M	10380	11504	A	hs	36
575	NSW	M	10351	11504	A	hs	27

576	NSW	M	10309	10990	D	hs	50
577	NSW	F	10291	11504	A	blood	5
578	NSW	M	10275	11504	A	hs	45
579	NSW	M	10421	11265	D	hs	25
580	NSW	F	10423	11504	A	other	68
581	NSW	M	10443	10893	D	hs	42
582	NSW	M	10412	10788	D	hs	41
583	NSW	F	9707	10372	D	blood	30
584	NSW	M	10301	11504	A	hs	22
585	NSW	M	10355	10371	D	hs	49
586	NSW	M	10145	10755	D	hs	41
587	NSW	M	10167	10883	D	hs	34
588	NSW	M	10256	11229	D	hs	32
589	NSW	M	10336	10714	D	hs	29
590	NSW	M	10316	11041	D	hs	41
591	NSW	M	10405	11112	D	hs	31
592	NSW	M	10255	11415	D	hs	39
593	NSW	M	10317	10376	D	hs	52
594	NSW	M	10392	10657	D	hs	61
595	NSW	M	10314	10375	D	hs	45
596	NSW	M	10345	11054	D	hs	41
597	NSW	M	10377	10940	D	hs	37
598	NSW	M	10424	10446	D	hs	28
599	NSW	M	10318	10365	D	hs	35
600	NSW	M	10355	10355	D	hs	67
601	NSW	M	10254	11504	A	hs	47
602	NSW	M	10314	11504	A	hs	35
603	NSW	M	10292	11068	D	hs	27
604	NSW	M	10315	10775	D	hs	39
605	NSW	M	10330	11504	A	hs	44
606	NSW	M	10387	10785	D	hs	24
607	NSW	M	10424	10904	D	hs	28
608	NSW	M	10361	11039	D	hs	24
609	NSW	M	10370	10603	D	hs	39

610	NSW	M	10435	10927	D	hs	37
611	NSW	M	10441	10512	D	hs	40
612	NSW	M	10379	11504	A	hs	25
613	NSW	M	10364	11191	D	hs	37
614	NSW	M	10391	11504	A	hs	32
615	NSW	M	10345	10458	D	hs	29
616	NSW	M	10384	11182	D	hs	39
617	NSW	M	10396	10794	D	hs	44
618	NSW	M	10371	10626	D	hs	38
619	NSW	M	10460	10479	D	hs	24
620	NSW	M	10409	10762	D	hs	41
621	NSW	M	10358	11007	D	hs	23
622	NSW	M	10435	10736	D	hs	34
623	NSW	M	10449	10860	D	hs	32
624	NSW	M	10429	11376	D	hs	28
625	NSW	M	10448	10583	D	hs	34
626	NSW	M	10446	11062	D	hs	40
627	NSW	M	10319	10319	D	hs	41
628	NSW	M	10351	10351	D	hs	31
629	NSW	M	10416	11504	A	het	31
630	NSW	M	10494	11336	D	hs	47
631	NSW	M	10509	11370	D	hs	54
632	NSW	F	10438	11504	A	other	25
633	NSW	M	10371	10457	D	hs	30
634	NSW	M	10384	10405	D	hs	66
635	NSW	M	10340	10911	D	hs	39
636	NSW	M	10455	10902	D	hs	39
637	NSW	M	10457	10582	D	hs	65
638	NSW	M	10372	10577	D	hs	45
639	NSW	M	10500	10949	D	hs	28
640	NSW	M	10372	11504	A	hs	39
641	NSW	M	10448	10831	D	hs	33
642	NSW	M	10483	11094	D	hs	27
643	NSW	M	10466	10488	D	hs	42

644	NSW	M	10432	10778	D	hs	29
645	NSW	M	10383	10815	D	hs	37
646	NSW	F	10482	11115	D	id	18
647	NSW	M	10403	10711	D	hs	30
648	NSW	M	10395	10782	D	hs	30
649	NSW	M	10521	10794	D	hs	48
650	NSW	M	10431	10836	D	hs	42
651	NSW	M	10437	10846	D	hs	40
652	NSW	M	10330	11504	A	hs	24
653	NSW	M	10460	10492	D	hs	37
654	NSW	M	10508	10630	D	hs	53
655	NSW	M	10418	11044	D	hs	30
656	NSW	M	10476	11504	A	hs	25
657	NSW	M	10412	11504	A	hs	50
658	NSW	M	10521	10819	D	hs	39
659	NSW	M	10522	11504	A	hs	29
660	NSW	M	10399	11390	D	haem	20
661	NSW	M	10431	10676	D	het	74
662	NSW	M	10243	10639	D	hs	47
663	NSW	M	10377	10487	D	hs	52
664	NSW	M	10488	10965	D	hs	26
665	NSW	M	10540	11239	D	hs	43
666	NSW	M	10521	10634	D	hs	46
667	NSW	M	10403	11031	D	hs	55
668	NSW	M	10522	11098	D	hs	33
669	NSW	M	10393	11262	D	hs	33
670	NSW	M	10432	11504	A	hs	51
671	NSW	M	10447	11169	D	hs	27
672	NSW	M	10497	10799	D	hs	22
673	NSW	M	10459	10957	D	hs	30
674	NSW	M	10446	10996	D	hs	30
675	NSW	M	10490	11277	D	hs	31
676	NSW	M	10519	10586	D	hs	30
677	NSW	M	10488	11014	D	hs	30

678	NSW	M	10413	10711	D	hs	38
679	NSW	M	10424	10949	D	hs	25
680	NSW	M	10534	11009	D	hs	39
681	NSW	M	10415	11504	A	hs	49
682	NSW	M	10566	11092	D	hs	58
683	NSW	M	10408	10881	D	hs	49
684	NSW	M	10543	11213	D	hs	29
685	NSW	M	10419	10850	D	hs	44
686	NSW	M	10456	11156	D	hs	23
687	NSW	M	10451	10816	D	hs	28
688	NSW	M	10551	11504	A	hs	44
689	NSW	M	10422	10737	D	other	29
690	NSW	M	10479	11053	D	hs	31
691	NSW	M	10537	10744	D	hs	40
692	NSW	M	10410	10736	D	hs	37
693	NSW	M	10571	10873	D	other	56
694	NSW	M	10424	10924	D	hs	33
695	NSW	M	10529	10597	D	hsid	32
696	NSW	M	10461	10825	D	hsid	24
697	NSW	M	10571	11109	D	hs	34
698	NSW	M	10462	10912	D	hs	53
699	NSW	M	10440	10832	D	hsid	24
700	NSW	M	10461	10626	D	hs	24
701	NSW	M	10501	10505	D	hs	35
702	NSW	M	10568	11180	D	hs	38
703	NSW	M	10448	11078	D	hs	29
704	NSW	M	10481	10690	D	haem	52
705	NSW	M	10355	11504	A	hsid	33
706	NSW	M	10289	11168	D	hs	22
707	NSW	M	10309	11504	A	hs	38
708	NSW	M	10451	11052	D	hs	31
709	NSW	M	10430	10577	D	hs	55
710	NSW	M	10472	11504	A	hs	32
711	NSW	M	10552	11075	D	hs	31

712	NSW	M	10539	10594	D	hs	32
713	NSW	M	10455	10929	D	hs	27
714	NSW	M	10468	10744	D	hs	26
715	NSW	M	10512	11285	D	hs	44
716	NSW	M	10546	11284	D	hs	30
717	NSW	M	10494	11504	A	hs	51
718	NSW	M	10509	10862	D	hs	44
719	NSW	M	10425	10919	D	hs	29
720	NSW	M	10432	11369	D	hs	26
721	NSW	M	10591	10977	D	hs	32
722	NSW	M	10617	10635	D	hs	29
723	NSW	M	10514	10949	D	hs	43
724	NSW	M	10478	11504	A	hs	41
725	NSW	M	10569	10894	D	hs	36
726	NSW	M	10473	10886	D	hs	25
727	NSW	M	10092	10621	D	hs	49
728	NSW	M	10236	11504	A	hs	29
729	NSW	M	10428	10959	D	hs	33
730	NSW	M	10532	10962	D	hs	38
731	NSW	M	10477	10669	D	hs	62
732	NSW	M	10568	11504	A	hs	47
733	NSW	M	10500	11504	A	hs	23
734	NSW	M	10460	11504	A	hs	30
735	NSW	M	10496	11373	D	hs	45
736	NSW	M	10546	11504	A	hs	23
737	NSW	M	10285	11109	D	hs	33
738	NSW	M	10524	10840	D	hs	37
739	NSW	M	10163	11227	D	hs	47
740	NSW	M	10305	11205	D	hs	42
741	NSW	M	10452	10868	D	hs	36
742	NSW	M	10525	11504	A	hs	55
743	NSW	M	10529	11504	A	blood	51
744	NSW	M	10389	10608	D	hs	56
745	NSW	M	10572	10868	D	hs	38

746	NSW	F	10437	10666	D	blood	32
747	NSW	M	10502	11288	D	hs	42
748	NSW	M	10511	11197	D	hs	27
749	NSW	M	10483	10640	D	hs	38
750	NSW	M	10624	11137	D	hs	61
751	NSW	M	10516	11128	D	hs	26
752	NSW	M	10475	11188	D	hs	38
753	NSW	M	10487	11504	A	hs	38
754	NSW	M	10592	11078	D	hs	28
755	NSW	M	10496	10668	D	hs	38
756	NSW	M	10492	11504	A	hsid	37
757	NSW	M	10551	10553	D	hs	52
758	NSW	M	10623	11504	A	hs	27
759	NSW	M	10577	11172	D	hs	29
760	NSW	M	10528	11504	A	blood	18
761	NSW	M	10560	11051	D	hs	48
762	NSW	M	10599	10758	D	hs	30
763	NSW	M	10498	10830	D	hs	31
764	NSW	F	10584	11238	D	mother	5
765	NSW	M	10519	10865	D	other	45
766	NSW	M	10083	10884	D	hs	40
767	NSW	M	10650	11236	D	hs	46
768	NSW	M	10551	11312	D	hs	32
769	NSW	M	10576	11495	A	hs	34
770	NSW	M	10527	11144	D	hs	43
771	NSW	M	10610	10706	D	hs	50
772	NSW	M	10515	10932	D	hs	43
773	NSW	M	10521	10770	D	hs	23
774	NSW	M	10524	10538	D	hs	44
775	NSW	M	10588	11215	D	hs	36
776	NSW	M	10646	10746	D	hs	42
777	NSW	M	10579	11024	D	hs	41
778	NSW	M	10643	10671	D	hs	28
779	NSW	M	10582	11339	D	hs	38

780	NSW	M	10612	10839	D	hs	45
781	NSW	M	10515	11037	D	hsid	25
782	NSW	M	10595	10953	D	hs	26
783	NSW	M	10383	11504	A	hs	38
784	NSW	M	10568	10986	D	hsid	26
785	NSW	M	10535	11504	A	hs	37
786	NSW	M	10689	11504	A	hs	32
787	NSW	M	10570	11504	A	hs	26
788	NSW	M	10563	11232	D	hs	34
789	NSW	M	10651	10821	D	hs	53
790	NSW	M	10595	11504	A	hs	35
791	NSW	M	10679	10861	D	hs	40
792	NSW	M	10665	11504	A	hs	36
793	NSW	M	10566	11504	A	hs	39
794	NSW	M	10648	11221	D	hs	34
795	NSW	M	10772	11504	A	hs	42
796	NSW	M	10676	11195	D	hs	42
797	NSW	M	10682	11504	A	hs	39
798	NSW	M	10689	11038	D	hs	51
799	NSW	M	10196	10582	D	hs	38
800	NSW	M	10677	11344	D	hs	24
801	NSW	M	10354	11307	D	hs	34
802	NSW	M	10621	11291	D	hs	41
803	NSW	M	10579	10585	D	hs	30
804	NSW	M	10659	11007	D	hs	39
805	NSW	M	10671	10783	D	hs	26
806	NSW	M	10643	11504	A	hsid	39
807	NSW	M	9873	11033	D	hs	38
808	NSW	M	10681	10716	D	hs	38
809	NSW	M	10610	11061	D	hs	29
810	NSW	F	10649	10705	D	het	63
811	NSW	M	10632	11005	D	hs	45
812	NSW	M	10586	11504	A	hs	39
813	NSW	F	10597	11504	A	id	24

814	NSW	M	10680	11370	D	hs	30
815	NSW	M	10687	11504	A	hs	33
816	NSW	M	10639	11347	D	hs	27
817	NSW	M	10645	10949	D	hs	38
818	NSW	M	10586	10743	D	hs	42
819	NSW	M	10632	11318	D	hs	30
820	NSW	M	10646	11283	D	hs	40
821	NSW	M	10569	11504	A	hs	42
822	NSW	M	10402	10545	D	hs	28
823	NSW	M	10647	11504	A	hs	41
824	NSW	M	10680	10832	D	hs	29
825	NSW	M	10683	10717	D	hs	67
826	NSW	M	10636	11368	D	hs	26
827	NSW	M	10651	11062	D	hs	31
828	NSW	M	10619	11339	D	hs	38
829	NSW	M	10629	10781	D	hs	34
830	NSW	M	10365	10963	D	hs	34
831	NSW	M	10639	11157	D	hs	33
832	NSW	M	10463	10795	D	hs	36
833	NSW	M	10707	11504	A	hs	36
834	NSW	M	10729	10952	D	hs	35
835	NSW	M	10724	11504	A	hs	32
836	NSW	M	10735	10825	D	hs	33
837	NSW	M	10681	10789	D	hs	64
838	NSW	M	10620	10948	D	hs	51
839	NSW	M	10653	10961	D	hs	48
840	NSW	M	10668	10805	D	hs	41
841	NSW	M	10741	10747	D	hs	27
842	NSW	M	10535	10565	D	hs	46
843	NSW	M	10615	11504	A	hs	23
844	NSW	M	10636	11286	D	hs	44
845	NSW	M	10643	10788	D	hs	37
846	NSW	M	10688	11226	D	hs	27
847	NSW	M	10706	11504	A	hs	48

848	NSW	M	10600	11288	D	hsid	30
849	NSW	M	10747	11504	A	id	28
850	NSW	M	10629	11374	D	hs	45
851	NSW	M	10287	11504	A	hs	35
852	NSW	M	10688	11504	A	hs	33
853	NSW	M	10468	10949	D	hs	25
854	NSW	M	10741	11187	D	hs	47
855	NSW	M	10543	10807	D	hs	40
856	NSW	M	10698	11504	A	hs	48
857	NSW	M	10253	11504	A	hs	31
858	NSW	M	10701	11337	D	hs	33
859	NSW	M	10547	10873	D	hs	41
860	NSW	M	10633	10997	D	hs	36
861	NSW	M	10607	11129	D	hs	37
862	NSW	F	10587	11504	A	other	24
863	NSW	M	10681	11422	D	hs	34
864	NSW	M	10637	11213	D	hs	24
865	NSW	M	10628	11287	D	hs	43
866	NSW	M	10755	10755	D	hs	57
867	NSW	M	10740	10767	D	hs	51
868	NSW	M	10806	11072	D	hs	41
869	NSW	M	10671	11242	D	hs	38
870	NSW	M	10523	11339	D	hs	39
871	NSW	M	10670	11220	D	hs	43
872	NSW	M	10817	11244	D	id	36
873	NSW	M	10691	11504	A	het	42
874	NSW	M	10639	11454	D	blood	46
875	NSW	M	10821	10822	D	hs	36
876	NSW	M	10665	10674	D	hs	27
877	NSW	M	10717	11058	D	hs	39
878	NSW	M	10683	11026	D	hs	39
879	NSW	M	10633	11504	A	hs	43
880	NSW	M	10715	10731	D	hs	41
881	NSW	M	10518	10648	D	hs	48

882	NSW	M	10805	10974	D	hsid	32
883	NSW	M	10757	11050	D	hs	50
884	NSW	M	10807	11057	D	hs	33
885	NSW	M	10775	10958	D	hs	40
886	NSW	M	10758	11504	A	hs	27
887	NSW	M	10830	11100	D	hs	28
888	NSW	M	10835	11464	D	hs	49
889	NSW	M	10776	10786	D	hs	35
890	NSW	M	10679	11026	D	hs	37
891	NSW	M	10818	10841	D	hs	47
892	NSW	M	10585	10831	D	hs	43
893	NSW	M	10734	11367	D	hs	39
894	NSW	M	10461	11504	A	hs	44
895	NSW	M	10350	11504	A	hs	29
896	NSW	M	10690	11504	A	hs	35
897	NSW	M	10723	11377	D	hs	36
898	NSW	M	10782	10831	D	hs	29
899	NSW	M	10453	11044	D	hs	24
900	NSW	M	10719	11472	D	het	49
901	NSW	M	10830	11114	D	hs	40
902	NSW	M	10485	10724	D	hs	34
903	NSW	M	10865	11317	D	hs	28
904	NSW	M	10746	11203	D	hs	32
905	NSW	M	10776	11205	D	hs	37
906	NSW	M	10739	11430	D	hs	33
907	NSW	M	10737	11504	A	hs	41
908	NSW	M	10868	11200	D	id	34
909	NSW	M	10765	11475	D	hs	24
910	NSW	M	10799	11504	A	hsid	26
911	NSW	M	10880	11108	D	hs	30
912	NSW	M	10789	11302	D	hs	34
913	NSW	M	10743	11504	A	hs	24
914	NSW	M	10762	10763	D	hs	42
915	NSW	M	10720	10983	D	id	34

916	NSW	M	10840	11439	D	hs	45
917	NSW	M	10783	11443	D	hs	39
918	NSW	M	10735	11504	A	hs	37
919	NSW	M	10793	11150	D	hs	42
920	NSW	M	10827	10868	D	hs	29
921	NSW	M	10796	11504	A	hs	31
922	NSW	M	10802	10927	D	hs	39
923	NSW	M	10753	10754	D	blood	24
924	NSW	M	10555	11158	D	hs	30
925	NSW	M	10802	11275	D	hs	32
926	NSW	M	10800	10963	D	hs	45
927	NSW	M	10914	11057	D	hs	28
928	NSW	M	10860	11504	A	hs	25
929	NSW	M	10741	10909	D	hs	36
930	NSW	M	10770	11504	A	hsid	33
931	NSW	M	10777	11504	A	hs	47
932	NSW	M	10911	11504	A	hs	46
933	NSW	M	10597	11504	A	blood	5
934	NSW	M	10767	11504	A	mother	3
935	NSW	M	10688	10944	D	haem	15
936	NSW	M	10760	11163	D	hs	53
937	NSW	M	10136	10848	D	hs	32
938	NSW	M	10696	11069	D	hs	33
939	NSW	M	10723	10868	D	hs	40
940	NSW	M	10840	11289	D	hs	35
941	NSW	M	10832	11504	A	hs	45
942	NSW	M	10770	10967	D	hs	50
943	NSW	M	10837	11504	A	hs	36
944	NSW	M	10772	11249	D	hs	47
945	NSW	M	10863	11504	A	hs	49
946	NSW	M	10583	10983	D	hs	43
947	NSW	M	10717	11504	A	hs	27
948	NSW	M	10886	10964	D	hs	45
949	NSW	M	10757	11504	A	hs	30

950	NSW	M	10136	11435	D	hs	43
951	NSW	M	9947	10793	D	hs	30
952	NSW	M	10929	11242	D	hs	31
953	NSW	M	10812	11304	D	hs	37
954	NSW	M	10803	10876	D	hs	50
955	NSW	M	10917	11504	A	hs	35
956	NSW	M	10905	11504	A	hs	35
957	NSW	M	10904	11116	D	hs	33
958	NSW	M	10707	10889	D	hs	54
959	NSW	M	10792	11326	D	hs	26
960	NSW	M	10857	11499	A	hs	25
961	NSW	M	10951	11504	A	hs	25
962	NSW	M	10795	10852	D	hs	33
963	NSW	M	10757	11141	D	hs	46
964	NSW	M	10801	10951	D	hs	25
965	NSW	M	10586	10820	D	hsid	37
966	NSW	M	10959	11504	D	hs	47
967	NSW	M	10928	11178	D	hs	39
968	NSW	M	10908	11012	D	hs	32
969	NSW	M	10793	10803	D	hs	29
970	NSW	M	10875	10950	D	hs	44
971	NSW	M	10884	10900	D	hs	42
972	NSW	M	10748	11014	D	hs	29
973	NSW	M	10880	11504	A	hs	43
974	NSW	M	10906	11099	D	hs	40
975	NSW	M	10898	11323	D	hs	26
976	NSW	M	10967	11504	A	hs	40
977	NSW	M	10948	11504	A	hs	28
978	NSW	M	10730	11504	A	other	66
979	NSW	M	10549	11504	A	hs	46
980	NSW	M	10849	10868	D	hs	38
981	NSW	M	10841	11109	D	hs	29
982	NSW	M	10921	11016	D	hs	40
983	NSW	M	10885	11504	A	hs	28

984	NSW	M	10882	11244	D	hs	43
985	NSW	M	10820	11504	A	hs	26
986	NSW	M	10887	11504	A	hs	33
987	NSW	F	10905	11411	D	blood	35
988	NSW	M	10262	10890	D	hs	39
989	NSW	M	10879	11095	D	hs	31
990	NSW	M	10746	10888	D	hs	32
991	NSW	M	10696	11504	A	hs	47
992	NSW	M	10606	11419	D	hs	37
993	NSW	M	10956	11103	D	hs	58
994	NSW	M	10830	10987	D	hs	32
995	NSW	M	10875	10881	D	hs	32
996	NSW	M	10909	11504	A	hs	43
997	NSW	M	10944	11183	D	hs	32
998	NSW	M	10999	11217	D	hs	38
999	NSW	M	10579	10899	D	hs	27
1000	NSW	M	10856	11504	A	hs	28
1001	NSW	M	10859	11051	D	hs	26
1002	NSW	M	10427	10956	D	hs	41
1003	NSW	M	10806	11002	D	hs	43
1004	NSW	M	10944	11479	D	hs	31
1005	NSW	M	10963	11504	A	hs	33
1006	NSW	M	10982	11504	A	hs	38
1007	NSW	M	10942	11504	A	hs	34
1008	NSW	M	10947	11123	D	hs	44
1009	NSW	M	11018	11140	D	hs	37
1010	NSW	M	10943	11504	A	hs	44
1011	NSW	M	11023	11069	D	hs	38
1012	NSW	M	10976	11098	D	hs	35
1013	NSW	M	10982	11252	D	hs	39
1014	NSW	M	10818	11504	A	hs	25
1015	NSW	M	10796	11504	A	hs	65
1016	NSW	M	10858	11157	D	blood	69
1017	NSW	M	10732	11504	A	hsid	30

1018	NSW	M	10739	10975	D	hs	29
1019	NSW	M	10720	11198	D	hs	33
1020	NSW	M	10961	11463	D	hs	44
1021	NSW	M	10565	11235	D	hs	51
1022	NSW	M	10441	11504	A	hs	38
1023	NSW	M	10603	11504	A	hsid	32
1024	NSW	M	10917	11374	D	hs	44
1025	NSW	M	10404	10954	D	id	33
1026	NSW	M	10769	11345	D	hs	38
1027	NSW	M	10727	10912	D	hs	43
1028	NSW	M	10524	10902	D	hs	44
1029	NSW	M	10665	10970	D	hs	31
1030	NSW	M	10735	11504	A	hs	30
1031	NSW	M	10908	11319	D	hs	55
1032	NSW	M	10940	10996	D	hs	35
1033	NSW	M	10795	10800	D	hs	47
1034	NSW	M	10876	10912	D	hs	33
1035	NSW	M	11000	11380	D	hs	43
1036	NSW	M	10209	10565	D	hs	37
1037	NSW	M	10846	10878	D	other	39
1038	NSW	M	10719	11243	D	hs	44
1039	NSW	M	10896	11138	D	hs	48
1040	NSW	M	10890	10894	D	hs	55
1041	NSW	M	10852	11120	D	hs	38
1042	NSW	M	10945	10952	D	hs	27
1043	NSW	M	10859	11504	A	hs	36
1044	NSW	M	10837	11045	D	hs	56
1045	NSW	M	10857	11198	D	hs	35
1046	NSW	M	10917	11408	D	hs	34
1047	NSW	M	10928	11504	A	hs	36
1048	NSW	M	10862	11094	D	id	31
1049	NSW	M	10927	11504	A	hs	37
1050	NSW	M	10823	11504	A	hs	44
1051	NSW	M	10936	11504	A	hs	52

1052	NSW	M	10593	10803	D	hs	49
1053	NSW	M	10751	10982	D	haem	15
1054	NSW	M	10531	11379	D	hs	30
1055	NSW	M	10530	11447	D	hs	39
1056	NSW	M	10930	11504	A	blood	58
1057	NSW	M	10872	10932	D	hs	41
1058	NSW	M	10473	11504	A	hs	32
1059	NSW	M	10119	10869	D	hs	28
1060	NSW	M	9741	11504	A	hs	49
1061	NSW	M	10917	10998	D	hs	44
1062	NSW	M	10843	11267	D	hsid	36
1063	NSW	M	10673	11209	D	hs	46
1064	NSW	M	10528	11169	D	hs	30
1065	NSW	M	10610	11090	D	hs	27
1066	NSW	M	10217	11462	D	hs	26
1067	NSW	M	10637	10674	D	hs	44
1068	NSW	M	10516	11038	D	hs	41
1069	NSW	M	10639	11504	A	hs	37
1070	NSW	M	10339	10690	D	hs	39
1071	NSW	M	10585	10885	D	hs	43
1072	NSW	M	10404	10438	D	hsid	21
1073	NSW	M	10736	11173	D	hs	32
1074	NSW	M	10253	10560	D	hs	39
1075	NSW	M	10958	11179	D	hs	49
1076	NSW	M	10597	11366	D	hs	27
1077	NSW	F	10124	10679	D	blood	44
1078	NSW	M	10672	11504	A	other	29
1079	NSW	M	10150	10865	D	hs	42
1080	NSW	M	10187	10803	D	hs	29
1081	NSW	M	10416	11504	A	hs	43
1082	NSW	M	10670	11237	D	id	29
1083	NSW	M	10800	10812	D	hs	33
1084	NSW	M	10904	11213	D	hs	47
1085	NSW	M	10835	11504	A	hs	33

1086	NSW	M	10958	11457	D	hs	47
1087	NSW	M	11046	11504	A	hs	43
1088	NSW	M	10419	11504	A	hs	30
1089	NSW	M	11022	11504	A	hs	32
1090	NSW	M	10501	11504	A	hs	52
1091	NSW	M	10787	11480	D	hs	37
1092	NSW	M	10846	10847	D	hs	40
1093	NSW	M	10410	11504	A	hs	45
1094	NSW	M	10477	11075	D	hs	39
1095	NSW	M	10708	11504	A	hs	30
1096	NSW	M	10386	10402	D	other	31
1097	NSW	M	9034	11504	A	hs	26
1098	NSW	M	11033	11504	A	hs	47
1099	NSW	M	10640	11504	A	hs	40
1100	NSW	M	10601	11251	D	hs	39
1101	NSW	M	10871	10904	D	hs	29
1102	NSW	M	10766	11255	D	hs	29
1103	NSW	M	10834	11504	A	hs	60
1104	NSW	M	11034	11504	A	hs	27
1105	NSW	M	10860	11504	A	hs	22
1106	NSW	M	10426	11267	D	hsid	31
1107	NSW	M	10607	11504	A	hs	43
1108	NSW	M	11017	11026	D	other	33
1109	NSW	M	10889	11504	A	hs	28
1110	NSW	M	10899	11273	D	hs	31
1111	NSW	M	10977	11504	A	hs	31
1112	NSW	M	10935	11504	A	hs	27
1113	NSW	M	10962	11096	D	hs	41
1114	NSW	M	10690	11495	A	hs	50
1115	NSW	M	10848	11122	D	hs	34
1116	NSW	M	10987	11056	D	hs	37
1117	NSW	M	10963	11504	A	hs	31
1118	NSW	M	11003	11053	D	hs	42
1119	NSW	M	10948	11277	D	hs	42

1120	NSW	M	10977	11504	A	hsid	28
1121	NSW	M	10876	11292	D	hs	50
1122	NSW	M	10273	11504	A	hs	46
1123	NSW	M	10990	11037	D	hs	43
1124	NSW	M	11047	11504	A	hs	32
1125	NSW	M	10785	11504	A	hs	39
1126	NSW	M	10491	11504	A	hs	32
1127	NSW	M	10963	11110	D	hs	43
1128	NSW	M	9971	11504	A	hs	36
1129	NSW	M	10960	11043	D	hsid	33
1130	NSW	M	10900	10914	D	hs	43
1131	NSW	M	10974	11504	A	hs	25
1132	NSW	M	11028	11504	A	hs	36
1133	NSW	M	11065	11504	A	hs	25
1134	NSW	M	10937	11504	A	hs	29
1135	NSW	M	10863	11504	A	hs	41
1136	NSW	M	10997	11181	D	hs	43
1137	NSW	M	11088	11504	A	hs	29
1138	NSW	M	10894	10945	D	hs	52
1139	NSW	M	10995	11243	D	hs	44
1140	NSW	M	11022	11504	A	hs	28
1141	NSW	M	10950	11018	D	hs	50
1142	NSW	M	10939	11380	D	hs	20
1143	NSW	M	10953	11504	A	hs	31
1144	NSW	M	11036	11504	A	hs	27
1145	NSW	M	10972	11504	A	hs	29
1146	NSW	M	10957	11504	A	hs	31
1147	NSW	M	10938	10945	D	hsid	27
1148	NSW	M	11003	11504	A	other	57
1149	NSW	M	10127	10127	D	hs	42
1150	NSW	M	10492	10984	D	blood	69
1151	NSW	M	11054	11504	A	hs	44
1152	NSW	M	10877	11504	A	hs	46
1153	NSW	M	11063	11504	A	hs	34

1154	NSW	M	10999	11504	A	hs	46
1155	NSW	M	11002	11504	A	hs	53
1156	NSW	M	11034	11159	D	hs	51
1157	NSW	M	11093	11246	D	hs	43
1158	NSW	M	11053	11504	A	hs	40
1159	NSW	M	10793	11195	D	hs	39
1160	NSW	M	11054	11167	D	hs	39
1161	NSW	M	11006	11504	A	hs	31
1162	NSW	M	10859	11011	D	hs	53
1163	NSW	M	11096	11504	A	hsid	36
1164	NSW	M	11001	11327	D	hs	43
1165	NSW	M	11125	11504	A	hs	35
1166	NSW	M	11011	11101	D	hs	52
1167	NSW	M	11072	11504	A	hs	44
1168	NSW	M	11120	11504	A	hs	41
1169	NSW	M	11030	11504	A	hs	32
1170	NSW	M	11026	11047	D	hs	31
1171	NSW	M	10405	11405	D	hs	26
1172	NSW	M	10876	11504	A	hs	38
1173	NSW	M	10878	11504	A	id	42
1174	NSW	M	11043	11499	A	hs	30
1175	NSW	M	11008	11504	A	hs	49
1176	NSW	M	10971	11156	D	hs	29
1177	NSW	M	11053	11504	A	hs	46
1178	NSW	M	11066	11504	A	hs	27
1179	NSW	M	11071	11265	D	hs	41
1180	NSW	M	11058	11504	A	hs	30
1181	NSW	M	11016	11504	A	hs	51
1182	NSW	M	11063	11088	D	hs	36
1183	NSW	M	11074	11087	D	hs	58
1184	NSW	M	11121	11502	A	hs	40
1185	NSW	M	11020	11504	A	hs	28
1186	NSW	M	10770	11001	D	hs	31
1187	NSW	M	10899	11001	D	hs	36

1188	NSW	M	11005	11450	D	hs	39
1189	NSW	M	10781	10817	D	hs	47
1190	NSW	M	10708	10917	D	other	26
1191	NSW	M	10319	10640	D	hs	49
1192	NSW	M	10175	10909	D	hs	33
1193	NSW	M	11151	11441	D	hs	37
1194	NSW	M	11082	11504	A	hs	33
1195	NSW	M	10984	11504	A	hs	47
1196	NSW	M	11029	11504	A	other	56
1197	NSW	M	11057	11504	A	hs	36
1198	NSW	M	11110	11504	A	hs	27
1199	NSW	M	11111	11504	A	hs	45
1200	NSW	M	11096	11481	D	hs	41
1201	NSW	M	11158	11504	A	hs	27
1202	NSW	M	11061	11504	A	hs	32
1203	NSW	M	11102	11504	A	hs	32
1204	NSW	M	10919	11185	D	hs	28
1205	NSW	M	10997	11504	A	hs	47
1206	NSW	M	11049	11504	A	hs	28
1207	NSW	M	11131	11347	D	hs	38
1208	NSW	M	11028	11163	D	hs	49
1209	NSW	M	11064	11067	D	other	55
1210	NSW	M	11092	11504	A	hs	30
1211	NSW	M	10584	10602	D	hsid	23
1212	NSW	M	11171	11391	D	hs	43
1213	NSW	M	10759	11504	A	hs	39
1214	NSW	M	10986	11239	D	hs	33
1215	NSW	M	11080	11504	A	hs	43
1216	NSW	M	11167	11504	A	hs	24
1217	NSW	M	11048	11504	A	hs	46
1218	NSW	M	10963	11501	D	hsid	26
1219	NSW	M	10978	11236	D	hs	34
1220	NSW	M	10860	11256	D	hsid	28
1221	NSW	M	10963	11504	A	hs	26

1222	NSW	M	10917	11504	A	hs	42
1223	NSW	F	10237	11087	D	het	50
1224	NSW	M	11038	11130	D	hs	42
1225	NSW	M	10936	11504	A	hs	29
1226	NSW	M	10797	11504	A	hs	32
1227	NSW	M	11028	11504	A	hs	27
1228	NSW	M	11036	11504	A	hs	40
1229	NSW	M	10940	11432	D	hs	28
1230	NSW	M	11040	11504	A	hs	39
1231	NSW	M	11085	11504	A	hs	35
1232	NSW	M	10925	11504	A	hs	35
1233	NSW	M	11162	11504	A	hs	30
1234	NSW	M	9933	10028	D	hs	51
1235	NSW	M	10917	11504	A	other	28
1236	NSW	M	10982	11504	A	blood	46
1237	NSW	F	11000	11462	D	id	32
1238	NSW	M	11050	11097	D	hs	29
1239	NSW	M	10502	11504	A	hs	27
1240	NSW	M	11107	11504	A	hs	33
1241	NSW	M	10828	11504	A	hs	37
1242	NSW	M	11087	11208	D	hs	44
1243	NSW	M	11134	11504	A	hs	41
1244	NSW	M	10931	10951	D	other	41
1245	NSW	M	9944	10033	D	hs	44
1246	NSW	M	10715	11504	A	other	31
1247	NSW	M	10093	10579	D	hs	43
1248	NSW	M	11210	11504	A	hs	38
1249	NSW	M	10286	10347	D	hs	39
1250	NSW	M	11162	11504	A	hs	30
1251	NSW	M	9986	9987	D	hs	42
1252	NSW	M	11054	11504	A	hs	43
1253	NSW	M	10663	11504	A	hs	32
1254	NSW	M	11031	11455	D	hs	33
1255	NSW	M	11130	11402	D	other	67

1256	NSW	M	10863	11504	A	hs	30
1257	NSW	M	11067	11465	D	hs	29
1258	NSW	M	11164	11504	A	hs	32
1259	NSW	M	11145	11504	A	hs	36
1260	NSW	M	11126	11328	D	hs	43
1261	NSW	M	10616	11504	A	hs	28
1262	NSW	M	10868	11504	A	hs	49
1263	NSW	M	10878	11504	A	hs	28
1264	NSW	M	11122	11152	D	hs	54
1265	NSW	M	10968	11504	A	hs	55
1266	NSW	M	11143	11504	A	hsid	32
1267	NSW	M	11102	11504	A	hs	40
1268	NSW	M	11205	11504	A	hs	46
1269	NSW	M	11077	11504	A	hs	31
1270	NSW	M	11094	11504	A	hs	30
1271	NSW	M	11019	11504	A	hs	42
1272	NSW	M	10905	11504	A	hs	32
1273	NSW	M	10104	10207	D	haem	25
1274	NSW	M	10988	11491	A	haem	16
1275	NSW	M	9746	9817	D	haem	56
1276	NSW	M	10309	10448	D	haem	29
1277	NSW	M	10711	10770	D	haem	62
1278	NSW	M	10942	11034	D	haem	14
1279	NSW	M	10955	11207	D	haem	28
1280	NSW	M	11012	11102	D	haem	30
1281	NSW	M	11023	11054	D	hs	43
1282	NSW	M	11154	11504	A	hs	30
1283	NSW	M	11053	11250	D	hs	47
1284	NSW	M	11095	11504	A	hs	37
1285	NSW	M	11073	11194	D	hs	29
1286	NSW	M	11136	11481	D	hs	33
1287	NSW	F	11066	11504	A	id	24
1288	NSW	M	11109	11504	A	hs	39
1289	NSW	M	11236	11504	A	hs	35

1290	NSW	M	11227	11504	A	hs	66
1291	NSW	M	10345	11352	D	hs	43
1292	NSW	M	11028	11504	A	hs	31
1293	NSW	M	11240	11504	A	hs	30
1294	NSW	M	10724	11504	A	hs	38
1295	NSW	M	11209	11412	D	hs	37
1296	NSW	M	11204	11217	D	hs	42
1297	NSW	M	11214	11504	A	hs	48
1298	NSW	M	10876	11504	A	hsid	22
1299	NSW	M	11135	11504	A	hs	42
1300	NSW	M	11148	11504	A	hs	44
1301	NSW	M	10643	11275	D	hs	27
1302	NSW	M	11188	11504	A	hs	29
1303	NSW	M	11223	11245	D	hs	35
1304	NSW	M	11100	11234	D	hs	39
1305	NSW	M	11168	11348	D	hs	45
1306	NSW	M	11204	11504	A	hs	41
1307	NSW	M	11177	11186	D	hs	32
1308	NSW	M	11123	11418	D	hs	39
1309	NSW	M	11258	11504	A	hs	24
1310	NSW	M	11211	11504	A	hs	39
1311	NSW	M	11222	11504	A	hs	29
1312	NSW	M	10991	11504	A	hs	30
1313	NSW	M	11131	11504	A	hs	52
1314	NSW	F	10639	11504	A	id	30
1315	NSW	F	11025	11227	D	blood	42
1316	NSW	M	11143	11504	A	hs	32
1317	NSW	M	11027	11504	A	hs	33
1318	NSW	M	10921	10930	D	hs	48
1319	NSW	M	11046	11504	A	hs	25
1320	NSW	M	10973	11504	A	hs	26
1321	NSW	M	10402	10544	D	hs	31
1322	NSW	M	11047	11147	D	hs	47
1323	NSW	M	10960	11065	D	hs	47

1324	NSW	M	10355	10797	D	hs	35
1325	NSW	M	10696	11504	A	hs	37
1326	NSW	M	10976	11090	D	hs	45
1327	NSW	M	11003	11504	A	het	34
1328	NSW	M	10937	11133	D	het	35
1329	NSW	M	11125	11441	D	het	58
1330	NSW	M	11146	11361	D	hs	47
1331	NSW	M	10577	11190	D	hs	36
1332	NSW	M	11198	11237	D	hs	26
1333	NSW	M	11118	11164	D	hs	53
1334	NSW	M	11268	11388	D	hs	27
1335	NSW	M	11248	11504	A	hs	28
1336	NSW	M	11282	11504	A	hs	46
1337	NSW	M	11203	11504	A	hs	35
1338	NSW	M	11192	11504	A	hs	38
1339	NSW	M	10989	11234	D	hs	46
1340	NSW	M	11175	11206	D	hs	52
1341	NSW	M	11218	11504	A	hs	47
1342	NSW	M	11247	11423	D	hs	38
1343	NSW	M	11167	11320	D	hs	43
1344	NSW	M	11200	11504	A	hs	45
1345	NSW	M	11238	11504	A	hs	50
1346	NSW	M	11282	11504	A	hs	34
1347	NSW	M	11153	11504	A	hs	43
1348	NSW	M	11060	11504	A	hs	39
1349	NSW	M	11231	11504	A	hs	49
1350	NSW	M	11162	11504	A	hs	44
1351	NSW	M	11239	11504	A	hs	43
1352	NSW	M	11074	11504	A	hs	35
1353	NSW	M	11145	11504	A	other	39
1354	NSW	M	11283	11504	A	hs	27
1355	NSW	M	11197	11504	A	hs	34
1356	NSW	M	11289	11504	A	hs	27
1357	NSW	M	11171	11431	D	haem	66

1358	NSW	M	10899	11504	A	hs	46
1359	NSW	M	9554	9569	D	blood	52
1360	NSW	M	11149	11504	A	haem	25
1361	NSW	M	11218	11504	A	hs	30
1362	NSW	M	9588	9598	D	hs	34
1363	NSW	M	11026	11504	A	hs	32
1364	NSW	M	11118	11441	D	hs	34
1365	NSW	M	11280	11375	D	other	34
1366	NSW	M	10751	11504	A	hs	36
1367	NSW	M	11060	11504	A	haem	18
1368	NSW	M	10752	10752	D	hs	25
1369	NSW	M	11276	11504	A	other	36
1370	NSW	M	11257	11504	A	hs	38
1371	NSW	M	11198	11504	A	hs	45
1372	NSW	M	11172	11504	A	hs	21
1373	NSW	M	11143	11504	A	haem	62
1374	NSW	M	11168	11504	A	hs	32
1375	NSW	M	11263	11504	A	hs	34
1376	NSW	M	11205	11235	D	other	27
1377	NSW	M	11163	11504	A	hs	54
1378	NSW	M	11174	11504	A	hs	53
1379	NSW	M	11205	11504	A	hs	25
1380	NSW	M	11215	11504	A	hs	33
1381	NSW	M	11178	11504	A	hs	45
1382	NSW	M	11067	11504	A	hs	57
1383	NSW	M	11274	11504	A	hs	25
1384	NSW	M	11128	11385	D	hs	26
1385	NSW	M	10887	11504	A	hs	36
1386	NSW	M	11245	11381	D	hs	51
1387	NSW	M	11054	11343	D	hs	30
1388	NSW	M	11289	11504	A	hs	35
1389	NSW	M	11157	11322	D	hs	52
1390	NSW	M	11147	11504	A	hs	27
1391	NSW	M	11212	11485	D	hs	42

1392	NSW	M	11240	11504	A	hs	37
1393	NSW	M	10808	11295	D	hs	41
1394	NSW	M	11273	11504	A	hs	34
1395	NSW	M	11121	11138	D	hs	56
1396	NSW	M	11190	11191	D	hs	56
1397	NSW	M	11308	11504	A	hs	52
1398	NSW	M	11178	11504	A	hs	27
1399	NSW	M	11205	11504	A	hs	38
1400	NSW	M	11208	11504	A	hs	43
1401	NSW	M	11194	11504	A	hs	30
1402	NSW	M	11276	11504	A	hs	39
1403	NSW	M	11200	11504	A	hs	33
1404	NSW	M	11162	11504	A	hs	41
1405	NSW	M	11266	11504	A	hs	66
1406	NSW	M	11283	11504	A	hs	31
1407	NSW	M	11235	11504	A	hs	34
1408	NSW	M	10995	11504	A	hs	55
1409	NSW	M	11234	11322	D	hs	78
1410	NSW	M	11232	11384	D	hs	25
1411	NSW	M	10730	11036	D	hs	33
1412	NSW	M	11264	11504	A	hs	36
1413	NSW	F	11101	11504	A	het	33
1414	NSW	M	10927	10934	D	hs	37
1415	NSW	M	11239	11504	A	hs	41
1416	NSW	M	11282	11504	A	hs	36
1417	NSW	M	11324	11504	A	hs	40
1418	NSW	M	11230	11443	D	hs	45
1419	NSW	M	11269	11504	A	hs	37
1420	NSW	M	10308	11504	A	hs	57
1421	NSW	M	10690	11504	A	hs	28
1422	NSW	M	11117	11504	A	hs	32
1423	NSW	M	9470	11410	D	hsid	33
1424	NSW	M	11026	11504	A	blood	26
1425	NSW	M	11151	11504	A	hs	32

1426	NSW	M	10431	10813	D	hs	30
1427	NSW	M	10959	11258	D	hs	37
1428	NSW	M	10783	11504	A	hs	37
1429	NSW	M	11066	11504	A	hs	44
1430	NSW	M	11139	11504	A	hs	26
1431	NSW	M	10702	11504	A	hs	20
1432	NSW	M	10859	11504	A	hs	26
1433	NSW	M	10844	11123	D	hs	48
1434	NSW	M	10970	11504	A	hs	25
1435	NSW	M	10583	10706	D	hs	33
1436	NSW	M	11309	11504	A	hs	45
1437	NSW	M	11030	11102	D	hs	35
1438	NSW	M	10811	11252	D	hs	36
1439	NSW	M	11025	11504	A	hs	32
1440	NSW	M	10948	11307	D	hs	27
1441	NSW	M	10949	11504	A	haem	33
1442	NSW	F	11092	11490	A	other	27
1443	NSW	M	10947	11242	D	hs	26
1444	NSW	F	10503	11197	D	het	27
1445	NSW	M	11025	11504	A	hs	43
1446	NSW	M	10960	11504	A	hs	26
1447	NSW	M	10985	11504	A	hs	29
1448	NSW	M	11107	11108	D	hs	45
1449	NSW	F	9392	11504	A	blood	53
1450	NSW	M	11228	11504	A	hs	38
1451	NSW	M	10767	11399	D	other	38
1452	NSW	M	11000	11081	D	hs	41
1453	NSW	M	11240	11504	A	hs	45
1454	NSW	M	11284	11504	A	hs	37
1455	NSW	M	11200	11504	A	hs	33
1456	NSW	M	11155	11504	A	hs	41
1457	NSW	M	10286	11504	A	hs	37
1458	NSW	M	11203	11504	A	hs	40
1459	NSW	M	10965	11504	A	hs	40

1460	NSW	M	11254	11504	A	hs	36
1461	NSW	M	11315	11504	A	hs	31
1462	NSW	M	10991	11504	A	hs	46
1463	NSW	M	11117	11504	A	hs	30
1464	NSW	M	10668	11504	A	hs	40
1465	NSW	M	11245	11504	A	hs	25
1466	NSW	F	11137	11504	A	het	65
1467	NSW	M	11110	11504	A	hs	28
1468	NSW	M	11178	11289	D	hs	37
1469	NSW	M	11177	11337	D	hs	52
1470	NSW	M	11235	11251	D	hs	55
1471	NSW	M	11143	11504	A	hs	32
1472	NSW	M	11073	11105	D	hs	23
1473	NSW	M	11255	11504	A	hs	46
1474	NSW	M	11035	11504	A	hs	46
1475	NSW	F	11106	11148	D	blood	64
1476	NSW	M	11097	11504	A	hs	37
1477	NSW	M	11187	11504	A	hs	27
1478	NSW	M	11201	11504	A	hs	30
1479	NSW	M	11242	11504	A	hs	45
1480	NSW	M	9270	9274	D	hs	27
1481	NSW	M	11134	11154	D	hs	64
1482	NSW	M	9051	11504	A	blood	16
1483	NSW	M	11158	11504	A	hs	35
1484	NSW	M	11279	11504	A	hs	24
1485	NSW	M	11307	11421	D	hs	29
1486	NSW	M	11218	11376	D	haem	44
1487	NSW	M	11298	11504	A	hs	24
1488	NSW	M	10220	11504	A	hs	35
1489	NSW	M	11125	11504	A	hs	39
1490	NSW	M	11124	11504	A	other	32
1491	NSW	M	11073	11504	A	hs	21
1492	NSW	M	10601	11504	A	hs	25
1493	NSW	M	10704	11504	A	hs	32

1494	NSW	M	11301	11504	A	hs	28
1495	NSW	M	10463	11504	A	hs	41
1496	NSW	M	11153	11504	A	hs	29
1497	NSW	M	10416	11504	A	hs	45
1498	NSW	M	11071	11504	A	hs	41
1499	NSW	M	11205	11504	A	hs	60
1500	NSW	M	11054	11163	D	hs	37
1501	NSW	M	10515	11504	A	hs	51
1502	NSW	M	10901	11504	A	hs	40
1503	NSW	M	11223	11504	A	hs	43
1504	NSW	M	11284	11504	A	hs	34
1505	NSW	M	11200	11504	A	het	42
1506	NSW	M	11367	11504	A	hs	48
1507	NSW	M	11233	11504	A	hs	27
1508	NSW	M	11327	11504	A	hs	37
1509	NSW	M	11316	11504	A	hs	33
1510	NSW	M	11205	11504	A	hs	29
1511	NSW	M	11237	11278	D	hs	37
1512	NSW	M	11332	11504	A	hs	40
1513	NSW	M	10859	11453	D	hs	34
1514	NSW	M	11232	11504	A	hs	42
1515	NSW	M	11194	11504	A	hs	34
1516	NSW	M	11301	11504	A	hs	39
1517	NSW	M	11296	11504	A	hs	34
1518	NSW	M	11253	11504	A	hs	39
1519	NSW	M	11343	11504	A	hs	31
1520	NSW	M	11334	11504	A	hs	39
1521	NSW	M	11177	11504	A	hs	41
1522	NSW	M	11218	11504	A	hs	32
1523	NSW	M	11293	11504	A	hs	25
1524	NSW	M	11205	11327	D	hs	53
1525	NSW	M	11318	11504	A	hs	36
1526	NSW	M	11346	11504	A	hs	44
1527	NSW	M	11375	11504	A	hs	43

1528	NSW	M	11292	11504	A	hs	42
1529	NSW	M	11388	11504	A	hs	28
1530	NSW	M	11278	11346	D	hs	41
1531	NSW	M	11223	11504	A	hs	29
1532	NSW	M	11278	11504	A	hs	44
1533	NSW	M	11383	11504	A	hs	37
1534	NSW	M	11337	11504	A	hs	33
1535	NSW	M	11277	11442	D	hs	26
1536	NSW	M	11362	11504	A	hs	35
1537	NSW	M	11336	11504	A	hs	36
1538	NSW	M	11306	11504	A	hs	35
1539	NSW	M	11331	11504	A	hs	33
1540	NSW	M	11352	11504	A	hs	43
1541	NSW	M	11376	11443	D	hs	47
1542	NSW	M	10943	11504	A	hs	39
1543	NSW	M	11223	11504	A	het	29
1544	NSW	M	11256	11504	A	hs	32
1545	NSW	M	11373	11504	A	hs	53
1546	NSW	M	11321	11504	A	blood	56
1547	NSW	F	11414	11504	A	id	28
1548	NSW	F	11328	11423	D	blood	42
1549	NSW	M	11263	11504	A	hs	45
1550	NSW	M	11054	11275	D	blood	63
1551	NSW	M	11165	11331	D	hs	40
1552	NSW	M	11399	11504	A	hs	28
1553	NSW	M	11391	11504	A	hs	42
1554	NSW	M	11249	11504	A	hs	26
1555	NSW	M	11337	11504	A	hsid	26
1556	NSW	M	11372	11504	A	hs	29
1557	NSW	M	11264	11264	D	hs	43
1558	NSW	M	11360	11425	D	hs	44
1559	NSW	M	11208	11504	A	hs	39
1560	NSW	M	11325	11504	A	hs	41
1561	NSW	M	11309	11504	A	hs	42

1562	NSW	M	11448	11504	A	hs	45
1563	NSW	M	11399	11504	A	hs	31
1564	NSW	M	11358	11493	A	hs	56
1565	NSW	M	11359	11504	A	hs	36
1566	NSW	M	11093	11401	D	hs	42
1567	NSW	M	11335	11487	D	hs	30
1568	NSW	M	11300	11504	A	hs	24
1569	NSW	M	11285	11363	D	hsid	29
1570	NSW	M	11316	11504	A	hs	29
1571	NSW	F	11300	11504	A	id	32
1572	NSW	M	11323	11504	A	other	43
1573	NSW	M	11365	11504	A	hs	22
1574	NSW	M	11319	11504	A	hs	40
1575	NSW	M	11372	11504	A	hs	39
1576	NSW	M	11334	11504	A	hs	47
1577	NSW	M	11336	11504	A	other	50
1578	NSW	M	11289	11504	A	hs	25
1579	NSW	M	11324	11504	A	hs	35
1580	NSW	M	11280	11504	A	hs	38
1581	NSW	M	11430	11504	A	hs	28
1582	NSW	M	11280	11504	A	hs	27
1583	NSW	M	11302	11504	A	hs	44
1584	NSW	M	11368	11504	A	hs	40
1585	NSW	M	11298	11504	A	hs	39
1586	NSW	M	11292	11504	A	hs	65
1587	NSW	M	11327	11504	A	hs	32
1588	NSW	M	11230	11504	A	hs	30
1589	NSW	M	11317	11504	A	hs	22
1590	NSW	M	10398	11504	A	hs	29
1591	NSW	M	11254	11454	D	hs	51
1592	NSW	M	11078	11504	A	id	27
1593	NSW	M	11421	11504	A	hs	48
1594	NSW	M	11441	11504	A	hs	40
1595	NSW	M	11394	11504	A	hs	44

1596	NSW	M	11384	11504	A	hs	55
1597	NSW	M	11453	11504	A	hs	31
1598	NSW	M	11414	11504	A	hs	44
1599	NSW	M	11446	11504	A	hs	37
1600	NSW	M	11472	11504	A	blood	55
1601	NSW	M	11330	11504	A	hs	29
1602	NSW	M	11402	11504	A	hs	47
1603	NSW	M	11168	11220	D	hs	33
1604	NSW	M	11386	11504	A	hs	39
1605	NSW	M	11421	11504	A	hs	29
1606	NSW	M	11434	11504	A	hs	30
1607	NSW	M	11368	11504	A	hs	30
1608	NSW	M	11269	11504	A	hsid	41
1609	NSW	M	11313	11504	A	hs	44
1610	NSW	M	11208	11463	D	hs	53
1611	NSW	M	11417	11498	A	hs	35
1612	NSW	M	11332	11504	A	hs	28
1613	NSW	M	11453	11504	A	hs	42
1614	NSW	M	11432	11504	A	hs	27
1615	NSW	M	11362	11504	A	hs	43
1616	NSW	M	11480	11504	A	hs	55
1617	NSW	M	11501	11504	A	other	56
1618	NSW	M	11399	11504	A	haem	30
1619	NSW	M	11442	11504	A	haem	29
1620	NSW	M	11414	11504	A	hs	42
1621	NSW	M	11407	11504	A	hs	36
1622	NSW	M	11348	11504	A	hs	41
1623	NSW	M	11469	11504	A	hs	40
1624	NSW	M	11108	11480	D	hs	45
1625	NSW	M	11456	11504	A	hs	27
1626	NSW	M	11357	11504	A	blood	34
1627	NSW	M	11106	11504	A	hs	40
1628	NSW	M	10116	11291	D	blood	72
1629	NSW	M	11080	11504	A	hs	23

1630	NSW	M	11458	11504	A	hs	26
1631	NSW	M	11392	11504	A	hs	40
1632	NSW	M	11226	11504	A	hs	46
1633	NSW	M	11490	11504	A	hs	45
1634	NSW	M	11307	11504	A	id	28
1635	NSW	M	11404	11504	A	hs	30
1636	NSW	M	11351	11504	A	other	31
1637	NSW	F	11455	11504	A	other	29
1638	NSW	M	11441	11504	A	hs	43
1639	NSW	M	11469	11504	A	hs	46
1640	NSW	M	11391	11504	A	hs	32
1641	NSW	M	11363	11416	D	hs	32
1642	NSW	M	11407	11467	D	hs	43
1643	NSW	M	11367	11424	D	hs	22
1644	NSW	M	11437	11504	A	hs	37
1645	NSW	M	11411	11504	A	hs	26
1646	NSW	M	11407	11504	A	hs	34
1647	NSW	M	11448	11504	A	hs	32
1648	NSW	M	11477	11504	A	hs	41
1649	NSW	M	11385	11504	A	hs	29
1650	NSW	M	11502	11504	A	hs	39
1651	NSW	M	11092	11391	D	hs	34
1652	NSW	M	11466	11504	A	hs	31
1653	NSW	M	11413	11504	A	hs	26
1654	NSW	M	11503	11504	A	hs	56
1655	NSW	M	11463	11504	A	hs	77
1656	NSW	M	11209	11370	D	hs	37
1657	NSW	F	9310	9788	D	blood	73
1658	NSW	M	9301	9301	D	blood	80
1659	NSW	M	11421	11450	D	hs	50
1660	NSW	M	11454	11504	A	haem	36
1661	NSW	M	11376	11504	A	hs	32
1662	NSW	M	11392	11504	A	hs	28
1663	NSW	M	11437	11504	A	hs	54

1664	NSW	M	11358	11378	D	hs	62
1665	NSW	M	11393	11504	A	hs	33
1666	NSW	M	11493	11504	A	hs	69
1667	NSW	M	11145	11504	A	hs	25
1668	NSW	M	11324	11504	A	hs	46
1669	NSW	M	11401	11504	A	hs	35
1670	NSW	M	11423	11504	A	hs	28
1671	NSW	M	11442	11504	A	hs	57
1672	NSW	M	11287	11446	D	hs	40
1673	NSW	M	11376	11377	D	hs	35
1674	NSW	M	11431	11431	D	hs	42
1675	NSW	M	11394	11504	A	hs	24
1676	NSW	M	11076	11504	A	hs	41
1677	NSW	M	11366	11446	D	hs	30
1678	NSW	M	11484	11504	A	hs	43
1679	NSW	M	11467	11504	A	hs	31
1680	NSW	M	11502	11504	A	hs	26
1681	NSW	M	11423	11504	A	hs	42
1682	NSW	M	11431	11504	A	hs	38
1683	NSW	M	11288	11370	D	hs	34
1684	NSW	M	11484	11504	A	hs	31
1685	NSW	M	11459	11504	A	hs	47
1686	NSW	M	11451	11504	A	hs	54
1687	NSW	M	11438	11504	A	hs	28
1688	NSW	M	11493	11504	A	hs	28
1689	NSW	M	11421	11504	A	hs	46
1690	NSW	M	11501	11504	A	hs	35
1691	NSW	M	11405	11504	A	hs	35
1692	NSW	M	11501	11504	A	hs	35
1693	NSW	M	11498	11504	A	hs	29
1694	NSW	M	11430	11504	A	hs	60
1695	NSW	M	11397	11504	A	het	37
1696	NSW	M	11372	11504	A	hs	42
1697	NSW	M	11309	11424	D	hs	59

1698	NSW	M	11398	11504	A	hs	42
1699	NSW	M	11404	11504	A	id	34
1700	NSW	M	11464	11504	A	hs	46
1701	NSW	M	11415	11504	A	blood	59
1702	NSW	M	11414	11504	A	hs	28
1703	NSW	M	11266	11504	A	hs	29
1704	NSW	M	10148	11504	A	hs	31
1705	NSW	M	11492	11504	A	hs	44
1706	NSW	M	11467	11504	A	id	21
1707	NSW	M	11294	11433	D	hs	24
1708	NSW	M	11304	11398	D	hs	43
1709	NSW	M	11443	11504	A	hs	24
1710	NSW	M	11236	11478	D	hs	41
1711	NSW	M	11325	11447	D	hs	42
1712	NSW	F	11470	11504	A	id	30
1713	NSW	M	11454	11504	A	hs	37
1714	NSW	M	11435	11504	A	hs	29
1715	NSW	M	11495	11504	A	hsid	33
1716	NSW	M	11485	11504	A	hs	33
1717	NSW	M	11301	11504	A	hs	49
1718	NSW	M	11495	11504	A	hs	29
1719	NSW	M	11482	11504	A	hs	26
1720	NSW	M	11406	11420	D	hs	30
1721	NSW	M	11400	11504	A	hs	36
1722	NSW	M	11416	11504	A	hs	25
1723	NSW	M	11369	11501	A	hs	35
1724	NSW	M	11345	11504	A	hs	26
1725	NSW	M	11442	11504	A	hs	31
1726	NSW	M	9209	11504	A	blood	73
1727	NSW	M	11501	11504	A	hs	45
1728	NSW	M	11336	11504	A	hsid	25
1729	NSW	F	11484	11504	A	id	42
1730	NSW	M	11481	11504	A	hs	30
1731	NSW	M	11393	11504	A	hs	36

1732	NSW	M	11315	11504	A	hs	48
1733	NSW	M	11361	11504	A	hs	38
1734	NSW	M	11371	11443	D	id	37
1735	NSW	M	11470	11504	A	hs	50
1736	NSW	M	11340	11413	D	hs	34
1737	NSW	M	11431	11504	A	other	43
1738	NSW	M	11433	11504	A	hs	33
1739	NSW	M	11441	11504	A	hs	49
1740	NSW	M	11392	11504	A	hs	35
1741	NSW	M	10387	11504	A	hs	28
1742	NSW	M	11484	11504	A	hs	35
1743	NSW	M	11481	11504	A	hs	22
1744	NSW	M	11202	11504	A	hs	44
1745	NSW	M	11059	11504	A	hs	31
1746	NSW	F	11500	11504	A	blood	46
1747	NSW	M	11407	11504	A	hs	40
1748	NSW	M	11387	11504	A	hs	41
1749	NSW	M	11397	11504	A	blood	39
1750	NSW	M	11295	11504	A	hs	24
1751	NSW	M	11428	11504	A	hs	30
1752	NSW	M	11432	11504	A	hs	42
1753	NSW	M	11410	11504	A	hs	38
1754	NSW	M	11143	11504	A	hs	39
1755	NSW	M	11503	11504	A	hs	32
1756	NSW	M	11492	11504	A	hs	63
1757	NSW	M	11371	11504	A	hs	42
1758	NSW	F	10710	11504	A	id	24
1759	NSW	M	11431	11504	A	hs	41
1760	NSW	M	11437	11504	A	hs	21
1761	NSW	M	11259	11504	A	hs	40
1762	NSW	M	11086	11300	D	hs	31
1763	NSW	M	11362	11504	A	hs	31
1764	NSW	M	11331	11504	A	hs	48
1765	NSW	M	11342	11450	D	hs	48

1766	NSW	M	11457	11504	A	hs	37
1767	NSW	M	10959	11504	A	hs	44
1768	NSW	M	10943	11504	A	hs	30
1769	NSW	M	11329	11504	A	hs	48
1770	NSW	M	10338	11504	A	hs	42
1771	NSW	M	11258	11504	A	hs	47
1772	NSW	F	11196	11370	D	blood	50
1773	NSW	M	11158	11504	A	hs	30
1774	NSW	M	11212	11504	A	hs	44
1775	NSW	M	10849	11379	D	hs	29
1776	NSW	M	10971	11453	D	hs	46
1777	NSW	M	9353	11504	A	other	31
1778	NSW	M	11486	11504	A	hs	42
1779	NSW	M	11489	11504	A	hs	55
1780	NSW	M	11046	11504	A	hs	30
1781	Other	M	9321	11504	A	hs	25
1782	Other	M	9381	9424	D	hs	35
1783	Other	M	10745	10745	D	hs	41
1784	Other	M	11093	11242	D	hs	45
1785	Other	M	11330	11504	A	hs	48
1786	Other	M	11379	11504	A	id	35
1787	Other	M	11425	11504	A	hs	29
1788	Other	M	11419	11504	A	haem	51
1789	QLD	M	9023	9039	D	blood	0
1790	QLD	M	8963	8979	D	blood	0
1791	QLD	M	9199	9215	D	blood	1
1792	QLD	M	9167	9176	D	hs	30
1793	QLD	M	9151	9956	D	hs	27
1794	QLD	M	8815	8815	D	blood	0
1795	QLD	F	9194	9239	D	blood	45
1796	QLD	M	9208	9224	D	hs	28
1797	QLD	M	9200	9308	D	hs	52
1798	QLD	M	9235	9654	D	hs	42
1799	QLD	M	9318	9395	D	hs	46

1800	QLD	M	9278	9994	D	hs	36
1801	QLD	M	9384	9673	D	hs	32
1802	QLD	F	9495	9753	D	blood	66
1803	QLD	M	9490	9567	D	hs	51
1804	QLD	M	9316	9788	D	hs	41
1805	QLD	M	9245	9381	D	blood	59
1806	QLD	M	9586	9877	D	hs	25
1807	QLD	M	9652	10236	D	hs	35
1808	QLD	M	9681	9696	D	hs	45
1809	QLD	M	9718	10754	D	hs	43
1810	QLD	M	9730	9777	D	hs	22
1811	QLD	M	10770	11504	A	hsid	29
1812	QLD	M	9820	9820	D	hs	34
1813	QLD	M	9728	11504	A	hs	50
1814	QLD	M	9815	9892	D	hs	48
1815	QLD	M	9972	10518	D	hs	35
1816	QLD	M	9868	9881	D	blood	3
1817	QLD	M	9873	10028	D	blood	56
1818	QLD	M	9869	10033	D	hs	36
1819	QLD	F	9905	10801	D	het	25
1820	QLD	M	9983	10003	D	hs	50
1821	QLD	M	9981	10928	D	hs	48
1822	QLD	M	9912	9967	D	hs	38
1823	QLD	M	9949	9989	D	hs	37
1824	QLD	M	10005	10891	D	hs	38
1825	QLD	M	10051	11052	D	hs	50
1826	QLD	M	9978	9980	D	hs	30
1827	QLD	M	9988	10049	D	hs	32
1828	QLD	M	9750	9752	D	hs	47
1829	QLD	M	10039	10862	A	hs	20
1830	QLD	M	10102	10792	D	hs	35
1831	QLD	M	10228	10509	D	haem	21
1832	QLD	M	10237	11504	A	hs	32
1833	QLD	M	10248	11504	A	blood	44

1834	QLD	M	10122	10466	D	hs	39
1835	QLD	M	10259	10261	D	hs	27
1836	QLD	M	10130	10834	D	hs	39
1837	QLD	M	9454	9590	D	blood	73
1838	QLD	F	9938	10011	D	blood	60
1839	QLD	M	10236	11139	D	hs	30
1840	QLD	M	10330	11167	D	hs	31
1841	QLD	M	10323	10523	D	hs	43
1842	QLD	M	10173	11031	D	hs	34
1843	QLD	M	9765	10059	D	hs	26
1844	QLD	M	10330	10345	D	hs	44
1845	QLD	M	9777	11276	D	hs	45
1846	QLD	M	10280	10718	D	hs	30
1847	QLD	M	10365	10996	D	hs	37
1848	QLD	M	10437	11115	D	hs	33
1849	QLD	M	10338	10758	D	hs	51
1850	QLD	M	10354	10583	D	het	37
1851	QLD	M	10424	10518	D	hs	43
1852	QLD	M	10329	11044	D	hsid	30
1853	QLD	M	10365	11504	A	hs	48
1854	QLD	M	10340	10513	D	hs	32
1855	QLD	M	10689	11504	A	hs	46
1856	QLD	M	10466	10480	D	hs	51
1857	QLD	M	10498	10733	D	hs	46
1858	QLD	M	10553	11381	D	hs	47
1859	QLD	M	10523	11504	A	hs	41
1860	QLD	M	10518	10928	D	hs	41
1861	QLD	M	10557	11122	D	hs	31
1862	QLD	M	10549	10556	D	hs	45
1863	QLD	M	10557	10560	D	hs	36
1864	QLD	M	10269	10272	D	hs	36
1865	QLD	M	10581	10748	D	hs	51
1866	QLD	M	10458	10731	D	hsid	34
1867	QLD	M	10611	11469	D	hs	32

1868	QLD	M	10643	10831	D	hs	50
1869	QLD	M	10776	11504	A	hs	31
1870	QLD	M	10633	11504	A	hs	28
1871	QLD	M	10631	10633	D	hs	52
1872	QLD	M	10688	11418	D	hs	33
1873	QLD	M	10570	10914	D	hs	37
1874	QLD	M	10513	11093	D	hs	24
1875	QLD	M	10674	11504	A	hs	49
1876	QLD	M	10680	10879	D	hs	41
1877	QLD	M	10645	11338	D	hs	52
1878	QLD	M	10779	10839	D	hs	32
1879	QLD	M	10674	11446	D	hs	37
1880	QLD	M	10816	11225	D	hs	45
1881	QLD	M	10741	11220	D	hs	49
1882	QLD	M	10662	10757	D	hs	29
1883	QLD	M	10716	11504	A	hs	38
1884	QLD	M	10239	10789	D	hs	39
1885	QLD	M	10772	10779	D	other	70
1886	QLD	M	10487	10903	D	hs	29
1887	QLD	M	10860	10908	D	hs	66
1888	QLD	M	10723	10729	D	hs	24
1889	QLD	M	10794	11150	D	hs	40
1890	QLD	M	10945	10953	D	hs	57
1891	QLD	F	10841	11193	D	id	24
1892	QLD	M	10875	11504	A	hs	39
1893	QLD	M	10702	11188	D	hs	42
1894	QLD	M	10765	10799	D	hs	47
1895	QLD	M	10545	10884	D	haem	19
1896	QLD	M	10848	10998	D	hs	45
1897	QLD	M	10826	10856	D	hs	42
1898	QLD	M	10874	11191	D	hs	36
1899	QLD	M	10564	10957	D	hs	29
1900	QLD	M	10396	10963	D	hs	36
1901	QLD	M	10773	11414	D	hs	33

1902	QLD	M	10985	11180	D	haem	35
1903	QLD	M	10328	11001	D	hs	34
1904	QLD	M	11063	11504	A	other	51
1905	QLD	M	10915	11504	A	hs	35
1906	QLD	M	10369	11504	A	id	30
1907	QLD	M	10588	11299	D	other	23
1908	QLD	M	10917	11108	D	hs	34
1909	QLD	M	10568	11436	D	hs	46
1910	QLD	M	10723	11208	D	hs	28
1911	QLD	M	10679	11269	D	hs	61
1912	QLD	M	10751	11476	D	hs	25
1913	QLD	M	10759	10988	D	hs	33
1914	QLD	M	11042	11504	A	hs	46
1915	QLD	M	10897	10901	D	hs	35
1916	QLD	M	10911	11504	A	hs	52
1917	QLD	M	10912	11504	A	hs	44
1918	QLD	F	10995	11262	D	blood	32
1919	QLD	M	11024	11504	A	hs	32
1920	QLD	M	10969	11504	A	hs	44
1921	QLD	M	11106	11504	A	hs	47
1922	QLD	M	11137	11142	D	hs	28
1923	QLD	M	10885	11084	D	hs	42
1924	QLD	M	11075	11504	A	hs	42
1925	QLD	M	11036	11504	A	hs	29
1926	QLD	M	10843	11330	D	hs	33
1927	QLD	M	11061	11504	A	hs	29
1928	QLD	M	11118	11334	D	hs	41
1929	QLD	M	11134	11504	A	id	28
1930	QLD	M	11160	11504	A	hs	26
1931	QLD	M	11146	11504	A	hs	42
1932	QLD	M	11086	11186	D	hs	51
1933	QLD	M	11031	11155	D	hs	50
1934	QLD	M	11193	11211	D	hs	43
1935	QLD	M	11019	11198	D	hs	56

1936	QLD	M	11054	11089	D	hs	29
1937	QLD	M	11172	11504	A	hs	31
1938	QLD	M	10151	11154	D	hs	40
1939	QLD	M	11241	11241	A	hs	49
1940	QLD	M	11282	11504	A	hs	35
1941	QLD	F	11306	11504	A	mother	6
1942	QLD	M	11258	11504	A	hs	42
1943	QLD	M	11214	11230	D	hs	27
1944	QLD	M	11234	11504	A	hs	32
1945	QLD	M	11008	11504	A	hs	24
1946	QLD	M	11047	11504	A	hs	40
1947	QLD	M	10940	11213	D	hs	35
1948	QLD	M	10989	11504	A	hsid	35
1949	QLD	M	11286	11462	D	hs	35
1950	QLD	M	11131	11437	D	hs	34
1951	QLD	M	10934	11392	D	hs	28
1952	QLD	M	11155	11504	A	hs	49
1953	QLD	M	11119	11504	A	hs	21
1954	QLD	M	11218	11481	D	hs	25
1955	QLD	M	10890	11441	D	hs	33
1956	QLD	M	11270	11504	A	hs	33
1957	QLD	M	11033	11443	D	hs	36
1958	QLD	M	11053	11504	A	hs	53
1959	QLD	M	11190	11392	D	hs	30
1960	QLD	M	11012	11504	A	hs	31
1961	QLD	M	11192	11504	A	hs	45
1962	QLD	M	10819	11174	D	hs	29
1963	QLD	M	11070	11504	A	het	25
1964	QLD	M	11351	11410	D	hs	37
1965	QLD	M	11333	11392	D	hs	17
1966	QLD	M	11089	11504	A	hs	36
1967	QLD	M	11165	11504	A	hs	32
1968	QLD	M	11275	11285	D	hs	47
1969	QLD	M	11392	11504	A	hs	35

1970	QLD	M	11147	11504	A	hs	44
1971	QLD	M	11246	11282	D	hs	26
1972	QLD	M	11277	11504	A	hs	43
1973	QLD	M	11030	11504	A	hs	34
1974	QLD	M	11320	11334	D	id	51
1975	QLD	M	11344	11504	A	other	25
1976	QLD	M	11301	11344	D	hs	63
1977	QLD	M	11288	11504	A	hs	28
1978	QLD	M	11275	11275	D	blood	63
1979	QLD	M	10575	11189	D	hs	53
1980	QLD	M	11336	11504	A	hs	52
1981	QLD	F	10400	11485	D	het	47
1982	QLD	M	11283	11504	A	hs	34
1983	QLD	M	11386	11504	A	hs	30
1984	QLD	M	11312	11504	A	hs	40
1985	QLD	M	11104	11504	A	hs	41
1986	QLD	M	11240	11504	A	hs	44
1987	QLD	M	11426	11504	A	hs	57
1988	QLD	M	11407	11504	A	hs	29
1989	QLD	M	9541	11504	A	hs	46
1990	QLD	M	10385	11504	A	hs	27
1991	QLD	M	10995	11007	D	hs	22
1992	QLD	M	10105	10537	D	hs	42
1993	QLD	M	11402	11504	A	haem	12
1994	QLD	M	11363	11504	A	hs	41
1995	QLD	M	11481	11504	A	hs	29
1996	QLD	M	10574	10933	D	hs	61
1997	QLD	M	10874	11504	A	hs	46
1998	QLD	M	11435	11449	D	hsid	27
1999	QLD	M	11429	11504	A	hs	40
2000	QLD	M	11478	11479	D	hs	37
2001	QLD	M	9862	10777	D	het	33
2002	QLD	F	11455	11504	A	hs	23
2003	QLD	M	11385	11504	A	hs	48

2004	QLD	M	10567	10954	D	blood	40
2005	QLD	M	11481	11504	A	hs	41
2006	QLD	M	11442	11504	A	hsid	41
2007	QLD	M	11487	11504	A	hs	36
2008	QLD	M	11185	11504	A	hs	49
2009	QLD	M	11325	11504	A	hs	28
2010	QLD	M	11401	11504	A	hs	34
2011	QLD	M	11502	11504	A	hsid	36
2012	QLD	M	11404	11504	A	hs	35
2013	QLD	M	11487	11504	A	hs	45
2014	QLD	M	11335	11442	D	hs	57
2015	Other	M	9474	10319	D	hs	34
2016	Other	M	9541	9741	D	hs	37
2017	Other	M	9691	10050	D	hsid	32
2018	Other	M	9793	9799	D	hs	29
2019	Other	M	9934	10509	D	hs	26
2020	Other	M	10035	10280	D	hs	35
2021	Other	M	10084	10506	D	id	41
2022	Other	F	9447	9447	D	mother	0
2023	Other	M	10106	10223	D	hs	35
2024	Other	M	10126	10596	D	hs	38
2025	Other	M	10166	10454	D	hs	35
2026	Other	M	10091	10508	D	hs	40
2027	Other	M	9857	9997	D	hs	37
2028	Other	M	10217	11015	D	hs	46
2029	Other	M	10236	10896	D	hs	31
2030	Other	M	10324	10470	D	hs	53
2031	Other	M	10292	10330	D	hs	40
2032	Other	M	10308	10615	D	other	51
2033	Other	M	10834	10838	D	hs	35
2034	Other	M	10279	10392	D	other	33
2035	Other	M	10413	10611	D	hs	36
2036	Other	M	10887	11504	A	hs	31
2037	Other	M	10412	10988	D	hs	32

2038	Other	M	10370	10881	D	hs	35
2039	Other	M	10947	11504	A	hs	41
2040	Other	M	10520	11304	D	hs	44
2041	Other	M	10456	11138	D	hs	28
2042	Other	M	10532	10766	D	hs	38
2043	Other	M	10603	10614	D	hs	41
2044	Other	M	10570	11259	D	hs	38
2045	Other	M	10535	11504	A	hs	43
2046	Other	M	11018	11504	A	hs	53
2047	Other	M	10534	10841	D	hs	37
2048	Other	M	10597	11018	D	hs	28
2049	Other	M	10313	10636	D	id	32
2050	Other	M	10689	11066	D	hs	29
2051	Other	M	10480	11039	D	hs	38
2052	Other	M	10608	10820	D	id	39
2053	Other	M	10665	11367	D	hs	53
2054	Other	M	10574	11504	A	hs	39
2055	Other	M	10982	11504	A	hs	46
2056	Other	M	10916	11334	D	hs	23
2057	Other	M	10620	11079	D	hs	38
2058	Other	M	10536	10644	D	hs	34
2059	Other	M	10611	10846	D	hs	34
2060	Other	M	10616	11504	A	hs	41
2061	Other	M	10607	11358	D	hs	39
2062	Other	M	10702	11504	A	hs	55
2063	Other	F	10588	11504	A	id	27
2064	Other	M	10835	11418	D	hs	41
2065	Other	M	10808	11504	A	hs	43
2066	Other	M	10705	11187	D	hs	54
2067	Other	M	10751	11376	D	hs	55
2068	Other	M	10779	10896	D	hs	26
2069	Other	M	10912	11501	A	hs	51
2070	Other	M	10790	11504	A	hs	34
2071	Other	M	10847	11132	D	hs	29

2072	Other	M	10808	11504	A	hs	27
2073	Other	M	10939	11504	A	hs	45
2074	Other	M	9276	11504	A	hs	38
2075	Other	M	10922	11268	D	hs	30
2076	Other	M	10994	11088	D	hs	28
2077	Other	M	10938	11504	A	id	32
2078	Other	M	11150	11504	A	hs	37
2079	Other	M	11061	11504	A	mother	6
2080	Other	M	11161	11504	A	hs	29
2081	Other	M	11214	11504	A	hs	59
2082	Other	M	11095	11504	A	hs	52
2083	Other	M	10953	11504	A	hs	33
2084	Other	M	10791	11504	A	hs	28
2085	Other	M	11120	11504	A	hs	28
2086	Other	M	11152	11504	A	hs	34
2087	Other	F	10966	11504	A	het	35
2088	Other	M	11106	11504	A	other	36
2089	Other	M	11138	11280	D	hs	38
2090	Other	M	11034	11243	D	hs	42
2091	Other	M	11060	11504	A	hs	26
2092	Other	M	10865	11504	A	hs	45
2093	Other	M	10599	11504	A	hs	42
2094	Other	M	10852	11504	A	hs	47
2095	Other	M	11274	11504	A	het	40
2096	Other	M	11248	11504	A	hs	45
2097	Other	M	11377	11504	A	hs	47
2098	Other	M	11272	11504	A	hs	30
2099	Other	M	11379	11504	A	hs	39
2100	Other	M	11275	11504	A	id	38
2101	Other	M	11364	11504	A	hs	32
2102	Other	M	11410	11504	A	hs	48
2103	Other	M	11318	11357	D	hs	37
2104	Other	M	11376	11504	A	het	30
2105	Other	M	11306	11504	A	hs	27

2106	Other	M	11419	11504	A	hs	37
2107	Other	M	11320	11504	A	hs	50
2108	Other	M	11493	11504	A	hs	41
2109	Other	M	11272	11504	A	hs	55
2110	Other	M	11500	11504	A	hs	37
2111	Other	M	11398	11504	A	hs	48
2112	Other	F	11286	11504	A	id	33
2113	Other	M	9159	9163	D	hs	34
2114	Other	M	11121	11504	A	hs	44
2115	Other	F	10068	11005	D	het	21
2116	Other	M	9968	10333	D	haem	9
2117	Other	M	10550	11052	D	haem	31
2118	Other	M	10677	11400	D	hs	37
2119	Other	M	10797	10944	D	hs	34
2120	Other	M	10869	11504	A	hs	33
2121	Other	M	10779	11504	A	hs	40
2122	Other	M	11032	11415	D	hs	25
2123	Other	M	11067	11091	D	other	39
2124	Other	M	11150	11450	D	other	28
2125	Other	M	11166	11504	A	haem	45
2126	Other	M	11297	11504	A	other	51
2127	Other	M	11494	11504	A	hs	28
2128	Other	M	11287	11504	A	hs	37
2129	VIC	M	8499	8568	D	hs	43
2130	VIC	M	8582	8630	D	hs	38
2131	VIC	M	8720	9045	D	hs	47
2132	VIC	M	8791	8992	D	hs	32
2133	VIC	M	8897	9084	D	hs	51
2134	VIC	M	9016	9026	D	hs	43
2135	VIC	M	9114	10002	D	hs	27
2136	VIC	M	9050	9075	D	hs	35
2137	VIC	M	9055	9394	D	hs	29
2138	VIC	M	9164	10428	D	hs	43
2139	VIC	M	9106	9435	D	hs	30

2140	VIC	M	8974	9140	D	haem	58
2141	VIC	M	9197	9561	D	hs	30
2142	VIC	M	9246	9405	D	hs	39
2143	VIC	M	9271	9641	D	hs	37
2144	VIC	M	9416	9773	D	hs	38
2145	VIC	M	8996	10760	D	hs	23
2146	VIC	M	9499	10450	D	hs	32
2147	VIC	M	9435	9940	D	hs	43
2148	VIC	M	9563	9995	D	hs	33
2149	VIC	M	9568	9584	D	hs	33
2150	VIC	M	9572	9572	D	hs	43
2151	VIC	M	9538	9860	D	hs	51
2152	VIC	M	9637	9655	D	hs	28
2153	VIC	M	9438	10680	D	hs	31
2154	VIC	M	9544	11477	D	hs	29
2155	VIC	M	9512	9942	D	hs	52
2156	VIC	M	9627	9741	D	hs	46
2157	VIC	M	9689	10193	D	hs	40
2158	VIC	M	9624	9653	D	hs	38
2159	VIC	M	9586	11504	A	hs	40
2160	VIC	M	9606	9852	D	hs	42
2161	VIC	M	9582	9965	D	hs	38
2162	VIC	M	9691	10183	D	hsid	24
2163	VIC	M	9182	11434	D	hs	34
2164	VIC	M	9668	9726	D	hs	32
2165	VIC	M	9588	9998	D	hs	34
2166	VIC	M	9712	9735	D	hs	39
2167	VIC	M	9636	9638	D	hs	61
2168	VIC	M	9665	9665	D	hs	25
2169	VIC	M	9757	9771	D	hs	23
2170	VIC	M	9767	10026	D	hs	33
2171	VIC	M	9839	10820	D	hs	47
2172	VIC	M	9643	10000	D	hsid	24
2173	VIC	M	9678	9878	D	hs	41

2174	VIC	M	9784	9891	D	hs	62
2175	VIC	M	9768	9777	D	hs	39
2176	VIC	M	9804	11504	A	hs	41
2177	VIC	M	9831	9869	D	hs	26
2178	VIC	M	9784	10000	D	hs	33
2179	VIC	M	9750	9943	D	hs	59
2180	VIC	M	9784	10515	D	hs	26
2181	VIC	M	9870	10333	D	hs	43
2182	VIC	M	9779	10722	D	hs	45
2183	VIC	M	9854	10011	D	hs	39
2184	VIC	F	9809	10001	D	blood	66
2185	VIC	M	9755	9876	D	hs	37
2186	VIC	M	9799	10659	D	hs	32
2187	VIC	M	9852	10411	D	hs	29
2188	VIC	M	9936	10237	D	hs	48
2189	VIC	M	9820	10321	D	hs	25
2190	VIC	M	9934	10905	D	hs	30
2191	VIC	M	9824	9830	D	hs	26
2192	VIC	M	9962	10814	D	hs	33
2193	VIC	M	9814	10140	D	hs	44
2194	VIC	M	9977	10194	D	hs	28
2195	VIC	M	9894	10811	D	hs	29
2196	VIC	M	9939	10838	D	hs	24
2197	VIC	M	9937	10601	D	hs	25
2198	VIC	M	9863	10138	D	other	38
2199	VIC	M	9887	10237	D	hs	55
2200	VIC	M	9940	10451	D	hs	40
2201	VIC	M	9893	10815	D	hs	25
2202	VIC	M	9847	10119	D	hs	31
2203	VIC	M	9999	10942	D	hs	41
2204	VIC	M	9908	11030	D	hs	33
2205	VIC	M	9896	9911	D	hs	25
2206	VIC	M	10121	11414	D	hs	45
2207	VIC	M	9981	10269	D	hs	31

2208	VIC	M	10035	11025	D	hs	48
2209	VIC	M	10084	10979	D	hs	47
2210	VIC	M	10031	10668	D	hs	39
2211	VIC	M	10006	10631	D	hs	38
2212	VIC	M	9957	10695	D	hs	29
2213	VIC	M	9920	10598	D	hs	37
2214	VIC	M	10108	10717	D	hs	39
2215	VIC	M	10047	10796	D	hs	36
2216	VIC	M	10098	10403	D	hs	56
2217	VIC	M	10111	11504	A	hs	38
2218	VIC	M	10027	10384	D	hs	37
2219	VIC	M	10049	10788	D	hs	28
2220	VIC	M	10021	10460	D	hs	43
2221	VIC	M	9872	9905	D	hs	39
2222	VIC	M	9922	10010	D	hs	49
2223	VIC	M	10017	10861	D	hs	28
2224	VIC	M	10079	10696	D	hs	36
2225	VIC	M	10045	10703	D	hs	35
2226	VIC	M	10047	11148	D	hs	26
2227	VIC	M	10103	11108	D	hsid	28
2228	VIC	M	10104	10478	D	hs	45
2229	VIC	M	10039	10079	D	hs	32
2230	VIC	M	10125	11283	D	hs	36
2231	VIC	M	10156	11174	D	hs	25
2232	VIC	M	10136	10362	D	hs	40
2233	VIC	M	10132	11503	A	hs	41
2234	VIC	M	10063	10480	D	other	66
2235	VIC	M	10236	11249	D	hs	34
2236	VIC	M	10225	10764	D	hs	35
2237	VIC	F	10248	10298	D	het	50
2238	VIC	F	10177	11085	D	het	24
2239	VIC	M	10182	10815	D	hs	22
2240	VIC	M	10105	10785	D	hs	25
2241	VIC	M	10249	11277	D	hs	39

2242	VIC	M	10138	11504	A	hs	25
2243	VIC	M	10218	11283	D	hs	36
2244	VIC	M	10095	10143	D	hsid	33
2245	VIC	M	10099	10151	D	hs	62
2246	VIC	M	10180	10882	D	hs	34
2247	VIC	M	10168	10442	D	hs	34
2248	VIC	M	10238	10251	D	hs	39
2249	VIC	M	10226	10565	D	hs	25
2250	VIC	M	10228	10973	D	hs	37
2251	VIC	M	10102	10102	D	hs	36
2252	VIC	M	10134	10258	D	hs	35
2253	VIC	M	10137	10137	D	hs	39
2254	VIC	M	10123	10362	D	hs	37
2255	VIC	M	10295	10550	D	hs	35
2256	VIC	M	10155	10741	D	hs	48
2257	VIC	M	10294	10355	D	hs	48
2258	VIC	M	10296	10987	D	hs	33
2259	VIC	M	10255	10559	D	hs	37
2260	VIC	M	10208	10715	D	hs	32
2261	VIC	M	10319	10760	D	hs	23
2262	VIC	M	10185	10367	D	hs	38
2263	VIC	M	10230	10997	D	hs	25
2264	VIC	M	10229	10363	D	hs	43
2265	VIC	M	10175	10761	D	hs	31
2266	VIC	M	10267	10930	D	hs	31
2267	VIC	M	10302	10303	D	hs	53
2268	VIC	M	10268	11099	D	id	25
2269	VIC	M	10194	10593	D	hs	42
2270	VIC	M	10356	11236	D	hs	32
2271	VIC	M	10277	10633	D	hs	47
2272	VIC	M	10246	11504	A	hs	35
2273	VIC	M	10232	10882	D	hs	48
2274	VIC	M	10296	11022	D	hs	41
2275	VIC	M	10304	11477	D	hs	25

2276	VIC	M	10210	10752	D	hs	40
2277	VIC	M	10248	10891	D	hs	33
2278	VIC	M	10373	11029	D	haem	12
2279	VIC	M	10254	10287	D	hs	28
2280	VIC	M	10283	10606	D	hs	49
2281	VIC	M	10373	10390	D	hs	27
2282	VIC	M	10415	10675	D	hs	31
2283	VIC	M	10227	11247	D	hs	38
2284	VIC	M	10341	11503	A	hs	25
2285	VIC	M	10352	10354	D	hs	39
2286	VIC	M	10338	11100	D	hs	28
2287	VIC	M	10254	11137	D	hs	36
2288	VIC	M	10258	10635	D	hs	36
2289	VIC	M	10307	10642	D	hs	40
2290	VIC	M	10295	10356	D	hs	41
2291	VIC	M	10317	10728	D	hs	37
2292	VIC	M	10396	11130	D	haem	28
2293	VIC	M	10309	10594	D	hs	32
2294	VIC	M	10367	10739	D	hs	33
2295	VIC	M	10324	11035	D	hs	34
2296	VIC	M	10451	10949	D	hs	35
2297	VIC	M	10393	11504	A	hs	57
2298	VIC	M	10339	11499	A	hs	33
2299	VIC	M	10388	11492	D	hs	34
2300	VIC	M	10336	10719	D	hs	19
2301	VIC	M	10399	11019	D	hs	35
2302	VIC	M	10348	10899	D	hs	38
2303	VIC	M	10350	10907	D	hs	38
2304	VIC	M	10387	10774	D	hs	41
2305	VIC	M	10352	10487	D	hs	26
2306	VIC	M	10336	11116	D	hs	34
2307	VIC	M	10441	10610	D	hs	51
2308	VIC	M	10397	11015	D	hs	26
2309	VIC	M	10339	10376	D	hs	29

2310	VIC	M	10090	10402	D	hs	31
2311	VIC	M	9977	10539	D	hs	31
2312	VIC	M	10449	11504	A	hs	29
2313	VIC	M	10337	10984	D	hs	33
2314	VIC	M	10331	11504	A	hs	31
2315	VIC	M	10499	10990	D	hs	34
2316	VIC	M	10369	11133	D	hs	44
2317	VIC	M	10467	11029	D	hs	40
2318	VIC	M	10377	11189	D	hs	26
2319	VIC	M	10517	10522	D	hs	46
2320	VIC	M	10446	10644	D	hs	39
2321	VIC	F	10371	11504	A	het	25
2322	VIC	F	10378	10640	D	het	49
2323	VIC	M	10348	10422	D	hs	31
2324	VIC	M	10507	11504	A	hs	25
2325	VIC	M	10496	10654	D	hs	42
2326	VIC	M	10433	11504	A	hs	34
2327	VIC	M	10406	10468	D	hs	28
2328	VIC	M	10428	10821	D	hs	34
2329	VIC	M	10422	11433	D	hs	56
2330	VIC	M	10390	10423	D	hs	51
2331	VIC	M	10387	10843	D	hs	37
2332	VIC	M	10508	11161	D	hs	30
2333	VIC	M	10496	11504	A	hs	25
2334	VIC	M	10543	10936	D	hs	44
2335	VIC	M	10490	10753	D	hs	36
2336	VIC	M	10409	10888	D	hs	32
2337	VIC	M	10450	11170	D	hs	25
2338	VIC	M	10436	10450	D	hs	33
2339	VIC	M	10474	11491	A	hs	37
2340	VIC	M	10418	10947	D	hs	43
2341	VIC	M	10447	10761	D	hs	45
2342	VIC	M	10436	10595	D	hs	35
2343	VIC	M	10512	10567	D	hs	41

2344	VIC	M	10514	10972	D	hs	30
2345	VIC	M	10467	10907	D	hs	32
2346	VIC	F	10548	11504	A	id	27
2347	VIC	M	10423	10949	D	hs	33
2348	VIC	M	10511	10642	D	hs	32
2349	VIC	M	10490	11123	D	hs	26
2350	VIC	M	10579	10743	D	blood	69
2351	VIC	M	10492	11301	D	hs	32
2352	VIC	M	10477	11331	D	hsid	37
2353	VIC	M	10564	11315	D	hs	55
2354	VIC	M	10576	11504	A	hs	37
2355	VIC	M	10576	11119	D	hs	29
2356	VIC	M	10478	10604	D	hs	43
2357	VIC	M	10545	11082	D	hs	38
2358	VIC	M	10491	11315	D	hs	39
2359	VIC	M	10994	11105	D	hs	37
2360	VIC	M	10529	11504	A	hs	29
2361	VIC	M	10539	10726	D	hs	32
2362	VIC	M	10653	10909	D	hs	39
2363	VIC	M	10660	11504	A	hs	45
2364	VIC	M	10658	10672	D	hs	34
2365	VIC	M	10669	11270	D	hs	32
2366	VIC	M	10570	10573	D	hs	33
2367	VIC	M	10548	10823	D	het	38
2368	VIC	M	10572	11322	D	hs	47
2369	VIC	M	10603	11238	D	hs	30
2370	VIC	M	10625	11504	A	hs	22
2371	VIC	M	10559	10630	D	hs	35
2372	VIC	M	10556	11277	D	hs	34
2373	VIC	M	10635	10881	D	hs	36
2374	VIC	M	10482	11153	D	hs	30
2375	VIC	M	10703	11276	D	hs	30
2376	VIC	M	10702	10956	D	hs	35
2377	VIC	M	10591	11278	D	hs	44

2378	VIC	M	10576	10989	D	hs	50
2379	VIC	M	10646	11504	A	hs	36
2380	VIC	M	10636	11504	A	hsid	39
2381	VIC	M	10678	11161	D	hs	37
2382	VIC	M	10618	11375	D	hs	33
2383	VIC	M	10621	11504	A	hs	36
2384	VIC	M	10644	11460	D	hs	56
2385	VIC	M	10703	11105	D	hs	41
2386	VIC	M	11051	11075	D	hs	31
2387	VIC	M	10693	11122	D	hs	33
2388	VIC	M	10637	11140	D	hs	23
2389	VIC	M	10531	10929	D	hs	47
2390	VIC	M	10724	10865	D	hs	28
2391	VIC	M	10656	10662	D	hs	46
2392	VIC	M	10693	11504	A	hs	41
2393	VIC	M	10649	11034	D	hs	26
2394	VIC	M	10650	10855	D	hs	40
2395	VIC	M	10702	11409	D	hs	35
2396	VIC	M	9797	10218	D	blood	42
2397	VIC	M	10750	10947	D	hs	35
2398	VIC	M	10630	11305	D	hs	26
2399	VIC	M	10654	11504	A	hs	40
2400	VIC	M	10651	10906	D	hs	28
2401	VIC	M	10676	11405	D	hs	32
2402	VIC	M	10529	11148	D	hs	36
2403	VIC	M	10716	11504	A	hs	35
2404	VIC	M	10488	10632	D	hs	39
2405	VIC	M	10634	11367	D	hs	40
2406	VIC	M	10750	11504	A	hs	38
2407	VIC	M	10637	10980	D	hs	28
2408	VIC	M	10570	10761	D	hs	47
2409	VIC	M	10624	11105	D	hs	39
2410	VIC	M	10706	11181	D	hs	57
2411	VIC	M	10511	10677	D	hs	35

2412	VIC	M	10734	11504	A	hs	27
2413	VIC	M	10761	11170	D	hs	33
2414	VIC	M	10691	11251	D	hs	32
2415	VIC	M	10720	11504	A	hs	48
2416	VIC	M	10775	11504	A	hs	43
2417	VIC	M	10069	11504	A	het	37
2418	VIC	M	10664	11421	D	hs	30
2419	VIC	M	10592	11504	A	hs	48
2420	VIC	M	10626	11200	D	hs	28
2421	VIC	M	10847	10851	D	hs	50
2422	VIC	M	10412	10833	D	hs	35
2423	VIC	M	10694	11037	D	hs	39
2424	VIC	M	11079	11504	A	hsid	37
2425	VIC	M	10774	10795	D	hs	29
2426	VIC	M	10600	11504	A	other	28
2427	VIC	M	10799	11435	D	hs	58
2428	VIC	M	10765	11117	D	hs	33
2429	VIC	M	10702	11504	A	hs	34
2430	VIC	M	9994	10611	D	hs	49
2431	VIC	M	10758	11504	A	hs	44
2432	VIC	M	10848	11100	D	hs	32
2433	VIC	M	10832	11450	D	hs	36
2434	VIC	M	10774	11162	D	hs	31
2435	VIC	M	10735	11504	A	hs	42
2436	VIC	M	10853	10980	D	hs	58
2437	VIC	M	10774	11504	A	hs	45
2438	VIC	M	10847	11504	A	hs	26
2439	VIC	M	10649	11407	D	hs	25
2440	VIC	M	10705	11477	D	other	48
2441	VIC	M	10842	11377	D	hs	40
2442	VIC	M	10758	11097	D	hs	38
2443	VIC	M	10825	11500	D	hs	40
2444	VIC	M	10808	11440	D	hs	37
2445	VIC	F	10884	11504	A	het	30

2446	VIC	M	10924	11504	A	hs	38
2447	VIC	M	10758	10994	D	hs	34
2448	VIC	M	10930	11504	A	hs	42
2449	VIC	M	10933	11273	D	hs	43
2450	VIC	M	10935	10982	D	hs	39
2451	VIC	M	10951	11504	A	hs	35
2452	VIC	M	10782	11472	D	hs	38
2453	VIC	M	10861	11504	A	hs	23
2454	VIC	M	10869	11504	A	hs	40
2455	VIC	M	10868	11504	A	hs	36
2456	VIC	M	10905	10916	D	hs	33
2457	VIC	M	10828	10913	D	hs	50
2458	VIC	M	10825	11248	D	hs	45
2459	VIC	M	10957	11504	A	hs	40
2460	VIC	M	10954	11447	D	hs	30
2461	VIC	M	10854	11163	D	hs	39
2462	VIC	M	10799	11504	A	hs	25
2463	VIC	M	10938	11504	A	hs	39
2464	VIC	M	10813	10938	D	hs	28
2465	VIC	M	10824	11142	D	hs	31
2466	VIC	M	10944	11504	A	hs	30
2467	VIC	M	10829	10996	D	hs	26
2468	VIC	M	10917	11289	D	hs	45
2469	VIC	M	10883	11504	A	hs	53
2470	VIC	F	10826	10909	D	other	49
2471	VIC	M	10980	11471	D	other	36
2472	VIC	M	10869	11199	D	hs	29
2473	VIC	M	10460	10828	D	other	36
2474	VIC	M	10863	11504	A	hs	58
2475	VIC	M	10821	11182	D	hs	39
2476	VIC	M	10904	11504	A	hs	40
2477	VIC	M	10928	11504	A	hs	30
2478	VIC	M	10866	11402	D	hs	37
2479	VIC	M	10924	11504	A	hs	62

2480	VIC	M	10985	11504	A	hs	25
2481	VIC	M	10822	11504	A	hs	39
2482	VIC	M	10851	11239	D	haem	14
2483	VIC	F	10815	11504	A	blood	17
2484	VIC	M	10927	11504	A	hs	50
2485	VIC	M	10960	11504	A	hs	49
2486	VIC	M	10923	11444	D	hs	35
2487	VIC	M	10880	11107	D	hs	28
2488	VIC	M	11126	11504	A	hs	31
2489	VIC	M	10972	11423	D	hs	42
2490	VIC	M	11051	11307	D	hs	46
2491	VIC	M	10979	11004	D	hs	27
2492	VIC	M	10920	11418	D	hs	36
2493	VIC	M	11043	11202	D	hs	28
2494	VIC	M	10975	11504	A	hs	25
2495	VIC	M	10906	11141	D	hs	27
2496	VIC	M	10981	11480	D	hs	40
2497	VIC	M	11028	11504	A	hs	34
2498	VIC	M	11022	11037	D	other	35
2499	VIC	M	10994	11504	A	hs	33
2500	VIC	M	11030	11504	A	id	33
2501	VIC	M	10934	11351	D	hs	30
2502	VIC	M	10946	11421	D	hs	32
2503	VIC	M	11058	11133	D	hs	33
2504	VIC	M	11084	11479	D	hs	25
2505	VIC	M	10947	10954	D	hs	43
2506	VIC	M	11011	11504	A	hs	28
2507	VIC	M	11009	11491	D	hs	37
2508	VIC	M	10954	11142	D	hs	45
2509	VIC	M	10984	11504	A	hs	42
2510	VIC	M	11008	11504	A	hs	48
2511	VIC	M	10968	11186	D	other	26
2512	VIC	M	10960	11504	A	hs	37
2513	VIC	M	11067	11504	A	hs	38

2514	VIC	M	10979	11504	A	hs	24
2515	VIC	M	11036	11339	D	hsid	26
2516	VIC	M	11114	11504	A	haem	15
2517	VIC	M	11013	11168	D	hs	30
2518	VIC	M	11127	11504	A	hs	31
2519	VIC	M	11189	11504	A	hs	33
2520	VIC	M	11082	11504	A	hs	31
2521	VIC	M	11114	11504	A	hs	24
2522	VIC	M	11074	11504	A	hs	32
2523	VIC	M	11091	11504	A	haem	12
2524	VIC	M	11102	11504	A	hs	29
2525	VIC	F	11181	11504	A	het	54
2526	VIC	M	11158	11380	D	hs	29
2527	VIC	M	11175	11183	D	hs	44
2528	VIC	M	11218	11504	A	hs	33
2529	VIC	M	11015	11143	D	hs	43
2530	VIC	M	11202	11504	A	hs	38
2531	VIC	M	11199	11504	A	het	52
2532	VIC	M	11187	11504	A	other	47
2533	VIC	M	10866	11184	D	hs	41
2534	VIC	M	11232	11323	D	hs	45
2535	VIC	M	11131	11255	D	hs	41
2536	VIC	M	11067	11504	A	hs	48
2537	VIC	M	11052	11124	D	hs	29
2538	VIC	M	11191	11504	A	hs	35
2539	VIC	M	11053	11082	D	hs	35
2540	VIC	M	9122	9516	D	hs	26
2541	VIC	M	10740	10754	D	hs	40
2542	VIC	M	11142	11504	A	hs	37
2543	VIC	M	11246	11504	A	hs	39
2544	VIC	M	11196	11504	A	hs	33
2545	VIC	M	11225	11504	A	hs	40
2546	VIC	M	10603	11504	A	hs	41
2547	VIC	M	11085	11475	D	hs	29

2548	VIC	M	11181	11223	D	hs	54
2549	VIC	M	11210	11369	D	hs	37
2550	VIC	M	11207	11504	A	hs	30
2551	VIC	M	11177	11504	A	hs	46
2552	VIC	M	11123	11504	A	hs	42
2553	VIC	M	11173	11504	A	hs	44
2554	VIC	M	11262	11504	A	hs	47
2555	VIC	M	10321	11345	D	hs	36
2556	VIC	M	11184	11504	A	hs	32
2557	VIC	M	11085	11234	D	hs	41
2558	VIC	M	11232	11504	A	hs	30
2559	VIC	M	11189	11504	A	hs	46
2560	VIC	M	11178	11178	D	hs	48
2561	VIC	M	11288	11504	A	hs	29
2562	VIC	M	11309	11504	A	hs	43
2563	VIC	M	11277	11504	A	hs	41
2564	VIC	M	11149	11504	A	hs	46
2565	VIC	M	10831	11185	D	hs	27
2566	VIC	M	11213	11504	A	hs	28
2567	VIC	M	11299	11504	A	hs	31
2568	VIC	M	11243	11504	A	hsid	26
2569	VIC	M	11259	11504	A	hs	48
2570	VIC	M	11261	11504	A	hs	30
2571	VIC	M	11224	11504	A	hs	40
2572	VIC	M	11221	11504	A	hs	35
2573	VIC	M	11048	11326	D	hs	43
2574	VIC	M	11245	11504	A	hs	29
2575	VIC	M	11253	11504	A	hs	43
2576	VIC	M	11251	11504	A	hs	30
2577	VIC	M	11337	11504	A	hs	42
2578	VIC	M	11313	11504	A	hs	36
2579	VIC	M	11359	11504	A	hs	28
2580	VIC	M	11331	11504	A	hs	41
2581	VIC	M	11349	11504	A	hs	41

2582	VIC	M	10180	11323	D	hs	25
2583	VIC	M	11293	11504	A	hs	29
2584	VIC	M	11258	11504	A	id	26
2585	VIC	M	11279	11504	A	hs	49
2586	VIC	M	11392	11504	A	hs	41
2587	VIC	M	11343	11504	A	hs	46
2588	VIC	M	11251	11504	A	hs	34
2589	VIC	M	11249	11504	A	hs	45
2590	VIC	F	11404	11504	A	het	26
2591	VIC	M	11259	11504	A	hs	34
2592	VIC	M	11266	11504	A	hs	37
2593	VIC	M	11376	11504	A	hs	30
2594	VIC	M	11254	11292	D	hs	58
2595	VIC	M	11381	11504	A	hs	42
2596	VIC	M	11345	11504	A	hs	35
2597	VIC	M	11386	11504	A	hs	36
2598	VIC	M	11332	11451	D	hs	27
2599	VIC	M	11294	11504	A	hs	27
2600	VIC	M	11406	11462	D	hs	45
2601	VIC	M	11354	11504	A	hs	43
2602	VIC	M	11410	11504	A	hs	28
2603	VIC	M	11160	11504	A	hs	30
2604	VIC	M	11353	11504	A	hs	34
2605	VIC	M	11236	11504	A	hs	52
2606	VIC	M	11352	11396	D	hs	56
2607	VIC	M	11287	11504	A	hs	31
2608	VIC	M	11473	11504	A	other	43
2609	VIC	M	11407	11504	A	hs	57
2610	VIC	M	11343	11504	A	hs	60
2611	VIC	M	11285	11504	A	hs	26
2612	VIC	M	11306	11504	A	hs	60
2613	VIC	M	11416	11504	A	hs	46
2614	VIC	M	11120	11504	A	hs	45
2615	VIC	F	11312	11327	D	mother	1

2616	VIC	M	11359	11504	A	hs	27
2617	VIC	M	11300	11504	A	hs	35
2618	VIC	M	11133	11416	D	hs	41
2619	VIC	M	11425	11504	A	hs	30
2620	VIC	M	11435	11504	A	hs	31
2621	VIC	M	11451	11504	A	hs	28
2622	VIC	M	11357	11504	A	hs	30
2623	VIC	M	11436	11504	A	hsid	36
2624	VIC	M	11327	11504	A	hs	35
2625	VIC	M	11491	11504	A	hs	57
2626	VIC	M	11394	11504	A	hs	45
2627	VIC	M	11426	11504	A	hs	46
2628	VIC	M	11360	11504	A	hs	36
2629	VIC	M	11454	11489	A	hs	51
2630	VIC	M	11416	11504	A	hs	42
2631	VIC	M	11459	11504	A	hs	27
2632	VIC	M	11466	11504	A	hs	40
2633	VIC	M	11334	11504	A	hs	32
2634	VIC	M	11402	11504	A	hs	49
2635	VIC	M	11373	11504	A	hs	27
2636	VIC	M	11426	11504	A	hs	29
2637	VIC	M	11404	11504	A	hs	24
2638	VIC	M	11366	11504	A	hs	27
2639	VIC	M	11346	11504	A	hs	46
2640	VIC	M	11378	11504	A	hs	33
2641	VIC	M	11387	11504	A	hs	35
2642	VIC	M	11491	11504	A	hsid	27
2643	VIC	M	11403	11413	D	other	36
2644	VIC	M	11393	11504	A	hs	40
2645	VIC	M	11425	11504	A	hs	32
2646	VIC	M	11363	11504	A	hs	28
2647	VIC	M	11444	11504	A	hs	36
2648	VIC	M	11454	11504	A	hs	42
2649	VIC	M	11492	11504	A	hs	44

2650	VIC	M	11202	11504	A	hs	34
2651	VIC	M	11170	11437	D	hs	34
2652	VIC	M	11333	11504	A	hs	35
2653	VIC	M	11498	11504	A	hs	29
2654	VIC	M	11502	11504	A	hs	33
2655	VIC	M	11373	11504	A	hs	47
2656	VIC	M	11370	11504	A	hs	36
2657	VIC	M	11406	11504	A	hs	32
2658	VIC	M	11478	11504	A	other	24
2659	VIC	M	11464	11504	A	hs	44
2660	VIC	M	11454	11504	A	hs	50
2661	VIC	M	11408	11504	A	hs	34
2662	VIC	M	11477	11504	A	hs	26
2663	VIC	M	11470	11504	A	hs	46
2664	VIC	M	11405	11504	A	hs	34
2665	VIC	M	11501	11504	A	hs	27
2666	VIC	M	11461	11504	A	hs	49
2667	VIC	M	11448	11456	D	hs	46
2668	VIC	M	11232	11366	D	hs	39
2669	VIC	M	11464	11504	A	hs	26
2670	VIC	M	11469	11504	A	hs	46
2671	VIC	M	11473	11504	A	hs	41
2672	VIC	M	11472	11504	A	hs	35
2673	VIC	M	11300	11504	A	hs	46
2674	VIC	M	11495	11504	A	hs	55
2675	VIC	M	11467	11504	A	hs	42
2676	VIC	M	11167	11504	A	other	38
2677	VIC	M	10871	10871	D	hs	43
2678	VIC	M	11374	11504	A	hs	34
2679	VIC	M	11440	11504	A	hs	51
2680	VIC	M	11285	11504	A	hs	43
2681	VIC	M	11300	11504	A	hs	45
2682	VIC	M	11310	11349	D	hs	40
2683	VIC	M	10908	11504	A	hs	32

2684	VIC	M	11478	11504	A	hs	38
2685	VIC	M	11418	11504	A	hs	41
2686	VIC	M	10647	11504	A	hs	59
2687	VIC	M	11291	11504	A	hs	39
2688	VIC	M	11368	11472	D	hs	49
2689	VIC	M	11398	11504	A	hs	27
2690	VIC	M	11419	11504	A	hs	44
2691	VIC	M	11236	11378	D	hs	43
2692	VIC	M	10937	11504	A	hs	39
2693	VIC	M	11483	11504	A	hs	26
2694	VIC	M	11204	11504	A	hs	38
2695	VIC	M	11478	11504	A	hs	46
2696	VIC	F	11295	11504	A	other	64
2697	VIC	M	10934	11504	A	hs	40
2698	VIC	M	10749	11278	D	other	46
2699	VIC	M	11489	11504	A	hs	29
2700	VIC	M	11205	11504	A	hs	27
2701	VIC	M	11429	11504	A	hs	39
2702	VIC	M	11303	11406	D	hs	42
2703	VIC	M	11487	11504	A	hs	44
2704	VIC	M	11181	11504	A	hs	42
2705	VIC	M	11312	11504	A	hs	37
2706	VIC	M	11369	11504	A	hs	59
2707	VIC	M	10826	10984	D	hs	37
2708	VIC	M	9387	11504	A	hs	36
2709	VIC	M	11482	11504	A	hs	29
2710	VIC	M	11262	11504	A	hs	45
2711	VIC	M	10921	11504	A	hs	52
2712	VIC	M	10044	11504	A	hs	22
2713	VIC	M	11284	11504	A	hs	31
2714	VIC	M	11368	11368	D	hs	66
2715	VIC	M	10240	10628	D	hs	41
2716	VIC	M	10133	10738	D	hs	61
2717	Other	M	8816	9310	D	hs	47

2718	Other	M	8865	9215	D	hs	24
2719	Other	M	8931	9343	D	hs	44
2720	Other	M	9216	9232	D	hs	52
2721	Other	F	9294	11504	A	het	29
2722	Other	M	9402	11504	A	hs	38
2723	Other	M	9504	9939	D	hs	38
2724	Other	M	9544	9933	D	hs	22
2725	Other	M	9526	9796	D	hs	36
2726	Other	M	9494	9501	D	hs	26
2727	Other	F	9256	9698	D	blood	58
2728	Other	M	9703	11504	A	hs	47
2729	Other	M	9712	11410	D	hs	35
2730	Other	M	9626	9693	D	hs	28
2731	Other	M	9843	10156	D	hs	26
2732	Other	M	9828	10352	D	hs	42
2733	Other	M	9810	11504	A	hsid	39
2734	Other	M	9733	9825	D	hs	39
2735	Other	M	9855	10446	D	hs	43
2736	Other	M	9797	10421	D	hsid	23
2737	Other	M	9911	10720	D	hs	39
2738	Other	M	9868	10131	D	hs	38
2739	Other	M	9915	9920	D	other	27
2740	Other	M	9911	10099	D	hs	38
2741	Other	M	9910	10001	D	hs	27
2742	Other	M	10033	10557	D	hs	32
2743	Other	M	9947	9961	D	hs	26
2744	Other	M	10081	10503	D	hs	36
2745	Other	M	10691	11024	D	hs	31
2746	Other	M	10176	10944	D	hs	28
2747	Other	M	10180	11089	D	hs	34
2748	Other	M	10257	10865	D	hs	31
2749	Other	M	10297	10300	D	hs	36
2750	Other	M	10201	10553	D	hs	35
2751	Other	M	10336	10900	D	hs	50

2752	Other	M	10312	11219	D	hs	36
2753	Other	M	10451	11504	A	hs	31
2754	Other	M	10409	11504	A	id	26
2755	Other	M	10367	10773	D	hs	40
2756	Other	M	10429	11504	A	hs	25
2757	Other	M	10322	10456	D	hs	22
2758	Other	M	10478	11116	D	hs	32
2759	Other	M	10474	10997	D	hs	38
2760	Other	M	10375	10827	D	hs	48
2761	Other	M	10478	10677	D	hs	39
2762	Other	M	10434	11008	D	hs	56
2763	Other	M	10532	11504	A	hs	36
2764	Other	F	10519	11504	A	id	30
2765	Other	M	10472	11504	A	hs	43
2766	Other	M	10545	11162	D	hs	50
2767	Other	M	10494	11140	D	hs	38
2768	Other	M	10546	10833	D	hs	47
2769	Other	M	10670	11039	D	hs	31
2770	Other	M	10603	11135	D	hs	47
2771	Other	M	10597	11157	D	hs	52
2772	Other	M	10661	11504	A	hs	37
2773	Other	F	10758	11504	A	het	40
2774	Other	M	10627	11358	D	hs	29
2775	Other	M	10444	10958	D	hs	40
2776	Other	M	10745	11504	A	hs	41
2777	Other	M	10679	11504	A	hs	41
2778	Other	M	10735	10743	D	other	43
2779	Other	M	10633	10724	D	hs	49
2780	Other	M	10873	11504	A	hs	25
2781	Other	M	10728	11504	A	hs	49
2782	Other	M	10646	11504	A	hs	39
2783	Other	M	10726	11504	A	hs	38
2784	Other	M	10807	11504	A	hs	46
2785	Other	M	10794	10797	D	hs	60

2786	Other	M	10777	11436	D	hs	34
2787	Other	M	10767	10913	D	hs	56
2788	Other	M	10810	10988	D	hs	39
2789	Other	M	10822	11504	A	hs	32
2790	Other	M	10826	11504	A	hs	27
2791	Other	M	10829	10961	D	hs	25
2792	Other	M	10944	11374	D	hs	45
2793	Other	F	10746	10746	D	blood	49
2794	Other	M	10930	11504	A	hs	33
2795	Other	M	10850	11063	D	hs	23
2796	Other	M	10936	11307	D	blood	46
2797	Other	M	10997	11073	D	hs	51
2798	Other	F	10924	11504	A	id	27
2799	Other	M	11003	11504	A	hs	37
2800	Other	M	11032	11191	D	hs	28
2801	Other	M	11094	11504	A	hs	38
2802	Other	M	11020	11236	D	hs	32
2803	Other	M	10916	11504	A	hs	45
2804	Other	M	10655	11468	D	hs	33
2805	Other	M	11106	11504	A	hs	53
2806	Other	M	11080	11504	A	hs	26
2807	Other	M	10983	10984	D	hs	57
2808	Other	M	11162	11163	D	hs	41
2809	Other	F	11133	11134	D	id	32
2810	Other	M	11111	11451	D	hs	39
2811	Other	M	11087	11088	D	haem	12
2812	Other	M	11228	11504	A	hs	23
2813	Other	M	11011	11162	D	blood	31
2814	Other	M	11232	11504	A	hs	32
2815	Other	M	11243	11494	D	hs	43
2816	Other	M	11173	11504	A	hs	30
2817	Other	M	11156	11504	A	hs	34
2818	Other	M	11125	11504	A	hs	37
2819	Other	M	11226	11309	D	hs	50

2820	Other	M	10159	10669	D	hs	33
2821	Other	M	10725	10783	D	hs	41
2822	Other	M	9644	10264	D	hs	25
2823	Other	M	10584	10594	D	hsid	44
2824	Other	M	11356	11504	A	hs	45
2825	Other	M	11348	11504	A	hs	35
2826	Other	M	11302	11332	D	blood	41
2827	Other	M	11388	11504	A	hs	45
2828	Other	M	11338	11504	A	hs	37
2829	Other	M	9939	11252	D	hs	41
2830	Other	M	11111	11382	D	hs	42
2831	Other	M	11190	11268	D	hs	25
2832	Other	M	11419	11504	A	hs	48
2833	Other	M	11265	11504	A	hs	51
2834	Other	M	11311	11311	D	hs	39
2835	Other	M	11297	11504	A	hs	34
2836	Other	M	11385	11504	A	hs	37
2837	Other	M	11339	11444	D	hs	39
2838	Other	M	11359	11504	A	hs	27
2839	Other	M	11475	11504	A	het	46
2840	Other	F	11420	11504	A	het	34
2841	Other	M	11496	11504	A	haem	49
2842	Other	M	11460	11504	A	hs	55
2843	Other	M	11448	11504	A	hs	37

