

**BİREYSEL EMEKLİLİK SÜRESİNİ ETKİLEYEN  
FAKTÖRLERİN YAŞAM ÇÖZÜMLEMESİ İLE  
İNCELENMESİ**

**ANALYSIS OF FACTORS INFLUENCING TIME OF  
INDIVIDUAL PENSION PLANS USING SURVIVAL  
ANALYSIS**

**GÜVEN ŞİMŞEK**

**Doç.Dr. DURDU KARASOY**

**Tez Danışmanı**

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

AKTÜERYA BİLİMLERİ Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak hazırlanmıştır.

2013

**GÜVEN ŞİMŞEK**'in hazırladığı “**Bireysel Emeklilik Süresini Etkileyen Faktörlerin Yaşam Çözümü ile İncelenmesi**” adlı çalışma aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **AKTÜERYA BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Prof. Dr. FATMA ZEHRA MULUK

Danışman

Doç. Dr. DURDU KARASOY

Üye

Doç. Dr. MERAL SUCU

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. FATMA SEVİN DÜZ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

/ /2013

Güven ŞİMŞEK

## ÖZET

# BİREYSEL EMEKLİLİK SÜRESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN YAŞAM ÇÖZÜMLEMESİ İLE İNCELENMESİ

**GÜVEN ŞİMŞEK**

**Yüksek Lisans, Aktüerya Bilimleri Bölümü**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. DURDU KARASOY**

**Haziran 2013, 82 sayfa**

Türkiye’de 1990’lı yılların sonunda sosyal güvenlik alanında ortaya çıkan, gelir-gider dengesinin bozulması, aktif pasif oranının düşmesi gibi sıkıntılar, sosyal güvenlik sisteminde reform çalışmalarının yapılması ihtiyacını gündeme getirmiştir. Bu reform çalışmalarının bir sonucu olarak mevcut sosyal güvenlik sisteminin tamamlayıcısı özelliğinde olan bireysel emeklilik sistemi uygulamaya konulmuştur.

Bireysel emeklilik sisteminin güvenilirliği ve devamlılığı için bireylerin sistemde kalmaları çok önemlidir. Bireysel emeklilik sisteminde kalma süresini etkileyen kişisel birçok faktör bulunmaktadır. Bu çalışmada bireysel emeklilik sisteminde kalma süresini etkileyen faktörlerin incelenmesi için pozitif tanımlı raslantı değişkenlerinin çözümlenmesinde kullanılan ve istatistiksel teknikler bütünü olarak tanımlanan yaşam çözümlemesi kullanılmıştır.

Bireysel emeklilik sisteminde kalma süresini etkileyen faktörlerin incelenmesi konusunda Emeklilik Gözetim Merkezi’ne ait gerçek bireysel emeklilik verileri kullanılmıştır. Verilere, Cox regresyon modeli, genişletilmiş Cox regresyon modeli, parametrik regresyon modelleri ve zayıflık modelleri uygulanmış ve elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Sosyal güvenlik, bireysel emeklilik, Cox regresyon modeli, genişletilmiş Cox regresyon modeli, parametrik regresyon modelleri, zayıflık modelleri.

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF FACTORS INFLUENCING TIME OF INDIVIDUAL PENSION PLANS USING SURVIVAL ANALYSIS**

**GÜVEN ŞİMŞEK**

**Master of Science, Department of Actuarial Sciences**

**Supervisor: Assoc. Prof. DURDU KARASOY**

**June 2013, 82 pages**

In Turkey in late 1990s, problems emerged in social security field like the disruption of balance of income and expenditure, decrease in asset–liability ratio have brought into the agenda a need for reform efforts in social security system. As a result of these reform efforts, individual pension system has been put into practice as a supplementary to the existing social insurance system.

For reliability and sustainability of the individual pension system, it is very important to keep people within the system. There are many factors that influence the period spent within the individual pension system. In this research, the survival analysis, which is used in analysis of positively defined random variables and is defined as a collection of statistical techniques, is employed for examining the factors influencing the time spent within the individual pension system.

It is used here the Emeklilik Gözetim Merkezi's data on the existing individual pension data in researching the factors that influence the time spent within the individual pension system. Cox regression model, extended Cox regression model, parametric regression models and frailty models are applied for the data and the attained results are discussed.

**Keywords:** Social security, individual pension, Cox regression model, extended Cox regression model, parametric regression models, frailty models.

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca bilgi ve deneyimiyle bana her türlü desteği sağlayarak, tezi bitirmemde büyük emeği olan tez danışmanım sayın Doç.Dr. Durdu KARASOY'a,

Bu tezin hazırlanma aşamasında göstermiş olduğu anlayış ve destek için bölüm başkanımız sayın Doç.Dr. Meral SUCU'ya,

Tez savunma jürisinde yer alan ve çok değerli önerileri ile tezime katkı sunan sayın Prof.Dr. Fatma Zehra MULUK'a,

Bireysel emeklilik sistemine ait verilerin kullanılması konusundaki değerli katkıları için Hazine Müsteşarlığı Sigortacılık Genel Müdürlüğü Özel Emeklilik Dairesi Başkanı Uluç İçöz'e ve Emeklilik Gözetim Merkezi A.Ş.'ye ve değerli çalışanlarına,

Tez çalışmam boyunca değerli görüşleri ile beni yönlendiren sevgili arkadaşlarım, Ezgi NEVRUZ'a, Ayşe ARIK'a, Başak BULUT'a,

Hiçbir zaman desteğini ve hoşgörüsünü esirgemeyen oda arkadaşım hocam Furkan YILDIRIM'a ve tez çalışmama katkılarını sunan arkadaşım Betül Zehra KARAGÜL'e,

Tez sürecinde desteklerini esirgemeyen arkadaşlarım Turgay ERGÜN'e ve Veysel TEKDAL'a,

Aldığım eğitimin her aşamasında maddi ve manevi olarak desteklerini esirgemeyen, bugünlere gelmemde en büyük paya sahip olan annem Rukiye ŞİMŞEK'e, babam Remzi ŞİMŞEK'e ve kardeşim Gürkan ŞİMŞEK'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	vii
1. GİRİŞ .....	1
2. SOSYAL GÜVENLİK SİSTEMİ.....	4
2.1. Sosyal Güvenlik Kavramı .....	4
2.2. Sosyal Güvenlik Sistemi ve Özellikleri.....	6
2.3. Sosyal Güvenliğin Gelişme Süreci .....	6
2.3.1. Dünyada Sosyal Güvenliğin Gelişmesi.....	6
2.3.2. Türkiye’de Sosyal Güvenliğin Gelişmesi .....	8
2.4. Türk Sosyal Güvenlik Sisteminin Sorunları .....	9
2.4.1. Türk Sosyal Güvenlik Sisteminin Yaşadığı Demografik Sorunlar .....	10
2.4.2. Türk Sosyal Güvenlik Sisteminin Yaşadığı Finansal Sorunlar .....	10
2.4.3. Türk Sosyal Güvenlik Sisteminin Yaşadığı Yönetim ve Kurumsal Yapı Sorunları .....	11
2.5. Türkiye’de Yapılan Sosyal Güvenlik Reformunun Genel Hatları .....	11
3. TÜRKİYE’DE BİREYSEL EMEKLİLİK SİSTEMİ.....	14
3.1. Bireysel Emeklilik Sistemi ve İşleyişi .....	14
3.1.1. Bireysel Emeklilik Sisteminin Tanımı.....	14
3.1.2. Bireysel Emeklilik Sisteminin Amacı ve Kapsamı .....	15
3.1.3. Bireysel Emeklilik Sisteminin Özellikleri .....	15
3.1.4. Bireysel Emeklilik Sistemi İle İlgilenen Kurumsal Yapılar .....	16
3.2. Türkiye’de Bireysel Emeklilik Sisteminin Uygulanması.....	19

3.2.1.	Bireysel Emeklilik Sistemine Katılım.....	19
3.2.2.	Bireysel Emeklilik Sisteminde Katılımcının Hakları.....	20
3.2.3.	Bireysel Emeklilik Sistemine Devlet Katkısı.....	20
3.2.4.	Sistemden Ayrılma Durumunda Uygulanacak Vergilendirme .....	21
3.3.	Bireysel Emeklilik Sisteminin Türkiye'deki Mevcut Durumu.....	21
4.	YAŞAM ÇÖZÜMLEMESİ.....	25
4.1.	Yaşam Süresi .....	25
4.1.1.	Yaşam Süresinin Tanımı .....	25
4.1.2.	Yaşam Süresini Niteleyen Fonksiyonlar .....	26
4.2.	Durdurma .....	27
4.3.	Yaşam Fonksiyonunun Kaplan-Meier Tahmini.....	27
4.4.	Log-rank Testi .....	28
4.5.	Cox Regresyon Modeli .....	30
4.5.1.	Cox Regresyon Modeli için Kısmi Olabilirlik Fonksiyonu .....	31
4.5.2.	Orantılı Tehlikeler Varsayımının Kontrolü.....	32
4.6.	Orantısız Tehlikelerin Olması Durumunda Kullanılan Yaşam Modelleri.....	33
4.6.1.	Tabakalandırılmış Cox Regresyon Modeli.....	33
4.6.2.	Genişletilmiş Cox Regresyon Modeli.....	34
4.6.3.	Parametrik Regresyon Modelleri .....	35
4.6.3.1.	Parametrik Orantılı Tehlikeler Modeli.....	35
4.6.3.2.	Hızlandırılmış Başarısızlık Süresi Modelleri .....	36
4.6.4.	Zayıflık Modeli .....	39
5.	UYGULAMA .....	41
5.1.	Kaplan-Meier Tahmin Sonuçları .....	41
5.2.	Cox Regresyon Çözümlemesi.....	51
5.3.	Orantılı Tehlikeler Varsayımının İncelenmesi.....	54



5.4.	Orantısız Tehlikeler Durumunda Kullanılan Modeller .....	59
5.4.1.	Genişletilmiş Cox Regresyon Çözümlemesi.....	59
5.4.2.	Parametrik Regresyon Modellerine İlişkin Çözümlemeler .....	65
5.5.	Modellerin Karşılaştırılması .....	71
6.	SONUÇLAR ve ÖNERİLER .....	75
KAYNAKLAR.....		78
ÖZGEÇMİŞ .....		82

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AFT	Hızlandırılmış Başarısızlık Süresi
Bağ-Kur	Esnaflık ve Sanatkarlar ve Diğer Bağımsız Çalışanlar Sosyal Sigortalar Kurumu
BEDK	Bireysel Emeklilik Danışma Kurulu
EGM	Emeklilik Gözetim Merkezi
HM	Hazine Müsteşarlığı
r.d.	Raslantı Değişkeni
SGK	Sosyal Güvenlik Kurumu
SPK	Sermaye Piyasası Kurulu
SSK	Sosyal Sigortalar Kurumu
TBMM	Türkiye Büyük Millet Meclisi
UÇÖ	Uluslararası Çalışma Örgütü

# 1. GİRİŞ

Sosyal güvenlik alanında ortaya çıkan sorunlar ülkeler için sosyal güvenlik sistemlerinin mevcut haliyle yürütülemeyeceğini, bu alanda ciddi yapısal reformların yapılması ihtiyacını gündeme getirmiştir. Sosyal güvenliğin finansmanı, demografik yapı, yönetsel ve yasalardan kaynaklanan sorunlar bu alanda yaşanan aksaklıkların temelini oluşturmaktadırlar. Özellikle 1980'li yıllardan itibaren görülmeye başlanan bu sorunlara ülkeler çeşitli çözümler getirmeye çalışmışlardır. Bu süreçte özel emekliliğe ilişkin çalışmalar hızlanmış ve ülkeler özel emeklilik ile ilgili yasal çalışmalara başlamıştır.

Güney Amerika ülkesi olan Şili özel emeklilik ile ilgili olarak çok önemli kararlar almış ve bu alanda diğer ülkeler için örnek olmuştur. Şili'de sosyal güvenliğin gelirlerinin giderlerini karşılayamaması ve aktif-pasif oranının 0,5'e kadar düşmesi [1] ve 1980 yılında Şili sosyal güvenlik sisteminin, gayri safi milli hasılanın %2,7'sine varan açık vermesi, mevcut sosyal güvenlik sistemine ilişkin tartışmaların ortaya çıkmasına sebep olmuştur [2].

1981 yılında yaşlılık aylığı sistemini, kamu kesiminden, özel emeklilik fonlarına dayalı bir sisteme dönüştürerek, özel emekliliğe geçiş konusunda en yenilikçi ve sıradışı uygulamayı Şili gerçekleştirmiştir [3]. Sosyal güvenlik sisteminden özel emekliliğe dayalı bir sisteme geçiş için önemli bir örnek teşkil etmekte olan bu uygulama yapılacak benzer çalışmalar için de bir referans niteliği taşımaktadır [4].

Birçok Güney Amerika ülkesi ve Amerika Birleşik Devleti'nde özel emekliliğe geçiş konusunda Şili modeline benzer hareketler başlamıştır. Avrupa ülkelerinde ise sosyal sigortalarla birlikte özel emeklilik uygulaması görülse de, Şili'de yapıldığı gibi radikal bir değişiklik olmamış ve ülkeler kendine özgü değişiklikler yaparak sosyal güvenliğe ilişkin çözümler üretmişlerdir [5].

Türkiye'de ise Sosyal güvenlik alanında yapılan reform çalışmalarının bir sonucu olarak bireysel emeklilik sistemi gündeme gelmiş ve 2001 yılında 4632 sayılı Bireysel Emeklilik Tasarruf ve Yatırım Sistemi Kanunu ile kurulan bireysel emeklilik sistemiyle birlikte bireylerin emekliliğe yönelik tasarruflarının artırılması ve emeklilik dönemlerinde refah düzeylerinin yükseltilmesi amaçlanmıştır.

İyi tanımlanmış herhangi bir olayın gerçekleşme ya da gözlem süresinin çözümlenmesi yaşam çözümlenmesi yöntemleri ile yapılabilir. Söz konusu olayın gerçekleşmesi ise başarısızlık olarak tanımlanır.

Bir birimin başarısızlık ya da ölüm zamanının incelenmesi çalışmaları yaşam tablosu ile başlamıştır. Yaşam verisinin çözümlenmesi için kullanılan parametrik olmayan en eski ve basit aktüeryal yöntem Berkson ve Gage [6] tarafından önerilmiştir. Yaşam olasılıklarının tahmini için kullanılan Kaplan-Meier tahmin yöntemi [7] ve farklı grupların yaşam olasılıklarını karşılaştıran log-rank testi [8] yaşam çözümlenmesi alanında yapılan etkili çalışmalardır. Kaplan-Meier yöntemi, yaşam olasılıklarını hesaplamada açıklayıcı değişkenleri dikkate almadığından açıklayıcı değişkenlerin yaşam süresiyle ilişkisi hakkında bilgi vermemektedir. Yaşanılan bu sorun yaşam verisinin incelenmesi için regresyon modellerinin ortaya çıkmasına sebep olmuştur [9]. Yaşam süresi üzerinde açıklayıcı değişkenlerin etkilerini ölçmek için en yaygın kullanılan yöntem Cox regresyon modelidir [10].

Yaşam dağılımı hakkında hiç bir varsayım içermeyen ve kullanımı basit olan Cox regresyon modelinin temel varsayımı orantılı tehlikelerdir. Cox regresyon modelinin uygulanabilmesi için tehlike oranının zaman içinde sabit olması gerekmektedir. Tehlike oranının zamanla değiştiği çalışmalar için bu modelin kullanılması sağlıklı sonuçlar vermemektedir. Bu varsayımın sağlanmadığı durumlarda genişletilmiş Cox regresyon modeli, tabakalandırılmış Cox regresyon modeli, ağırlıklandırılmış Cox regresyon modeli, parametrik regresyon modelleri ya da zayıflık (frailty) modelleri kullanılmaktadır.

Kişilerin sistemde kaldığı süreyi etkileyen faktörler mevcut olup, bunların süreyi etkileyip etkilemediğini incelemek için yaşam çözümlenmesi teknikleri kullanılmıştır. 2001 yılında yasalaşan bireysel emeklilik sistemi ile ulaşılmak istenen ekonomik hedeflerin gerçekleşmesi için sisteme katılan bireylerin, belirlenen bir süre sistemde kalmaları beklenmektedir. Bu çalışmada, yaşam çözümlenmesi yöntemleri kullanılarak Türkiye’de onuncu yılında olan bireysel emeklilik sisteminde kalma süresini etkileyen faktörlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde sosyal güvenlik ile ilgili temel kavramlara, sosyal güvenlik sisteminin dünyada ve Türkiye’deki gelişimine, sosyal güvenlik sisteminin

dünyada ve Türkiye'deki gelişimine, sosyal güvenlik sisteminin yaşadığı sorunlara ve buna ilişkin yapılan reform çalışmalarına yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde bireysel emeklilik sisteminin ortaya çıkışı ve sistemin Türkiye'deki durumu hakkında bilgiler verilmiştir.

Dördüncü bölümde, yaşam çözümlemesi ile ilgili temel kavramlar açıklanarak yaşam olasılıklarının Kaplan-meier tahmini ve yaşam olasılıklarını karşılaştırmada kullanılan log-rank ve Tarone-Ware test istatistiği incelenmiştir. Cox regresyon modeli ve orantılılık varsayımını incelemek için kullanılan yöntemler hakkında genel bilgiler verilmiş ve orantılılık varsayımının sağlanmadığı durumlarda kullanılan alternatif regresyon modellerinden bahsedilmiştir.

Beşinci bölümde, Emeklilik Gözetim Merkezi'ne ait bireysel emeklilik verileri kullanılarak sistemde kalma süresini etkileyen faktörler yaşam çözümlemesi yöntemleri ile incelenmiş ve elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

## 2. SOSYAL GÜVENLİK SİSTEMİ

### 2.1. Sosyal Güvenlik Kavramı

Sosyal güvenlik, insanların yaşamları boyunca karşılabilecekleri ve gelir kaybına sebep olabilecek sosyal risklere karşı bireyleri korumak amacıyla oluşturulmuş ve kamu tarafından alınan önlemleri içeren bir programdır. İnsanların yarınlarını güvence altına almak istemesi, kimseye muhtaç olmadan varlığını devam ettirme düşüncesi, sosyal güvenliğin çıkış noktasıdır.

Ortaya çıkışı oldukça eski olan “sosyal güvenlik” terimine ilk defa, büyük iktisadi krizden sonra, 1935 tarihli bir Amerikan yasasında yer verilmiştir. Amerikan halkına gelir güvencesi sağlamayı amaçlayan ve başkan Roosevelt’in “Yeni Düzen” politikasının bir parçasını oluşturan bu terim bütün dünyada benimsenip kullanılmaya başlanmıştır [11].

Sosyal güvenliğin geniş bir içeriğe sahip olması, bu terimin tüm özelliklerini ortaya koyan tek bir tanımın yapılmasını zorlaştırmıştır. Bu durum literatürde birçok sosyal güvenlik tanımının mevcut olmasına neden olmuştur. Sosyal güvenlik, kişilere gelirleri ne olursa olsun, belirli sayıdaki tehlikeler karşısında ekonomik güvence sağlama görevine sahip kurum veya kurumlar topluluğu olarak ifade edilebilir [12].

İnsan Hakları Evrensel Beyannamesi sosyal güvenlik terimini, “Herkesin hastalık, analık, işsizlik, yaşlılık ve ölüm gibi insan iradesi dışında meydana gelen risklere karşı güven içerisinde olması gereğinin yanı sıra; beslenme ve barınma gibi her türlü ihtiyacın karşılanması” şeklinde tanımlamıştır [13].

Diğer bir sosyal güvenlik tanımına göre ise mesleki, fizyolojik veya sosyoekonomik bir riskten ötürü geliri veya kazancı devamlı veya geçici olarak kesilmiş kimselerin geçinme ve yaşama ihtiyaçlarını karşılayan bir sistemdir [14].

Çağdaş sosyal güvenlik sistemleri ilk aşamada kişinin ekonomik güvencesini sarsabilecek sosyal riskleri kapsam içerisine almıştır [15]. Bu nedenle sosyal risk içerdiği tehlikeler bakımından bilinen risk kavramından daha sınırlı bir içeriğe sahiptir. Bir başka ifadeyle ortaya çıkan tehlikelerin bir sonucu olarak, bireyin ekonomik durumunda olumsuz bir değişikliğe sebep olan riskler sosyal risk olarak adlandırılmaktadır. Dolayısıyla meydana gelen tüm tehlikeleri sosyal risk olarak adlandırmanın yanlış olduğu söylenebilir.

Türkiye’inde onayladığı, Uluslararası Çalışma Örgütü’nün (UÇÖ) 28 Haziran 1952 tarih ve 102 sayılı Sosyal Güvenliğin Asgari Normları Sözleşmesinde bir sosyal güvenlik sisteminin koruma sağlayacağı dokuz sosyal risk grubu belirlenmiştir. Bu riskler; “uzun dönem riskler” olarak adlandırılan yaşlılık, maluliyet ve ölüm; geçici iş görememe durumu ortaya çıkardığı için “kısa dönemli riskler” olarak ifade edilen hastalık, analık, iş kazası, meslek hastalığı ve işsizlik riskleri; genel amacı çocuklu ailelerin geçim ve bakım masraflarına katkıda bulunmak olan aile yardımları olarak da ifade edilebilen “ailevi yükler” şeklinde belirtilmiştir [11].

UÇÖ’nün 102 sayılı sözleşmesinde belirtilen sosyal risklerin meydana gelmesi durumunda oluşabilecek ekonomik kayıplara karşın güvence sağlayacak bir sosyal güvenlik politikasının tam olarak oluşturulduğunu söylemek zordur. Ülkelerin gelişmişlik düzeyleri, ekonomik ve politik durumları bu asgari normların tam olarak güvence altına alınamamalarının en büyük sebepleri olarak ifade edilebilir.

Bireyler belirsizliklerle dolu hayatları boyunca, riskin ne zaman ve ne şiddette ortaya çıkacağını bilemediklerinden riskin ekonomik sonuçlarını hafifletmek için tedbirler almaktadır. Benzer durumdaki insanların aynı risklerin olumsuz sonuçlarını azaltmak amacıyla bir araya geldikleri ve böylece sigorta kavramının doğduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

Türk Ticaret Kanunu’nda sigorta sözleşmesi; sigortacının bir prim karşılığında, kişinin para ile ölçülebilir bir menfaatini zarara uğratan rizikonun meydana gelmesi halinde bunu tazmin etmeyi ya da bir veya birkaç kişinin hayat süreleri sebebiyle ya da hayatlarında gerçekleşen bazı olaylar dolayısıyla bir para ödemeyi veya diğer edimlerde bulunmayı yükümlendiği sözleşme olarak tanımlanmıştır.

Geleneksel sosyal güvenlik müesseselerinin sanayi toplumunun sosyal güvenlik ihtiyacını karşılamada yetersiz kalması üzerine, ilk defa 1881 yılında Almanya’da Başbakan Bismark ve İmparator Wilhelm tarafından kurulan sosyal sigortalar, başta sanayileşmiş Avrupa ülkeleri olmak üzere bütün dünyada yaygınlaşmış ve sosyal güvenlik sisteminin en önemli müessesesi haline gelmiştir [16].

Sosyal sigorta, gündelik hayatta oluşabilecek belirli sosyal risklerin ekonomik etkilerini hafifletmek için devlet tarafından yönetilen, zorunlu katılım esasına dayanan işçi ve işverenin katkı payları ile oluşturulan fonların ihtiyaç sahiplerine ayırım gözetilmeksizin dağıtılması işlemi olarak ifade edilebilir. Sosyal sigorta, bir

ülkede sosyal güvenlik sisteminin dayandığı en önemli araç durumundadır. Katılımın zorunlu olması, devletçe yönetilmesi, belirli sayıda riski kapsamaması nedeniyle özel sigortalardan ayrılmaktadır [17].

## **2.2. Sosyal Güvenlik Sistemi ve Özellikleri**

Sosyal güvenlik ihtiyacının karşılanması amacıyla oluşturulan kurumlardan oluşan sosyal güvenlik sistemleri, amaçlarını daha etkin olarak gerçekleştirmek için çeşitli çalışma prensipleri geliştirmişler ve belirli özelliklere sahip bir organizasyon oluşturmuşlardır. Sosyal güvenlik sistemlerinin hemen hemen her ülkedeki ortak özellikleri ve prensipleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Sosyal güvenlik, temel insan haklarından biri olarak kabul edilmiş ve bu hakkın gereklerini yerine getirme görevi devlete verilmiştir.
- Sosyal güvenlik sistemleri; bir ülke halkını oluşturan herkesi, bütün sosyal risklere karşı koruma kapsamına almayı ve onları yaşadıkları toplum içinde başkalarına muhtaç etmeyecek bir hayat standardına kavuşturmayı amaçlamaktadır.
- Sosyal güvenlik sistemleri; müessese olarak sosyal sigortalar, kamu sosyal güvenlik harcamaları ve tamamlayıcı müesseselerden oluşmaktadır.
- Sosyal güvenlik sistemi ile doğrudan ilgili tarafların sistemin finansmanına katılımı söz konusudur. Sigortalılar ve işverenler ile sosyal güvenlik sisteminden doğrudan faydalanan taraflar olarak, devlet de görevi gereği olarak finansmana iştirak etmektedir.
- Sosyal güvenlikte koruma birimi ailedir. Sosyal güvenlik kurumları yükümlülük açısından fertlerle ilişki kurarken, sağlanan sosyal güvenlik garantisi bakımından bireyi ailesi ile birlikte düşünmektedir. Sosyal güvenlik ivazları yalnızca bireyin ihtiyaçları değil ailesinin ihtiyaçları da düşünülerek belirlenmektedir [16].

## **2.3. Sosyal Güvenliğin Gelişme Süreci**

### **2.3.1. Dünyada Sosyal Güvenliğin Gelişmesi**

Sosyal güvenliğin tarihsel gelişimi, sanayi devrimi öncesi ve sanayi devrimi sonrası olmak üzere iki farklı dönemde incelenmektedir. Sanayi devrimi yalnızca teknoloji alanında önemli değişikliklere sebep olmamış, toplumların yaşam biçimlerini de değiştirmiştir. Genellikle kırsal kesimde hayatlarını sürdüren insanların sanayinin



gelişmesi ile birlikte şehirlere göç etmeye başlaması ile artan şehir nüfusları toplumların sosyal, kültürel ve ekonomik düzenlerinin değişmesine sebep olmuş, bu durum toplumun tüm katmanlarını ilgilendiren sosyal güvenliği de doğrudan etkilemiştir.

Sanayi devriminden sonra gelişen teknoloji ile birlikte sosyal güvenliğin karşılamakla yükümlü olduğu sosyal risklerin kapsamı da genişlemiştir. Teknolojinin çok fazla gelişmediği, ticari faaliyetlerin genellikle tarımla ilgili olduğu eski zamanlarda oluşabilecek sosyal riskler günümüze kıyasla daha sınırlı ve oluşturduğu zararlar açısından daha küçük miktarlara sahipken; gelişen sanayi ile birlikte bu alanda çalışan işçilerin sayısı artmış ve iş güvenliği konusunda çok ciddi sorunlar ortaya çıkmıştır. İşçilerin gün geçtikçe ağırlaşan çalışma koşullarına karşı kendilerini güvende hissetmemeye başlaması ve temel insanlık hakkı olan sosyal güvenlikle ilgili talepleri, ülkeleri sosyal güvenlik ile ilgili daha resmi adımlar atmaya zorlamıştır. Böylece geleneksel sosyal güvenlik teknikleri yerini yavaş yavaş daha sistemli, devlet tarafından kontrol edilen bir mekanizmaya bırakmıştır.

Sanayileşme hareketlerinin hızla geliştiği ülkelerden biri olan Almanya'da 1870-1871 harbi sonrası 1874 ekonomik krizinin başlaması ile fabrikaların kapanması işsizliği artırmıştır. Dönemin Başbakanı Otto Von Bismarck, toplumda mevcut olan sosyo-ekonomik düzensizliğe engel olabilecek bir müdahale aracının gerekli olduğunu düşünerek hazırladığı sosyal programı parlemontaya sunmuştur. Bu program gereği, Hastalık Sigortası, İş Kazası Sigortası ve Yaşlılık Sigortası Kanunları kabul edilmiştir [13]. Kabul edilen bu kanunlar günümüz sosyal güvenlik sisteminin de temel ilkeleri olmuştur. Almanya'da sosyal güvenlik alanında yapılan çalışmalar diğer Avrupa devletleri arasında hızla yayılmaya ve gelişmeye devam etmiştir.

1929 yılında dünyada yaşanan büyük ekonomik kriz karşısında yetersiz olan ekonomik politikalar Amerika'da da Sosyal Güvenlik Kanunu'nun çıkarılmasına neden olmuştur. Bu kanunla sosyal güvenlik kavramı dünyada ilk kez ortaya çıkmıştır. Bu kavram, 1941 yılında İngiltere'de Lord Beveridge başkanlığında sosyal riskleri teminat altına alma amacıyla hazırlanan "Beveridge Planı" ile hayata geçmiştir. Bu planın temel amacı; devletin bütün fertlerine asgari bir gelir sağlanması ve halkın eşit olmayan sosyo-ekonomik durumunun düzeltilmesidir [13].

Dünyadaki sosyal güvenlik sistemi konjonktürü sadece sisteme dahil olan tarafların haklarını korumakla kalmamış, sistemin eksikliklerini ve ihtiyaçlarını ortaya çıkararak yeni düzenlemelerin yapılmasına temel hazırlamıştır.

### **2.3.2. Türkiye’de Sosyal Güvenliğin Gelişmesi**

Osmanlı İmparatorluğu sanayileşme sürecinde diğer Avrupa devletlerinin gerisinde kaldığı için sosyal politikalar veya sosyal güvenlik sistemi alanında gelişmemiş, sosyal risklere karşı koruma daha çok yardımlaşma ile sağlanmıştır [18]. Türkiye’de sosyal güvenliğin yasalarla belirlenmesi ve gelişmesi Cumhuriyet dönemi ile birlikte ivme kazanmıştır.

1920 yılından itibaren ülkemizde sosyal güvenlik alanında yaşanan önemli gelişmeler;

- 1921 yılında kurulan 151 sayılı Ereğli Maden Amelesinin Hukukuna Müteallik Kanun ile kurulan Amele Birliği, kanun ile kurulan ve üyeliği zorunlu olan ilk sosyal güvenlik kuruluşudur,
- 1936 tarihli ve 3008 sayılı İş Kanunu ile Türkiye’de sosyal sigortaların kuruluşu ve sosyal sigortalara ilişkin temel ilkeler öngörülmüştür. İkinci Dünya Savaşı nedeniyle 1945 yılına kadar bu ilkeler uygulanamamıştır,
- Sosyal sigorta kolları ile ilgili kanun, 27.06.1945 tarihli ve 4772 sayılı İş Kazaları, Meslek Hastalıkları ve Analık Sigortaları Kanunudur. Bu Kanuna paralel olarak 16.07.1945 tarihinde 4792 sayılı İşçi Sigortaları Kurumu Kanunu çıkartılmıştır. Bu kanunun 1946 yılında yürürlüğe girmesiyle İşçi Sigortaları Kurumu kurularak 1945 yılına kadar kurulan birçok sayıdaki sandığın da birleştirilmesi sağlanmıştır,
- 1950 yılında Emekli Sandığı Kanununun yürürlüğe girmesiyle, bu tarihe kadar kurulmuş olan birçok emekli sandığı kaldırılarak yerine çalışanlardan ve işverenlerden prim alınması ilkesine dayanan, modern bir sosyal güvenlik yapısı oluşturulmuştur,
- 1961 Anayasasıyla, “sosyal güvenlik” kavramı çalışma hayatı ve sosyal politikalara ilişkin anayasal terminolojiye girmiştir,
- 02.09.1971 tarihinde 1479 sayılı Esnaf ve Sanatkârlar ve Diğer Bağımsız Çalışanlar Sosyal Sigortalar Kurumu (Bağ-Kur) Kanunu çıkartılmıştır. Bu kanunla bağlantılı olarak 1979 yılında herhangi bir sosyal güvenlik

kuruluşuna tabi olmayan Türk vatandaşlarıyla ev kadınlarına Bağ-Kur kapsamında isteğe bağlı sigortalı olma hakkı verilmiştir,

- 1983 yılında 2925 sayılı Tarım İşçileri Sosyal Sigortalar Kanunu ve 2926 sayılı Tarımda Kendi Adına ve Hesabına Çalışanlar Sosyal Sigortalar Kanunu kabul edilerek tarım kesiminde çalışanların sosyal güvenliklerinin sağlanmasına dönük önemli düzenlemeler yapılmıştır,

biçiminde sıralanabilir [19] .

Ülkemizde sosyal güvenlik sisteminin işleyişi genellikle sosyal sigorta uygulamaları üzerinden yürütülmektedir. Sosyal yardımlar ve hizmetler gibi sosyal güvenlik teknikleri, gelir kaybına uğramış ya da geliri kesilen kişilere geçici bir süre güvence sağlamak için kullanılmaktadır. Sosyal sigortalar verilen hizmetlerin çeşitliliği bakımından sosyal güvenlik sistemlerinin temelini oluşturmaktadır.

Türkiye’de 2006 yılında sosyal güvenlik reformu kapsamında 5502 sayılı kanunla Sosyal Sigortalar Kurumu (SSK), Emekli Sandığı ve Bağ-kur kurumları Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) altında tek çatıda toplanmıştır. Sosyal güvenlik sisteminin mevcut yapısına bakıldığında primli ve primsiz olmak üzere iki temel uygulamanın olduğu görülmektedir. Sosyal güvenlik reformu öncesi, SSK, Emekli Sandığı, Bağ-Kur ve özel sosyal güvenlik sandıkları primli sosyal güvenlik sistemini oluştururken; primsiz sosyal güvenlik sistemlerini de kamu sosyal güvenlik harcamaları, sosyal hizmetler ve sosyal yardım teknikleri oluşturmaktadır [17].

#### **2.4. Türk Sosyal Güvenlik Sisteminin Sorunları**

Günümüzde pek çok sosyal güvenlik sistemi ciddi sorunlarla karşı karşıyadır. Sosyal güvenlik sistemlerini yıpratıcı etkenler ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre farklılık göstermektedir. Örneğin gelişmiş ülkeler daha çok demografik sebeplerden kaynaklanan sorunlarla karşı karşıyadır. Yaşlı nüfusun artması, beklenen yaşam sürelerinin uzaması, genç nüfusun hızla azalması ve yaşlanma ile birlikte bağımlı nüfusun ve sağlık giderlerinin artması gibi sorunlar, gelişmiş ülkeler için koruma sağlanması gereken riskler haline gelmiştir [15]. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin karşılaştığı sorunlar ise kısmen demografik kökenli sorunlar olmakla birlikte daha çok ülkelerin siyasi politikaları, yaşam koşulları ve finansal problemlerinden kaynaklanmaktadır. Ülkemizde sosyal güvenlik sisteminin kötüye gitmesinin temel sebeplerinden biri, aktüeryal dengenin dikkate alınmamış

olmasından kaynaklanmaktadır. Sistemin gelir ve gider dengesini bozan yanlış uygulamalar, sosyal güvenliğin krize girmesine zemin hazırlamıştır [20].

#### **2.4.1. Türk Sosyal Güvenlik Sisteminin Yaşadığı Demografik Sorunlar**

Türkiye, günümüzde diğer gelişmiş ülkeler gibi nüfusun yaşlanması tehlikesiyle karşı karşıya olmasa bile bu durumun yaratacağı sıkıntıları şimdiden düşünmelidir. Yaşlanma hızı olarak ifade edilen 65 yaş üstü nüfusun 0-64 yaş aralığındaki nüfusa bölünmesiyle elde edilen oran Türkiye için 2012 yılında %7 iken 2039 yılında bu oranın %14 olacağı tahmin edilmektedir [21].

Dağıtım esasına göre işleyen sosyal güvenlik sistemimizde varolan sorunlar işgücü piyasası ile yakın ilişki içerisindedir. Bu sisteme göre bir yılın sosyal güvenlik geliri aynı yıl içerisindeki giderlerin karşılanmasında kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu tip bir sistemde, aktüeryal dengenin bozulmaması için aktif sigortalı sayısının pasif sigortalı sayısına oranının en az dört olması gerekmektedir. Ülkemizde aktif/pasif oranı sosyal güvenlik kurumlarının oluşturulduğu ilk yıllarda yüksek bir seviyede, 2012 yılı Şubat ayı istatistiklerine göre 1.87 olarak belirlenmiştir. Son yıllarda yaşanan bu düşüş sadece demografik nedenlerden kaynaklanmamakta, erken yaşta emeklilik uygulamaları da bu duruma sebep olmaktadır.

Çalışma gücü olan kişilerin erken yaşta emekli olması nedeniyle ortaya çıkan yüksek sosyal güvenlik giderleri, mevcut aktif çalışanlardan karşılandığı için büyük bir haksızlık ortaya çıkmakta ve sisteme olan güvenilirlik azalmaktadır [20].

#### **2.4.2. Türk Sosyal Güvenlik Sisteminin Yaşadığı Finansal Sorunlar**

Sosyal güvenlik kurumları olarak bilinen SSK, Emekli Sandığı, Bağ-Kur kar yapan ya da fonlarında para biriktirebilen kurumlar iken 80'li yıllardan itibaren uygulanan yanlış sosyal güvenlik politikaları nedeniyle artan bir şekilde açık vermeye başlamıştır.

1980'li yıllarda özkaynaklarını tüketen ve 2000'li yıllara kadar artan bir şekilde açık vermeye devam eden sosyal güvenlik sistemimizin gelir-gider dengesini bozan finansman ile ilgili sorunları;

- erken emeklilik uygulamaları (emekli olma yaşının düşürülmesi),
- erken emeklilik uygulaması ile sistemin aktif/pasif sigortalı dengesinin bozulması,

- prim karşılığı olmayan ödemelerin artması,
- sosyal güvenlik ile ilgili fonların iyi değerlendirilememesi,
- prim tahsilatlarının düşüklüğü, biriken prim alacakları,
- kayıt dışı çalışmanın artması,

biçiminde sıralanabilir [22].

### **2.4.3. Türk Sosyal Güvenlik Sisteminin Yaşadığı Yönetim ve Kurumsal Yapı Sorunları**

Sosyal güvenlik sisteminin 2006 yılı öncesine kadar SSK, Emekli Sandığı ve Bağ-Kur olmak üzere farklı kurumlarca yürütülmesi ödenen primlerin, teminat altına alınan sosyal risklerin ve emeklilik aylığı bağlanma oranlarının kurumdan kuruma farklılık göstermesine sebep olmuştur. Bu kurumların farklı yapılarda olması, sosyal güvenliğin mevcut durumunun görülmesini zorlaştırdığı gibi sistemin gelecekteki durumunun değerlendirilmesi için gerekli olan istatistiklerin de tek bir elden toplanmasını imkansız kılmıştır. Kurumların tek çatı altında toplanmasıyla kurumsal yapılardan kaynaklanan bu sorunların çözüme kavuşturulması amaçlanmıştır.

### **2.5. Türkiye’de Yapılan Sosyal Güvenlik Reformunun Genel Hatları**

Sosyal güvenlik sisteminde var olan mevcut sorunlar, Türkiye’nin de içinde bulunduğu gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülke için ciddi reformların yapılması gerekliliğini ortaya koymuştur. Dünya Bankası tarafından 1994 yılında hazırlanan “Yaşlılık Krizinden Kaçınma” raporunda; ülkelerin nüfusunun hızlı bir şekilde yaşlandığı, bu sürecin doğuracağı ekonomik sonuçların devletlere ağır yükler getireceği ve bunun etkisini azaltmak için özel sektörün de dahil olduğu emeklilik sistemlerinin geliştirilmesi gerekliliği vurgulanmıştır.

Dünyada sosyal güvenlik alanında yaşanan hızlı değişimler, bu konuda Türkiye’yi de sosyal güvenlik ile ilgili önemli adımlar atmaya zorlamıştır. Bu bağlamda 1995 yılında finansmanını Dünya Bankası’nın yaptığı ve UÇÖ uzmanlarının hazırladığı Sosyal Güvenlik Reform Planı’nda Türkiye için;

- halen kullanılan sistemin geliştirilmesi, düzenlenmesi,
- özel emeklilik sistemlerinin zorunlu olarak uygulandığı emeklilik tasarruf sistemi,

- sosyal güvenlik sistemi ve özel emeklilik sistemlerinin birlikte olduğu karma bir model,
- sosyal güvenlik sisteminin yeniden düzenlenmesi ile birlikte isteğe bağlı özel emeklilik sigorta sisteminin uygulamaya girmesi

gibi önerilerde bulunulmuştur [23].

Konuyla ilgili kamu kurumları, sivil toplum ve özel sektör kuruluşlarının raporları dikkate alınmış ve sosyal güvenlik ile ilgili ciddi reform çalışmaları başlamıştır.

1999 yılında yürürlüğe giren 4447 sayılı İşsizlik Sigortası Kanunu tam bir reform olmasa da, sosyal güvenliğin geleceği için önemli değişiklikler içermektedir. Bu kanunun getirmiş olduğu önemli yeniliklerden biri, işsizlik sigortasının uygulamaya konulmasıdır [24]. Bu kanunla birlikte sosyal güvenlik kurumları arasındaki farklı emeklilik yaşı uygulamalarına da son verilmiştir. Emeklilik yaşı kadınlarda 58, erkeklerde ise 60 olarak belirlenmiştir.

Türkiye’de Sosyal güvenlik ile ilgili yapılan bir başka reform ise, 2001 yılında yürürlüğe giren 4632 sayılı “Bireysel Emeklilik Tasarruf ve Yatırım Sistemi Kanunu” dur. Bu kanunla birlikte faaliyete geçen bireysel emeklilik sistemi; mevcut sosyal güvenlik sisteminin bir tamamlayıcısı özelliğinde olup kişilere emekli olduklarında ek bir gelir sağlamayı amaçlamaktadır.

Sosyal güvenliğin kurumsal yapısı ise 2006 yılında kabul edilen ve yürürlüğe giren 5502 sayılı Sosyal Güvenlik Kurumu Kanunu ile düzenlenmiştir. Bu kanun ile eski sosyal güvenlik kurumları SGK çatısı altına alınmışlardır.

Sosyal güvenlik reformu doğrultusunda yapılan en kapsamlı değişiklik, 2008 yılında yürürlüğe giren 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu ile sağlanmıştır. Bu kanunun amacı sosyal sigortalar ile genel sağlık sigortası bakımından kişileri güvence altına almak; bu sigortalardan yararlanacak kişileri ve sağlanacak hakları, bu haklardan yararlanma şartları ile finansman ve karşılanma yöntemlerini belirlemek; sosyal sigortaların ve genel sağlık sigortasının işleyişi ile ilgili usul ve esasları düzenlemek biçiminde ifade edilebilir [25].

5510 sayılı Kanunla getirilen önemli bir değişiklik emeklilik yaş sınırlarının değiştirilmesidir. Kazanılmış haklar göz önünde bulundularak mağduriyetlerin oluşmaması için 2036 yılından itibaren yıllara dayalı basamak sistemiyle emeklilik yaşları kademeli olarak artacaktır. 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık

Sigortası Kanununun 28. maddesine göre yıllar itibarıyla emekliliğe hak kazanma yaşları Çizelge 2.1.'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Yıllar itibarıyla emekliliğe hak kazanma yaşları

<b>Yıllar</b>	<b>Kadın</b>	<b>Erkek</b>
<b>01.01.2036 - 31.12.2037</b>	59	61
<b>01.01.2038 - 31.12.2039</b>	60	62
<b>01.01.2040 - 31.12.2041</b>	61	63
<b>01.01.2042 - 31.12.2043</b>	62	64
<b>01.01.2044 - 31.12.2045</b>	63	65
<b>01.01.2046 - 31.12.2047</b>	64	65
<b>01.01.2048</b>	65	65

2036 yılına kadar emeklilik yaşı, 4447 sayılı Kanunda da belirtildiği üzere kadınlar için 58, erkekler için 60 yaştır. 2048 yılından itibaren sosyal güvenlik kurumundan emekli olma yaşı erkekler ve kadınlar için 65 olacaktır [25].

### 3. TÜRKİYE'DE BİREYSEL EMEKLİLİK SİSTEMİ

#### 3.1. Bireysel Emeklilik Sistemi ve İşleyişi

Sosyal güvenlik alanında yaşanan ciddi sorunlar, ülkelerin ekonomilerini olumsuz biçimde etkilemiş ve mevcut uygulamaların değişmesi gerektiği görüşü gündeme gelmiştir. Sosyal güvenlikte yaşanan problemlere çözüm arayışına gidilmiş, bu bağlamda çok ayaklı emeklilik sistemleri önerilmiştir. Emeklilik sistemleri önceden tek ayaklı yani devletin yürütmekle görevli olduğu sistemler şeklindeyken, sistemde yaşanan aksaklıklarla birlikte mevcut emeklilik sistemlerinin yetersiz olduğu görülmüş ve çok ayaklı emeklilik sistemlerine ihtiyaç duyulmuştur. Çok ayaklı emeklilik sistemlerine sahip ülkelerde; ilk ayak devlet tarafından yürütülen, zorunlu ve dağıtım esasına dayalı kamu ayağı iken, ikinci ayak katkı veya fayda esaslı bireysel emeklilik hesaplarına dayanan, işverenlerce de finanse edilen fonlama yöntemine dayanmaktadır. Üçüncü ayak ise gönüllük esasına dayanan bireysel tasarruflarla oluşturulan bireysel emeklilik sistemidir [26].

Bireyin çalışma süresine veya maaşına göre emeklilik aylığının belirlendiği, belirlenmiş fayda (defined benefit) emeklilik programlarında, alınacak emeklilik tutarı önceden belirlenen bir formüle göre hesaplanmaktadır. Kişilerden alınan primlere göre emekli aylıklarının ödendiği belirlenmiş katkı emeklilik programında ise, alınacak emekli aylığının miktarı önceden belirlenmemektedir [27].

Türkiye'de ki sosyal güvenlik reformunun bir parçası olmak üzere ve kamu sosyal güvenlik sistemini tamamlayıcı nitelikte emeklilik programlarının oluşturulması amacıyla 16 Mayıs 2000 tarihinde Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM) Başkanlığı'na "Bireysel Emeklilik Tasarruf ve Yatırım Sistemi Kanunu Tasarısı" sunulmuştur. Böylece bireysel emeklilik sistemi ülke gündemine gelmiştir [28].

##### 3.1.1. Bireysel Emeklilik Sisteminin Tanımı

Bireysel emeklilik sistemi; ikinci bir emeklilik geliri sağlayarak bireylerin emeklilikte refah düzeylerinin yükselmesine, sosyal güvenliğin kapsamının genişlemesine ve kamunun sosyal güvenlik kaynaklanan yükünün azalmasına, enflasyonla mücadele ve istikrarlı büyümeye, piyasalardaki dalgalanmaların ve spekülasyonların azalmasına, sermaye piyasasının derinleşmesine olanak sağlayacak bir sistemdir [29].



Bu sistem, düzenli birikimlerle bireylerin çalışma dönemlerindeki hayat standartlarını emeklilik döneminde de sürdürebilmelerine olanak tanımaktadır [30].

### **3.1.2. Bireysel Emeklilik Sisteminin Amacı ve Kapsamı**

28 Mart 2001 tarihinde TBMM tarafından kabul edilen 4632 sayılı Bireysel Emeklilik Tasarruf ve Yatırım Sistemi Kanunu'na göre bireysel emeklilik sisteminin amacı;

- kamu sosyal güvenlik sisteminin tamamlayıcısı olarak, bireylerin emekliliğe yönelik tasarruflarının yatırıma yönlendirilmesi ve emeklilik döneminde ek bir gelir sağlanarak refah düzeylerinin yükseltilmesi,
- ekonomiye uzun vadeli kaynak yaratarak istihdamın artırılması ve
- ekonomik kalkınmaya katkıda bulunulmasını teminen, gönüllü katılıma dayalı ve belirlenmiş katkı esasına göre, oluşturulan bireysel emeklilik sisteminin düzenlenmesi ve denetlenmesi

olarak ifade edilmiştir [31].

Bireysel emeklilik sisteminin kapsamı ise aynı yasayla;

- emeklilik şirketlerinin kuruluş, çalışma, yönetim ve denetimine,
- kişilerin sisteme katılmasına, ayrılmasına ve emeklilik koşullarına,
- emeklilik yatırım fonlarının kuruluşuna, katkıların bu fonlarda toplanmasına ve değerlendirilmesine,
- aracılık hizmetlerine,
- kamuya açıklanacak bilgilerin kapsamına ve
- bireysel emeklilikle ilgili diğer hususlara

ilişkin esas ve usulleri düzenlemek olarak belirlenmiştir. Bu kanunda hüküm bulunmayan hallerde ise sermaye piyasası ve sigortacılık mevzuatının ilgili hükümleri ve genel hükümler uygulanmaktadır [31].

### **3.1.3. Bireysel Emeklilik Sisteminin Özellikleri**

Bireysel emeklilik sisteminin temel özellikleri;

- sistem, gönüllülük esasına dayanmakta olup, her kesimin katılımına açıktır,
- tasarruflar, Hazine Müsteşarlığı'nın denetimine tabi olarak kurulan emeklilik şirketleri tarafından, Sermaye Piyasası Kurulu (SPK) mevzuatı çerçevesinde oluşturulan emeklilik yatırım fonlarında değerlendirilmektedir,

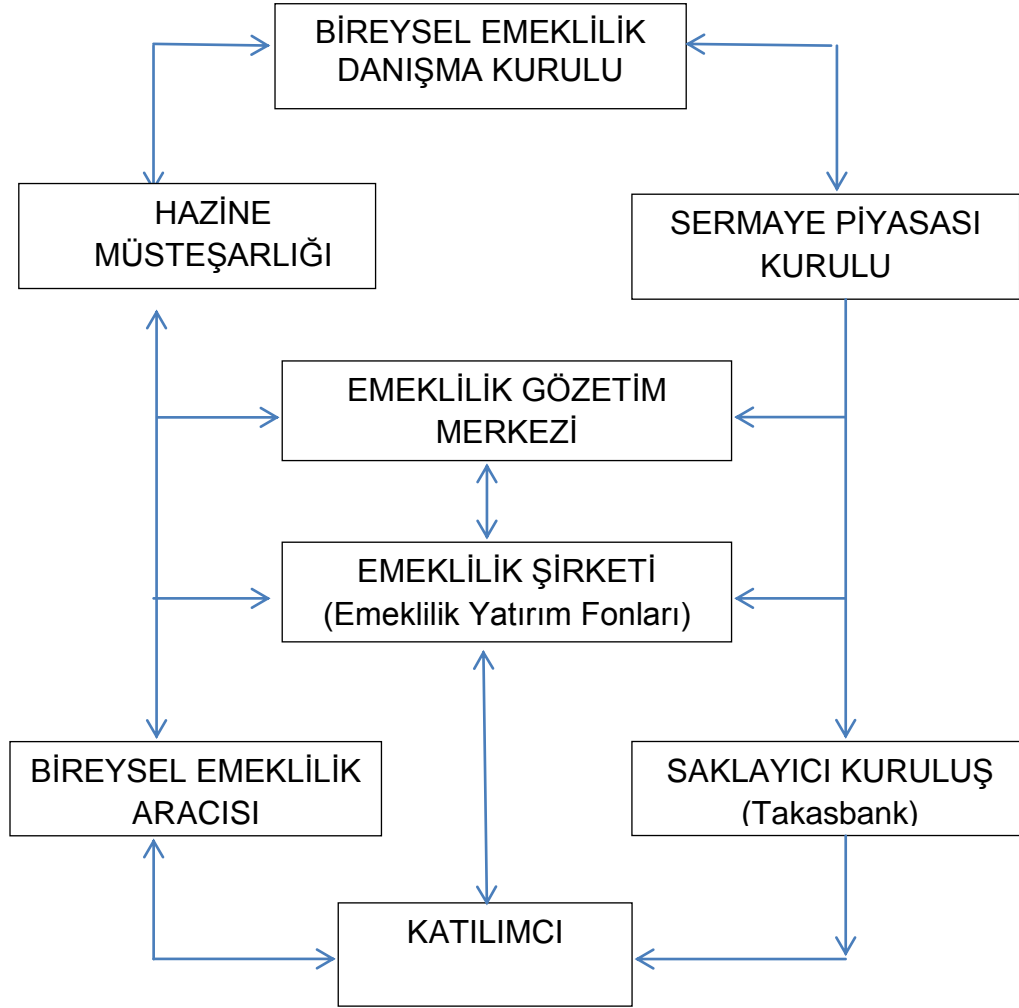
- emeklilik şirketleri en az üç farklı risk ve getiri bileşimine sahip emeklilik yatırım fonu kurmakta, bireylerin kendi risk ve gelir beklentilerine uygun yatırım tercihleri yapabilmelerine olanak tanımaktadır,
- yatırımların kamu borçlanma senetleri ve ters repo gibi sabit getirili yatırım araçlarının yanı sıra, hisse senedi gibi değişken getirili yatırım araçlarına da yönlendirilmesi mümkündür,
- emeklilik yatırım fonları, SPK'ya tabi portföy yönetim şirketleri tarafından profesyonel portföy yönetim ilkeleri çerçevesinde yatırıma yönlendirilmektedir. Birikimlerin asgari bir süre sonunda başka bir emeklilik şirketine aktarılması mümkündür,
- emeklilik yatırım fonunun varlıkları, emeklilik şirketinin mal varlığından ayrı olarak SPK tarafından uygun görülen merkezi bir saklama kuruluşunda saklanmaktadır. Mevcut durumda bu kurum İMKB Takas ve Saklama Bankası A.Ş.'dir,
- bireysel emeklilik sisteminin güvenliği, denetim ve gözetim yapma görevleri üstlenmiş olan kurumlar tarafından sağlanmaktadır. Sistem ile ilgili olarak denetim yapan kurumlar Hazine Müsteşarlığı (HM) , SPK ve bağımsız denetim kurumları olarak belirlenmişken, Emeklilik Gözetim Merkezi ve Takasbank ise gözetim işlevini yerine getirmektedir,
- bireysel emeklilik sisteminden emekliliğe hak kazanmak için sistemde en az on yıl kalmak, bu süre boyunca katkı payı ödemek ve 56 yaşını tamamlamak gerekmektedir. Bu kapsamda sistem, emekliliğe hak kazanmak için getirdiği düzenli katkı payı ödeme yükümlülüğü ile bireyleri uzun dönemli tasarruf yapmaya teşvik etmektedir,
- sisteme katılım kamu tarafından sağlanan vergi avantajları ile de teşvik edilmektedir,

biçiminde verilebilir [32].

#### **3.1.4. Bireysel Emeklilik Sistemi İle İlgilenen Kurumsal Yapılar**

Bireysel emeklilik sistemine ilişkin faaliyetlerin yürütülmesinden sorumlu birçok kurum bulunmaktadır. Devlet, özel sektör ve katılımcıların dahil olduğu sistemde, kurumlar arasında doğrudan veya dolaylı ilişkiler mevcuttur. Oluşturulan bu ortak yapı ile birlikte, sistem sağlıklı ve düzenli bir şekilde yürütülmektedir. Şekil 3.1.'de

bireysel emeklilik sisteminde bulunan kurumsal yapılar arasındaki ilişkiler gösterilmiştir [33].



Şekil 3.1. Bireysel emeklilik sisteminin kurumsal yapısı ve işleyişi

Şekil 3.1.'e göre sistemin en üst basamağında Bireysel Emeklilik Danışma Kurulu bulunmaktadır. Burada HM ve SPK, sistemin devlet ayağını oluşturmaktadır. Sistemi oluşturan unsurlar arasındaki ilişkiler de yine Şekil 3.1.'den görülmektedir. Bireysel emeklilik sisteminde yer alan kurumlar ve sistem içindeki görevleri aşağıda açıklanmıştır.

- **Bireysel Emeklilik Danışma Kurulu (BEDK)**

Bireysel Emeklilik Danışma Kurulu, bireysel emeklilik sisteminin kurumsal yapısının en üstünde bulunmaktadır. BEDK, bireysel emeklilik sistemine ilişkin politikaları belirlemek ve bu politikaların uygulanması konusunda gerekli olan önlemleri almakla sorumludur. HM'nin başkanlığını yürüttüğü BEDK; HM, SPK,

Maliye Bakanlığı ve Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından görevlendirilen en az genel müdür seviyesindeki birer temsilciden oluşmaktadır [34].

- **Hazine Müsteşarlığı**

Bireysel emeklilik sisteminin düzenlenmesi ve uygulanması konusunda belirleyici temel kamu kuruluşudur. Bu kuruluş bünyesindeki Sigortacılık Genel Müdürlüğü bireysel emeklilik sistemi ile ilgili mevzuat çalışmaları, sistemin içeriği, emeklilik şirketlerinin kurulması ve şirketlerin denetlenmesi gibi temel konulardan sorumludur.

- **Sermaye Piyasası Kurulu (SPK)**

Bireysel emeklilik sisteminin düzenlenmesi ve uygulanması ile ilgilenen belirleyici kurumlardan biridir. Emeklilik fonları ile ilgili detaylı düzenlemeler SPK tarafından yapılmaktadır. Emeklilik yatırım fonlarının türleri, kuruluşları, örgüt yapısı, faaliyet ilke ve esasları, katkıların bu fonlarda toplanması ve değerlendirilmesi, fon malvarlığı, fon portföyündeki varlıkların saklanması, portföyün yönetimi, fonların birleşme ve devir esasları, iç ve dış denetimi ile kamunun aydınlatılmasına ilişkin esas ve usuller SPK'nın sorumluluğundadır [35].

- **Takasbank**

Bireysel emeklilik sisteminde katılımcıların katkı paylarıyla oluşturulan fonlar, Takasbank bünyesinde saklanır. Türkiye'de menkul kıymetlerin takası, saklanması ve uluslararası standartlarda numaralandırılması ile görevlendirilmiş bir sektör bankası olan Takasbank, emeklilik yatırım fonları için fon paylarının her bir katılımcı için ayrı hesaplarda tutulmasını sağlamaktadır. Ayrıca katılımcıların, emeklilik şirketi hesaplarında bulunan pay sayılarını fon bazında izlemelerine olanak tanımaktadır [36].

- **Emeklilik Gözetim Merkezi (EGM)**

Merkezi İstanbul'da olmak üzere 10 Temmuz 2003 tarihinde kurulmuş olan Emeklilik Gözetim Merkezi (EGM) A.Ş., HM'nin görev ve yetkilendirmesi çerçevesinde değerlendirilmektedir.

EGM; bireysel emeklilik sisteminin güvenli ve etkin bir biçimde işleyişini sağlamak, katılımcıların hak ve menfaatlerini korumak amacıyla hem denetleyici kamu

otoritelerinin (HM ve SPK) karar almasına yardımcı olacak verileri, hem de kamuoyuna sağlıklı bilgi aktarımı için gerekli verileri sağlamak için görevlendirilmiş bir kurumdur [37].

- **Bireysel emeklilik şirketleri**

Bireysel emeklilik sisteminde faaliyette bulunmak için emeklilik branşında ruhsat almış şirketler, emeklilik şirketleri olarak tanımlanır. Emeklilik şirketleri sadece bireysel emeklilik alanında değil, hayat ve ferdi kaza sigortaları alanlarında da çalışabilmektedir.

Türkiye’ de 2013 yılı itibarıyla faaliyet gösteren 17 emeklilik şirketi vardır. Aegon Emeklilik ve Hayat, Allianz Hayat ve Emeklilik, Anadolu Hayat Emeklilik, Asya Emeklilik ve Hayat, Avivasa Emeklilik ve Hayat, Axa Hayat ve Emeklilik, BNP Paribas Cardif Emeklilik, Ergo Emeklilik ve Hayat, Finans Emeklilik ve Hayat, Garanti Emeklilik ve Hayat, Groupama Emeklilik, Halk Hayat ve Emeklilik, ING Emeklilik, Metlife Emeklilik ve Hayat, Vakıf Emeklilik, Yapı Kredi Emeklilik, Ziraat Hayat ve Emeklilik ülkemizde bulunan emeklilik şirketleridir.

- **Bireysel emeklilik aracıları**

Bireysel emeklilik aracıları, emeklilik şirketlerinin bireysel emeklilik sözleşmelerine aracılık eden veya bu işlemleri emeklilik şirketi adına yapan kişilerdir. Aracılar, gerçek kişi olacağı gibi tüzel kişi de olabilir. Bireysel emeklilik aracıları sisteme katılmak isteyen kişilere şirket seçimi, emeklilik planlarının tanıtımı, bireysel emeklilik sözleşmelerinin pazarlanması ve satışı gibi hizmetler sunmaktadır [38].

### **3.2. Türkiye’de Bireysel Emeklilik Sisteminin Uygulanması**

#### **3.2.1. Bireysel Emeklilik Sistemine Katılım**

Mevcut kamu sosyal güvenlik sisteminin aksine bireysel emeklilik sistemi gönüllük esasına dayalı olduğundan, sisteme katılmak için medeni hakları kullanma ehliyetine sahip olunması gerekmektedir [15]. Sisteme katılmak isteyen kişi; yürürlükteki gelir düzeyini, emekli olduğu dönemde hedeflediği geliri ve kendi belirlemiş olduğu yatırım stratejilerini de göz önünde bulundurarak kendisi için en uygun emeklilik planını seçmelidir.

Bir emeklilik planı; katılımcıya sunulan fonlara, asgari katkı payı tutarına, giriş aidatına, yönetim giderine, fon işletim giderine ve bunlara ilişkin hesaplamalar ile

emeklilik sözleşmesinin uygulanmasına ilişkin diğer teknik esasları içeren süreci göstermektedir [39].

Sisteme katılabilmek için, katılımcı ile emeklilik şirketi arasında bir emeklilik sözleşmesinin yapılması gerekmektedir. Emeklilik sözleşmesinde; tarafların hak ve yükümlülüklerinin düzenlenmesini kapsayan bilgiler yer almaktadır [33].

Bireysel emeklilik şirketi, katılımcının sisteme ilk kez katılması sırasında ve yeni bir bireysel emeklilik hesabı açtırması halinde giriş aidatı ve katkı payı, fon varlıkları veya fon gelirleri üzerinden yönetim gideri ve fon işletim gideri kesintisi talep edebilir. Yapılacak kesintilerin ve giriş aidatının emeklilik sözleşmesinde açıkça ifade edilmesi zorunludur.

Bireysel emeklilik sistemine grup olarak da katılabilmek mümkündür.

### **3.2.2. Bireysel Emeklilik Sisteminde Katılımcının Hakları**

Gönüllülük esasına dayalı bireysel emeklilikte, sisteme olan katılımı artırmak ve kişileri sisteme dahil edebilmek için teşvik edici uygulamalar söz konusudur. Katılımcı emeklilik sözleşmesini imzaladıktan sonra 60 gün içerisinde sözleşmeden vazgeçebilir. Toplam fon gider kesintisi haricinde sisteme yapılan tüm katkılar sistemden çıkış gününe kadar olan emeklilik fon getirileriyle birlikte iade edilir. Sistemde bulunan bir kişi emeklilik planını yılda azami dört kez değiştirebilir. Ayrıca katılımcı isterse fon dağılımlarını da yılda azami altı kez değiştirme hakkına sahiptir.

Katılımcı, sisteme ödemiş olduğu katkı payı miktarını istediği zaman artırma ya da azaltma hakkına sahip olmakla birlikte, katkı payı ödemesine bir süre ara da verebilir.

Katılımcı; sisteme giriş tarihinden itibaren en az on yıl sistemde bulunması koşulu ile 56 yaşını doldurduktan sonra emekli olmaya hak kazanmış olur. Emeklilik hakkı kazanan katılımcı, sistemde kendi hesabında biriken tutarların bir program dahilinde ödenmesini, tamamının bir kerede ödenmesini ya da yapacağı yıllık gelir sigortası sözleşmesi kapsamında kendisine maaş bağlanmasını isteyebilir [31].

### **3.2.3. Bireysel Emeklilik Sistemine Devlet Katkısı**

1 Ocak 2013 tarihinden itibaren devlet katkısı uygulamasına geçilmesiyle, önceki senelerde uygulanan vergi matrahından indirim uygulaması sona ermiştir.

Katılımcıların sisteme ödediği katkı payı tutarının %25'lik kısmına denk gelen miktar, devlet katkısı olarak ilgili hesaba yatırılmaktadır.

Sisteme ödenen katkı payları için herhangi bir üst limit bulunmamaktadır. Katılımcıların hesabına aktarılacak devlet katkısı için ise yıllık brüt asgari ücretin %25'i şeklinde bir sınırlama mevcuttur.

- a) Devlet katkısına hak kazanmak için kademeli bir geçiş söz konusudur. Katılımcı emeklilik, maluliyet veya vefat nedeniyle sistemden çıkarsa devlet katkısının tamamını almaktadır. Bu ayrılma nedenleri haricinde; en az üç yıl sistemde kalan katılımcılar devlet katkısı ve varsa getirilerinin yüzde onbeşine,
- b) En az altı yıl sistemde kalan katılımcılar devlet katkısı ve varsa getirilerinin yüzde otuzbeşine,
- c) En az on yıl sistemde kalan katılımcılar devlet katkısı ve varsa getirilerinin yüzde altmışına,

sahip olacaklardır.

#### **3.2.4. Sistemden Ayrılma Durumunda Uygulanacak Vergilendirme**

29.08.2012 tarihinden itibaren geçerli olmak üzere birikimlerin ödenmesi aşamasında, ödenen katkı payı tutarları ile getiriden oluşan toplam birikim tutarı yerine sadece getiri üzerinden alınacak stopaj uygulamasına geçilmiştir [40].

Yeni stopaj uygulaması ile katılımcı, sistemde ne kadar uzun süre kalırsa getirileri de o kadar az vergilendirildiğinden ödüllendirilmektedir. On yıldan az sistemde kalan katılımcılar %15, on yıl katkı payı ödeyen fakat emeklilik hakkı kazanmadan sistemden ayrılan katılımcılar %10, on yıl katkı payı ödeyen ve emeklilik hakkı kazan katılımcılar %5 oranında, getirileri üzerinden vergi ödeyecektir.

#### **3.3. Bireysel Emeklilik Sisteminin Türkiye'deki Mevcut Durumu**

2003 yılında yürürlüğe giren ve Türkiye' de 10 yıllık bir geçmişe sahip olan bireysel emeklilik sistemi yıllar itibarıyla büyük bir gelişme göstermiştir. Bireysel emeklilik ile ilgili yapılan mevzuat çalışmaları, sisteme olan talebi artırmıştır. Katılımcılar, emeklilik dönemlerinde gelir kaybı yaşamamak ve refah düzeylerini korumak için bu sistemi tercih etmektedir. 1 Ocak 2013 tarihinde yürürlüğe giren devlet katkısı ve getiri üzerinden stopaj uygulaması ile sisteme katılımın giderek artacağı beklenmektedir.

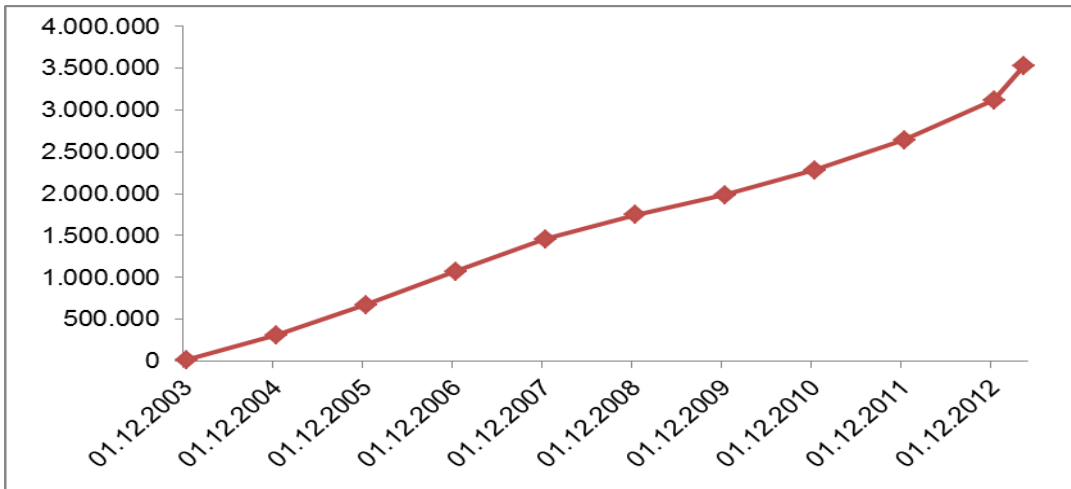
EGM'nin yayımlamış olduğu bireysel emeklilik ile ilgili temel göstergeler incelendiğinde; sistemin hem fon, hem de katılımcı büyüklüğü bakımından gelişme gösterdiği dikkat çekmektedir. Yıllara göre katılımcı sayıları, katılımcıların fon ve katkı payı tutarları ile emekli olan katılımcı sayıları Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Yıllar itibarıyla bireysel emeklilik sistemine ait göstergeler

Tarih	Katılımcı Sayısı	Katılımcıların Fon Tutarı (TL)	Katkı Payı Tutarı (TL)	Emekli Olan Katılımcı Sayısı
31.12.2003	15.245	-	5.866.764	-
31.12.2004	314.257	-	288.325.706	-
31.12.2005	672.696	-	1.117.233.826	-
31.12.2006	1.073.650	2.814.938.925	2.592.508.977	-
31.12.2007	1.457.704	4.566.383.316	3.917.061.211	-
31.12.2008	1.745.354	6.372.756.623	5.467.695.761	368
31.12.2009	1.987.940	9.097.436.467	7.102.007.561	1.898
31.12.2010	2.281.478	12.011.986.651	9.515.230.234	2.848
31.12.2011	2.641.843	14.329.771.986	12.393.688.644	3.838
28.12.2012	3.119.033	20.326.425.746	16.109.796.944	5.398
26.04.2013	3.523.181	22.636.947.362	18.057.874.158	6.005

Bireysel emeklilik sisteminde 26.04.2013 tarihi itibarıyla toplam kişi sayısı 3.523.181 kişi olup, toplam fon ve katkı payı tutarları sırasıyla 22.636.947.362 TL ve 18.057.874.158 TL'dir. Sistemden emekli olanların toplam sayısı ise 6.005'dir.

Gönüllük esasına dayalı bir sistem olmasına rağmen mevcut kişi sayısındaki artışlar sistemin geleceği için umut vermektedir. Yıllar itibarıyla sisteme katılım sayılarında önemli artışlar olduğu Şekil 3.2.'de görülmektedir.

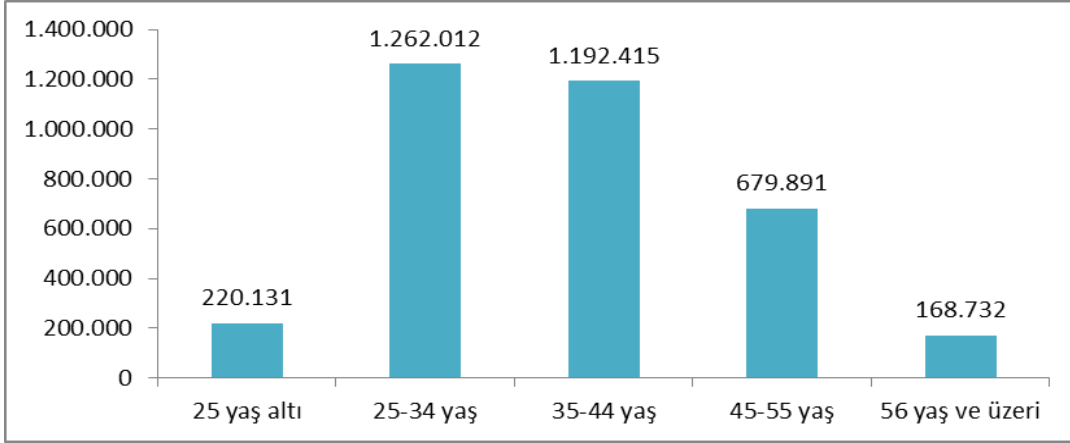


Şekil 3.2. Yıllar itibarıyla sistemdeki katılımcı sayıları



Sistemde fon tutarının artması hisse senedi ve tahvil piyasalarının gelişmesine ve derinleşmesine katkı sağlayacaktır. Bu durum ise tasarruf ve yatırımların artmasına olanak tanıyarak ekonomik büyümeyi de olumlu yönde etkileyecektir [41].

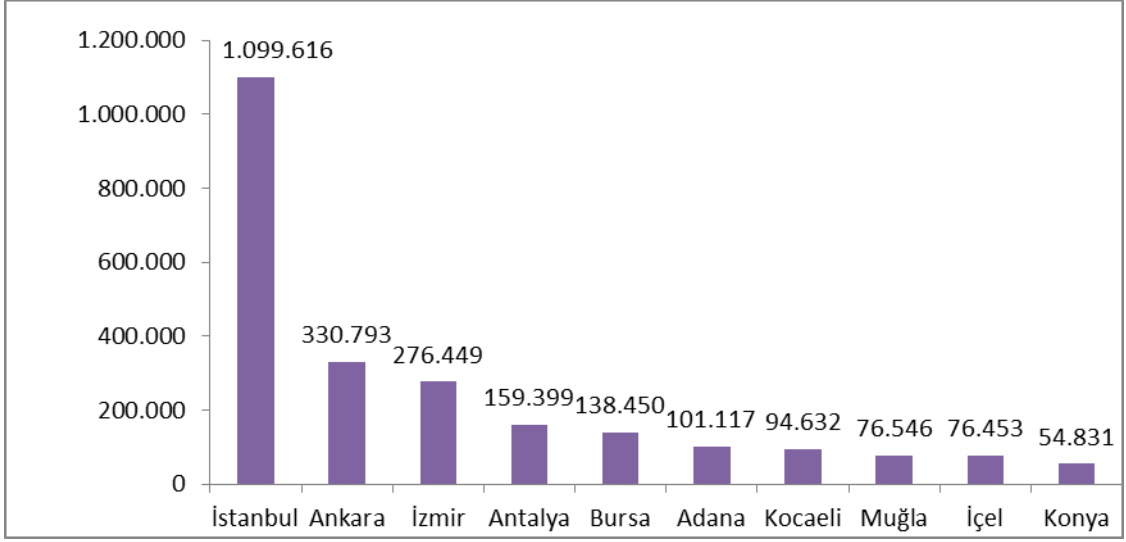
26.04.2013 tarihli EGM verileri doğrultusunda sisteme kayıtlı olan kişilerin sayısı yaş aralıklarına göre Şekil 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.3. Yaş aralıklarına göre sistemde bulunan katılımcı sayıları

25-34 yaş aralığında bulunan katılımcıların sistemde en kalabalık grup olması dikkat çekmektedir. Genç katılımcıların bireysel emekliliğe olan talebinin yüksek olması sistemin geleceği için umut veren bir gelişmedir. 35-44 yaş aralığındaki katılımcı sayıları ise ikinci sırada yer almaktadır. Bireysel emeklilik sisteminden emekli olmak için yaş sınırı 56 yaş olmasına rağmen 56 yaş ve üzeri kişilerin de sistemde olduğu görülmektedir. Bu kişiler emekli olmaya hak kazanmış fakat sistemde kalmaya devam etmekte olan veya on yıl sistemde bulunma şartından dolayı emekliliğini bekleyen katılımcılardır.

EGM'den alınan bireysel emeklilik verilerine göre sistemde bulunan katılımcıların en fazla ikamet ettiği on ile ilişkin sayılar Şekil 3.4.'te gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Bireysel emeklilik sisteminde en fazla katılımcının bulunduğu ilk 10 ildeki katılımcı sayıları

Büyük illerde yaşayan bireylerin sisteme daha çok ilgi duyduğu Şekil 3.4.'ten görülmektedir. Gelişmişlik düzeyi yüksek olan illerde sistemin tanıtımı ve yayılması daha kolay olduğundan, Türkiye'nin en büyük nüfusuna sahip İstanbul'un bireysel emeklilikteki katılımcı sayısına göre de en fazla katılımcıya sahip il olduğu görülmektedir.

## 4. YAŞAM ÇÖZÜMLEMESİ

Özellikle 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren büyük bir gelişme gösteren yaşam çözümlemesi, en kapsamlı anlamıyla pozitif tanımlı raslantı değişkenlerinin (r.d.) çözümlenmesi için kullanılan istatistiksel teknikler bütünü olarak tanımlanmaktadır. Bir makine parçasının bozulma zamanı, biyolojik bir birimin (hasta, hayvan, hücre vs.) ölüm zamanı ya da araştırılan bir olayın ortaya çıkış zamanı rastlantı değişkeninin değeri olabilir [42].

Yaşam çözümlemesi, ilk zamanlarda sadece ölüm çalışmalarında kullanılan bir yöntemken 20. yüzyılda birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Tıp, sosyal bilimler ve fen bilimleri gibi birçok uygulama alanına sahip olması yaşam çözümlemesinin gelişmeye açık bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Araştırmacılar tarafından farklı alanlarda kullanılmasından dolayı kullanıldığı alana göre yaşam çözümlemesi çeşitli şekillerde adlandırılmaktadır. Sosyolojide “olay geçmişi çözümlemesi (event history analysis)”, mühendislikte “başarısızlık zamanı çözümlemesi (failure time analysis)”, ekonomide “süre çözümlemesi (duration analysis)” ya da “geçiş çözümlemesi (transition analysis)” ve sağlık alanında “yaşam çözümlemesi (survival analysis)” olarak adlandırılmaktadır [43].

### 4.1. Yaşam Süresi

#### 4.1.1. Yaşam Süresinin Tanımı

Yaşam çözümlemesinde tutarlı sonuçlar elde etmek öncelikli olarak yaşam süresinin doğru belirlenebilmesine bağlıdır. Yaşam süresi, ilgilenilen olayın başlangıç zamanı ile sonlanma zamanı arasında geçen süreyi ifade etmektedir.

Biyolojik bir birimin ya da cansız bir nesnenin belirli bir başlangıç zamanı ile başarısızlığı arasında geçen zaman “yaşam süresi” ya da “başarısızlık zamanı” olarak ifade edilir. T r.d. ile gösterilen yaşam süresi, sürekli ve pozitif bir değere sahiptir [44].

Makine parçalarının bozulma süreleri, işsizlik süreleri, psikolojik bir deneyde deneğin önceden belirlenen bir görevi yerine getirme süresi ve klinik çalışmalarda hastaların yaşam süreleri gibi gözlemler başarısızlık süresine örnek olarak verilebilir [45].

Yaşam süresini doğru belirlemek için; ilgilenilen olayın başlangıç zamanının doğru belirlenmiş olması, süre için kullanılacak zaman biriminin (gün, ay, yıl gibi) seçilmiş

olması ve başarısızlığın açıkça tanımlanmış olması gerekmektedir. Yaşam süresi kesikli veya sürekli olarak belirlenebilen r.d., bu çalışmada sürekli r.d. olarak incelenmiştir [9].

#### 4.1.2. Yaşam Süresini Niteleyen Fonksiyonlar

Yaşam fonksiyonu, olasılık yoğunluk fonksiyonu ve tehlike (hazard) fonksiyonu, T r.d.yi niteleyen temel fonksiyonlardır. T r.d.nin olasılık yoğunluk fonksiyonu, dağılım fonksiyonu ve yaşam fonksiyonu sırasıyla,

$$f(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T \leq t + \Delta t)}{\Delta t}, \quad 0 < t < \infty,$$

$$F(t) = P(T \leq t) = \int_0^t f(x) dx, \quad 0 < t < \infty,$$

$$S(t) = P(T > t) = \int_t^{\infty} f(x) dx, \quad 0 < t < \infty$$

biçimindedir. Burada  $S(t)=1-F(t)$ 'dir.

T r.d.nin t gibi sabit bir süreden büyük olması olasılığı olarak ifade edilen S(t), monoton azalan ve soldan-sürekli bir fonksiyondur. Yaşam fonksiyonu, iki ya da daha fazla veri grubunun yaşam olasılıklarını karşılaştırmak için kullanılan önemli bir fonksiyondur.

Bir birimin t anına kadar yaşadığının bilinmesi durumunda  $[t, t + \Delta t]$  aralığında yaşamının sona ermesi riskini gösteren tehlike fonksiyonu,

$$h(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T \leq t + \Delta t / T > t)}{\Delta t} \quad (4.1)$$

biçimindedir. Tehlike fonksiyonu, bir birimin herhangi bir zaman noktasındaki başarısızlık riskini tanımlaması açısından önemlidir. Birikimli tehlike fonksiyonu ise,

$$H(t) = \int_0^t h(x) dx$$

biçiminde gösterilmektedir. Birikimli tehlike fonksiyonu artan ve sağdan-sürekli bir fonksiyondur [46, 47].

Yaşam süresinin dağılımı hakkında bilgiler veren bu üç temel fonksiyon arasında ilişkiler bulunduğundan fonksiyonlardan birbirlerine geçiş kolaylıkla yapılabilmektedir.

Koşullu olasılık tanımından yararlanarak, Eşitlik (4.1),

$$h(t) = \frac{f(t)}{S(t)} = \frac{-d \log S(t)}{dt} \quad (4.2)$$

biçimine dönüştürülebilir. Eşitlik (4.2) yeniden düzenlendiğinde yaşam fonksiyonu ve tehlike fonksiyonu arasındaki ilişki,

$$S(t) = \exp\left(-\int_0^t h(x)dx\right) = \exp(-H(t)), \quad t \geq 0$$

biçiminde olmaktadır [48].

#### 4.2. Durdurma

Yaşam çözümlemesi çalışmalarında klasik istatistiksel çalışmalara göre daha spesifik zorluklar ortaya çıkabilmektedir. Bazı birimlerin çalışmanın sonunda başarısızlıkla karşılaşmamış olması, birimlerin gerçek yaşam ya da başarısızlık zamanı hakkında bilgi eksikliğine neden olmaktadır. Örneğin bir kanser çalışmasında gözlem altına alınan hastalar çalışma sonunda hala yaşamlarına devam ediyor olabilir veya bir fabrikada yapılan güvenilirlik çalışmasında gözlem altına alınan bazı makinalar çalışma sonunda bozulmamış olabilir. Bazı durumlarda da gözlem altındaki bir birim çeşitli nedenlerden dolayı gözlemden çıkabilir. Yaşam süresinin ya da başarısızlık zamanının bu gibi nedenlerden dolayı belirlenememesi halinde durdurulmuş (censored) durum ortaya çıkmaktadır.

Yaşam çözümlemesini diğer istatistiksel tekniklerden ayıran en önemli özellik, durdurulmuş gözlemlerin de analize katılabilmesidir [49].

#### 4.3. Yaşam Fonksiyonunun Kaplan-Meier Tahmini

$n$  birim üzerinden gözlenen ve  $k \leq n$  başarısızlık sayısı olmak üzere başarısızlık süreleri  $t_1 < \dots < t_k$  biçiminde sıralandığında,  $t_j$ 'deki başarısızlıkların sayısı  $d_j$  ile ve  $t_j$  zamanında riske maruz birimlerin sayısı  $n_j$  ile gösterildiğinde  $S(t)$ 'nin Kaplan-Meier tahmini,

$$\hat{S}(t) = \prod_{j:t_j < t} \left( \frac{n_j - d_j}{d_j} \right) \quad (4.3)$$

biçiminde tanımlanır [50].

$n$  büyüklüğündeki bir örnekleme durdurulmuş gözlemler yoksa yaşam fonksiyonunun tahminini veren deneysel yaşam fonksiyonu,

$$\hat{S}(t) = (\text{Yaşam süresi} \geq t \text{ olan gözlemlerin sayısı}) / n, \quad t \geq 0 \quad (4.4)$$

biçiminde olur. Yaşam fonksiyonunun tahmini, iki ardışık başarısızlık zamanı arasında sabit varsayıldığından basamak fonksiyonu şeklindedir ve durdurulmuş gözlemlerin olmaması durumunda Eşitlik (4.3), Eşitlik (4.4)'e indirgenmektedir [51].

#### 4.4. Log-rank Testi

Kaplan-Meier yaşam eğrileri, iki ya da daha fazla grubun yaşam fonksiyonlarının farklı olması hakkında yorum yapılmasını sağlarken farkın anlamlı olup olmadığına ilişkin bilgi vermemektedir. Farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığına karar vermek için istatistiksel bir test gerekmektedir. Farklı grupların yaşam fonksiyonlarının eşitliğini test eden birçok yöntem arasında en yaygın kullanılan ve parametrik olmayan test log-rank testidir [8].

Bir yaşam çözümlemesi çalışmasında iki ayrı grup olsun ve  $k$  tane ayrı başarısızlık zamanı,  $t_1 < t_2 < \dots < t_k$  şeklinde sıralansın.  $t_j$  zamanında  $d_j$  birimin başarısız olduğu ve  $t_j$  zamanından önce risk altındaki birim sayısının da  $n_j$  olduğu varsayalım.  $d_{ij}$ ,  $i$ . grup için  $t_j$  zamanındaki başarısızlık sayısını ve  $n_{ij}$  ise  $t_j$  zamanından önce  $i$ . grup için risk altındaki birim sayısını göstermektedir.

Log-rank testi ile,  $i$ . grup için başarısız olan birimlerin gözlenen sayısı ile beklenen sayısı arasındaki farklılığı incelenmektedir. Yokluk hipotezi:  $S_1(t) = S_2(t)$ , iki grubun yaşam olasılıkları arasında farkın olmadığını göstermektedir.

1.grup için  $t_j$  zamanındaki başarısızlık sayısını gösteren  $d_{1j}$ , hipergeometrik dağılıma sahiptir. Olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f(d_{1j}; d_j, n_j, n_{1j}) = \frac{\binom{d_j}{d_{1j}} \binom{n_j - d_j}{n_{1j} - d_{1j}}}{\binom{n_j}{n_{1j}}}$$

biçimindedir.

Yokluk hipotezi altında,  $t_j$  zamanında başarısız olma olasılığı gruba bağlı olmadığından  $d_j/n_j$ 'dir. Bu durumda 1. grup için başarısız olan birimlerin beklenen sayısı,

$$E(d_{1j}) = e_{1j} = n_{1j} d_j n_j^{-1}$$

olmaktadır.

$d_{1j}$ 'nin gözlenen değerlerinin beklenen değerlerinden sapma ölçüsünü elde edebilmek için iki gruptaki toplam başarısızlık süreleri üzerinden  $d_{1j} - e_{1j}$  farklarının toplamı alınmaktadır. Buna ilişkin test istatistiği,

$$U_L = \sum_{j=1}^r (d_{1j} - e_{1j}) \quad (4.5)$$

biçiminde gösterilmektedir.  $d_{1j}$  hipergeometrik dağılıma sahip olduğundan,  $d_{1j}$  nin varyansı,

$$v_{1j} = V(d_{1j}) = \frac{n_{1j} n_{2j} d_j (n_j - d_j)}{n_j^2 (n_j - 1)} \quad (4.6)$$

olarak elde edilmektedir. Başarısızlık zamanları birbirinden bağımsız olduğu için Eşitlik (4.6)'da verilen  $d_{1j}$  varyanslarının toplamı  $U_L$  nin varyansını vermektedir. Buna göre  $U_L$  nin varyansı,

$$V(U_L) = \sum_{j=1}^r v_{1j} = V_L$$

biçimindedir. Yokluk hipotezi altında ve başarısızlık zamanlarının yeterli olması durumunda  $U_L$  r.d. yaklaşık olarak 0 ortalama ve  $V_L$  varyanslı bir normal dağılıma

sahip olur. Standart normal dağılımın karesi bir serbestlik dereceli ki-kare dağılımına sahip olduğundan,

$$\frac{U_L^2}{V_L} \sim \chi^2$$

biçiminde gösterilebilir. Bu istatistik ile, iki grup yaşam verisi için gözlenen yaşam sürelerinin beklenen yaşam sürelerinden farklılığı test etmektedir [52]. 2x2'lik tablolar üzerinden bilgileri birleştirme yöntemini önerdiklerinden dolayı bu yöntem Mantel-Haenszel olarak bilinmektedir. Bu istatistiğe dayalı test, farklı isimlerle adlandırılmasına rağmen çoğunlukla log-rank testi olarak bilinmektedir. Log-rank test istatistiği orantılı tehlikeler durumunda kullanılmaktadır [46].

Yaşam fonksiyonlarını karşılaştırmak için log-rank testine alternatif olabilecek birçok yöntem mevcuttur. Ağırlıklandırmış log-rank testlerinden biri olan Tarone-Ware testi bu yöntemlerden biridir. Tarone-Ware test istatistiği için f sabit bir fonksiyon olmak üzere en yaygın olarak kullanılan ağırlık fonksiyonu  $w_j = f(n_j) = n_j^{1/2}$  şeklindedir.  $w_j = 1$  olduğunda Tarone-Ware test istatistiği, log-rank test istatistiğine dönüşmektedir [53].

#### 4.5. Cox Regresyon Modeli

Yaşam verisinin çözümlenmesinde, tehlike fonksiyonunu etkileyen açıklayıcı değişkenleri belirlemek ve birime ait tehlike fonksiyonunu elde etmek için kullanılan temel model orantılı tehlikeler modelidir. Cox [10] tarafından önerildiğinden Cox regresyon modeli olarak da adlandırılmaktadır [51]. Bu modelde yaşam süresine ilişkin açıklayıcı değişkenlerin tehlike fonksiyonu üzerindeki etkileri çarpımsaldır. Cox regresyon modelinin yaşam çözümlenmesinde yaygın kullanılan önemli bir model olmasında Kalbfleisch ve Prentice'nin [54] katkıları önemli bir yer tutmaktadır.

T, bir birimin yaşam süresini gösteren bir raslantı değişkeni ve  $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_p)$ , bu birimle ilgili açıklayıcı değişkenler vektörü olmak üzere orantılı tehlike varsayımı altında  $\mathbf{x}$  bilindiğinde T r.d.nin tehlike fonksiyonu;

$$h(t | \mathbf{x}) = h_0(t) \exp(\boldsymbol{\beta}' \mathbf{x}) \quad (4.7)$$



biçimindedir. Burada,  $\beta$  regresyon katsayıları vektörü ve  $h_0(t)$  ise açıklayıcı değişkene sahip olmayan ( $x=0$ ) olan bir birimin temel tehlike fonksiyonu olarak tanımlanmaktadır. Orantılı tehlikeler varsayımına dayanmasına rağmen, yaşam süreleri için olasılık dağılımının belirlenmiş bir model biçimi yoktur [45]. Cox regresyon modelinin yarı parametrik bir model olarak ifade edilmesinin sebebi de bundan kaynaklanmaktadır. Temel tehlike fonksiyonunun biçimi için bir varsayım yoktur.  $\beta$  katsayılarının tahmini hiçbir varsayım olmadan yapılmaktadır [55]. Cox regresyon modeli için parametreler olabilirlik fonksiyonu olan L'nin maksimize edilmesiyle tahmin edilmektedir.

#### 4.5.1. Cox Regresyon Modeli için Kısmi Olabilirlik Fonksiyonu

$h_0(t)$ 'nin dağılımı ile ilgili herhangi bir varsayım olmadığından hesaplanmasına ya da tahmin edilmesine gerek yoktur. Cox regresyon modeli için önemli olan nokta  $\beta$ 'ların değerlerinin bulunmasıdır [56].

Cox regresyon modelindeki  $\beta$  katsayılar vektörünün tahmini için kısmi olabilirlik fonksiyonu kullanılmaktadır. n birim için gözlenen yaşam süreleri  $t_1, t_2, \dots, t_n$  olarak gösterilsin. r birim için sıralı başarısızlık zamanları  $t_{(1)} < t_{(2)} < \dots < t_{(r)}$  şeklinde sıralanmış olsun ve  $R(t_{(j)})$ ,  $t_{(j)}$  zamanından önce riske maruz birimlerin risk kümesini gösterecektir.

Cox regresyon modeli için kısmi olabilirlik fonksiyonu;

$$L(\beta) = \prod_{j=1}^r \left[ \frac{\exp(\beta'x_{(j)})}{\sum_{k \in R(t_{(j)})} \exp(\beta'x_k)} \right] \quad (4.8)$$

biçimindedir.  $x_{(j)}$ , j. sıralı başarısızlık zamanı  $t_{(j)}$ 'de başarısız olan birimler için açıklayıcı değişkenler vektörüdür. Paydadaki toplam,  $t_{(j)}$  zamanında risk altında bulunan birimler üzerinden  $\exp(\beta'x)$  değerlerinin toplamıdır. Durdurulmuş yaşam sürelerine sahip birimler, fonksiyonun payında yer almazken, durdurma zamanından önce ortaya çıkan risk kümeleri üzerinden toplama girmektedir.  $h_0(t)$ 'nin ortadan kaldırılması ve fonksiyonunun durdurulmuş yaşam sürelerinden etkilenmemesi, kısmi olabilirlik fonksiyonunun temel iki özelliğidir.

Eşitlik (4.8)'de verilen kısmi olabilirlik fonksiyonunda sadece başarısız olan birimlerin yaşam süreleri kullanılmaktadır.

Eşitlik. (4.8)'deki kısmi olabilirlik fonksiyonu tüm birimler kullanılarak da ifade edilebilir. n birim için gözlenen yaşam süreleri  $t_1, t_2, \dots, t_n$  biçiminde sıralandığında kısmi olabilirlik fonksiyonu ,

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^n \left[ \frac{\exp(\beta'x_i)}{\sum_{k \in R(t_{(i)})} \exp(\beta'x_k)} \right]^{\delta_i}$$

biçiminde verilebilir. Burada  $\delta_i$ , gösterge değişkeni olarak tanımlanmakta ve  $i$ . yaşam süresi durdurulmuş olduğunda 0, diğer durumlarda 1 değerini almaktadır [46].

$\beta$  parametresinin anlamlılığını test etmek için hipotez,

$$H_0: \beta=0$$

$$H_s \beta \neq 0$$

biçiminde kurulur.  $\alpha$  yanılma düzeyinde  $\beta$  için güven aralığı ise,

$$\hat{\beta} \pm z_{\alpha/2} sh(\hat{\beta})$$

şeklindedir. Burada,  $sh(\hat{\beta})$ ,  $\hat{\beta}$ 'nin standart hatasını göstermektedir.

#### 4.5.2. Orantılı Tehlikeler Varsayımının Kontrolü

Orantılı tehlikeler Cox regresyon modelinin temel varsayımıdır. Tehlike oranının zamana bağlı olmaması ya da bir birimin tehlikesinin diğer birimin tehlikesine orantılı olması, orantılı tehlikeler varsayımı olarak ifade edilmektedir [57].

$\mathbf{x}^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_p^*)$  ve  $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_p)$  iki birime ait açıklayıcı değişkenler vektörü olsun. Bu durumda iki birimin tehlike oranı;

$$H\hat{O} = \frac{h_0(t)\exp(\hat{\beta}'\mathbf{x}^*)}{h_0(t)\exp(\hat{\beta}'\mathbf{x})} = \exp(\hat{\beta}'(\mathbf{x}^* - \mathbf{x})) \quad (4.9)$$

biçimindedir [48].

Orantılı tehlikeler varsayımını incelemek için grafiksel ya da sayısal yöntemler kullanılmaktadır. Log(-log) yaşam eğrileri, Arjas grafikleri, modele zamana bağlı değişkenlerin eklenmesi ve Schoenfeld artıkları ile yaşam süresinin rankı arasındaki korelasyon testi en çok kullanılan yöntemlerdir.

En yaygın kullanılan grafiksel yöntem olan log(-log) yaşam eğrileri, açıklayıcı değişkenlerin farklı düzeyleri üzerinden  $-\ln(-\ln)$  yaşam eğrilerinin tahmininin karşılaştırılmasını içermektedir. Tehlikeler orantılı ise eğriler birbirine paralel olmaktadır [54].

Zamandan bağımsız olan değişkenin orantılı tehlikeler varsayımını sağlayıp sağlamadığını incelemek için zamana bağlı değişkenlerin kullanıldığı model sonraki bölümlerde genişletilmiş Cox regresyon modeli başlığı altında incelenecektir.

Orantılı tehlikeler varsayımının diğer bir istatistiksel testi için Schoenfeld artıkları kullanılır [58]. Schoenfeld artıkları başarısızlıkları gözlemlenmiş her bir birim için tanımlanmıştır. Yokluk hipotezi “Schoenfeld artıkları ile yaşam sürelerinin rankı arasındaki korelasyon sıfırdır” biçiminde kurulur ve yokluk hipotezi reddedilirse orantılı tehlikeler varsayımının sağlanmadığı söylenebilir.

#### **4.6. Orantısız Tehlikelerin Olması Durumunda Kullanılan Yaşam Modelleri**

Uzun süreli yaşam verileri ile çözümlenmeler yapıldığında, açıklayıcı değişkenlerin değerlerinin zamanla değiştiği dolayısıyla tehlike fonksiyonunda değişime uğradığı görülmektedir. Bu durumda orantılı tehlikeler varsayımı bozulmakta ve orantısız tehlikeler ortaya çıkmaktadır. Orantılı tehlikeler varsayımının sağlanmaması durumunda Cox regresyon modeli kullanılmamaktadır. Orantısız tehlikeler içeren yaşam verisi için kullanılan yöntemler aşağıdaki bölümlerde ele alınmıştır.

##### **4.6.1. Tabakalandırılmış Cox Regresyon Modeli**

Orantılı tehlikeler varsayımını sağlamayan değişkenlerin tabakalandırıldığı bu model, tabakalandırılmış Cox regresyon modeli olarak adlandırılmaktadır. Tabakalandırılmış veri alt gruplara ayrılmakta ve model her bir tabaka için uygulanmaktadır.

Temel tehlike fonksiyonları tabakalar arasında farklı olduğundan tehlikeler orantısızdır. Kısmi olabilirlik fonksiyonu basitçe her bir tabaka için kısmi olabilirlik

fonksiyonlarının çarpımlarıdır. Tabakalandırılmış değişkenin etkisinin tanımlanamaması bu yaklaşımın bir dezavantajıdır [9].

#### 4.6.2. Genişletilmiş Cox Regresyon Modeli

Cox regresyon modelinde zamana bağlı değişkenler olabilmektedir. Model içinde zamana bağlı değişkenler varsa Cox regresyon modeli kullanılabilir fakat gözlem süresinin uzun olduğu durumlarda orantısız tehlikeler ortaya çıkmaktadır. Bu durumda genişletilmiş Cox regresyon modeli kullanılmaktadır.

$x_1, x_2, \dots, x_{p_1}$  zamandan bağımsız değişkenler,  $x_1(t), x_2(t), \dots, x_{p_2}(t)$  zamana bağlı değişkenler olmak üzere açıklayıcı değişkenler;  $x(t) = (x_1, x_2, \dots, x_{p_1}, x_1(t), x_2(t), \dots, x_{p_2}(t))$  biçiminde gösterilmektedir. Buna göre genişletilmiş Cox regresyon modeli;

$$h(t, x(t)) = h_0(t) \exp \left[ \sum_{i=1}^{p_1} \beta_i x_i + \sum_{j=1}^{p_2} \delta_j x_j(t) \right]$$

biçimindedir.  $\beta$  ve  $\delta$  katsayılar vektörü olmak üzere,  $p_1$  orantılı tehlikeler varsayımını sağlayan,  $p_2$  ise orantılılığı sağlamayan açıklayıcı değişkenlerin sayısını göstermektedir. Zamana bağlı değişkenler içermesinden dolayı bu model için hesaplamalar Cox regresyon modelinden daha karmaşıktır [59].

Zamana bağlı açıklayıcı değişkenlerin olması, Cox regresyon modelinin zamandan bağımsız değişkenleri ve zamanın bazı fonksiyonları ile bu değişkenlerin çarpımını içeren bir modeli kapsamasına neden olmaktadır.  $g(t)$  zamanın bir fonksiyonu olmak üzere genişletilmiş Cox regresyon modeli;

$$h(t, x(t)) = h_0(t) \exp \left[ (\beta'x) + \delta'xg(t) \right] \quad (4.10)$$

biçiminde gösterilmektedir.  $g(t)$  fonksiyonu genellikle  $t$ ,  $\log t$  ( $\ln t$ ) ya da adım fonksiyonları biçiminde tanımlanmaktadır [60].

$x(t)$  ve  $x^*(t)$  iki grup için zamandan bağımsız ve zamana bağlı açıklayıcı değişkenleri içeren iki grup olsun. Genişletilmiş Cox regresyon modeli için tehlike oranı aşağıdaki gibidir:

$$\exp \left[ \sum_{i=1}^{p_1} \hat{\beta}_i (x_i^* - x_i) + \sum_{j=1}^{p_2} \hat{\delta}_j (x_j^*(t) - x_j(t)) \right] \quad (4.11)$$

Eşitlik 4.11.'da gösterilen tehlike oranı; t zamanında zamana bağlı değişkenlerin değerlerindeki farklılığı içerdiğinden, zamanın bir fonksiyonudur. Orantılı tehlikeler varsayımının sağlanması için  $\delta_j$ 'nin 0 değerini alması gerekmektedir [57, 61, 62].

Başarısızlıkların ortaya çıktığı zaman noktasında ağırlıklandırmaların yapıldığı ve Schemper [63] tarafından önerilen ağırlıklandırılmış Cox regresyon modeli, orantısız tehlikeler için Cox regresyon modeli yerine kullanılabilen bir başka regresyon modelidir.

#### **4.6.3. Parametrik Regresyon Modelleri**

Cox regresyon modeli yaşam süresi için herhangi bir dağılım varsayımında bulunmadığından parametrik regresyon modellerine göre daha esnek ve yaygın bir kullanıma sahiptir. Fakat orantılı tehlikeler varsayımı sağlanmadığında bu modelin kullanılması uygun olmamaktadır. Bu durumda yaşam süresi için belirli bir dağılım varsayımında bulunan parametrik regresyon modellerinin kullanılması daha uygun olmaktadır. Parametrik regresyon modellerinde parametreler için yapılan tahminler daha kesin olmaktadır [51].

Bu bölümde parametrik regresyon modelleri, parametrik orantılı tehlikeler modeli ve hızlandırılmış başarısızlık süresi (AFT) modeli olmak üzere iki kısımda incelenecektir.

##### **4.6.3.1. Parametrik Orantılı Tehlikeler Modeli**

Bu model Cox regresyon modelinin parametrik biçimidir. Cox regresyon modeline benzer bir gösterime sahiptir. Açıklayıcı değişkenler vektörü  $\mathbf{x}=(x_1, x_2, \dots, x_p)$  ile gösterilmek üzere t zamanındaki koşullu tehlike fonksiyonu;

$$h(t | \mathbf{x}) = h_0(t) \exp(\boldsymbol{\beta}'\mathbf{x})$$

biçimindedir. Parametrik regresyon modelleri için yaşam süresinin dağılımı bellidir. Bu dağılıma ait temel tehlike fonksiyonu kullanılarak parametrik regresyon modeli için koşullu tehlike fonksiyonu bulunur [48].

Üstel, Weibull parametrik orantılı tehlikeler için en yaygın kullanılan modellerdir. Bu modeller için yaşam fonksiyonu ve temel tehlike fonksiyonu sırasıyla,

- Weibull dağılımı için yaşam fonksiyonu ve temel tehlike fonksiyonu sırasıyla,

$$S(t) = \exp(-\lambda t^\alpha), h_0(t) = \lambda \alpha t^{\alpha-1}, \lambda, \alpha > 0$$

biçiminde olup,  $\lambda$  şekil ve  $\alpha$  ölçek parametresidir.  $\alpha > 1$  olduğunda tehlike oranı artmakta,  $\alpha < 1$  olduğunda ise tehlike oranı azalmaktadır.

- Üstel dağılım için yaşam fonksiyonu ve temel tehlike fonksiyonu sırasıyla,

$$S(t) = \exp(-\lambda t), h_0(t) = \lambda, \lambda > 0$$

biçimindedir.  $\alpha = 1$  için Weibull dağılımının özel halidir ve tehlike oranı sabittir.

#### 4.6.3.2. Hızlandırılmış Başarısızlık Süresi Modelleri

Parametrik orantılı tehlikeler modellerinde açıklayıcı değişkenlerin tehlike fonksiyonu üzerindeki etkileri incelenirken, hızlandırılmış başarısızlık süresi modellerinde ise açıklayıcı değişkenlerin yaşam süresi üzerindeki etkileri ölçülmektedir. AFT modelleri yaşam süresine ilişkin etkileri ölçtüğü için elde edilen sonuçlar için daha kolay yorum yapılmasını sağlamaktadır.

$p$  açıklayıcı değişkenli bir birim için yaşam fonksiyonu ve tehlike fonksiyonu sırasıyla,

$$S(t / x) = S_0(t / \eta(x)), \quad (4.12)$$

$$h(t / x) = \left[ 1 / \eta(x) \right] h_0 \left[ t / \eta(x) \right] \quad (4.13)$$

biçimindedir.  $\eta$  hızlandırma faktörünü göstermekte ve  $p$  açıklayıcı değişkenin olduğu bir grup için  $\eta(x) = \exp(\alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_p x_p)$  olmaktadır.

Yaşam süresi  $T$  r.d. ile açıklayıcı değişkenlerin etkilerinin doğrusal olduğunu varsayan AFT modeli,

$$\log T_i = \mu + \alpha_1 x_{1i} + \alpha_2 x_{2i} + \dots + \alpha_p x_{pi} + \sigma \varepsilon_i \quad (4.14)$$

biçimindedir. Burada  $\mu$  sabit terimi,  $\sigma$  ölçek parametresini ve  $\varepsilon$  ise hata terimini göstermektedir.  $T_i$  r.d.nin yaşam fonksiyonu  $\varepsilon_i$ 'nin yaşam fonksiyonu kullanılarak aşağıda verildiği gibi ifade edilebilir:

$$S_i(t) = P(T \geq t) = S_{\varepsilon_i} \left( \frac{\log t - \mu - \alpha x}{\sigma} \right). \quad (4.15)$$

Yaşam süresi T r.d.nin dağılımı hata teriminin dağılımına bağlıdır. Hata terimi için en çok Weibull regresyon modelini veren uç değer (extreme value, Gumbel) dağılımı, log-normal regresyon modelini veren standart normal dağılım ya da log-logistik regresyon modelini veren lojistik dağılım kullanılmaktadır [9].

- **Weibull AFT modeli**

Yaşam süreleri Weibull dağılıma sahip olduğunda, AFT modeli altında Eşitlik (4.13)'ten, i. birim için tehlike fonksiyonu,

$$\begin{aligned} h_i(t) &= \left[1 / \eta_i(x)\right] h_0 \left[t / \eta_i(x)\right] \\ &= 1 / \left[\eta_i(x)\right]^\gamma \lambda \gamma (t)^{\gamma-1} \end{aligned}$$

biçimindedir. Burada i. birim için yaşam süresi  $W(1 / \left[\eta_i(x)\right]^\gamma \lambda, \gamma)$  dağılımlıdır. Weibull dağılımı parametrik orantılı tehlikeler ve AFT model özelliğini sağlayan bir dağılımdır.  $\gamma = 1$  için üstel dağılım elde edilmektedir.

$T_i$  r.d. Weibull dağılıma sahip olduğundan hata terimi  $\varepsilon_i$  uç değer dağılıma (Gumbel) sahiptir. Gumbel dağılımının yaşam fonksiyonu

$$S_{\varepsilon_i}(\varepsilon) = \exp(-\exp(\varepsilon))$$

biçiminde gösterilmektedir. Eşitlik (4.13)'ten Weibull modelinin yaşam fonksiyonunun AFT ile gösterimi ,

$$S_i(t) = \exp \left[ -\exp \left( \frac{-\mu - \alpha_1 x_{1i} - \alpha_2 x_{2i} - \dots - \alpha_p x_{pi}}{\sigma} \right) t^{1/\sigma} \right]$$

biçimindedir. Eşitlik (4.2)'de verilen ilişki kullanılırsa Weibull modeli için tehlike fonksiyonunun AFT ile gösterimi,

$$h_i(t) = \frac{1}{\sigma} t^{\frac{1}{\sigma}-1} \exp \left( \frac{-\mu - \alpha_1 x_{1i} - \alpha_2 x_{2i} - \dots - \alpha_p x_{pi}}{\sigma} \right)$$

biçiminde olmaktadır [9, 46].

- **Log-logistik AFT modeli**

Yaşam süreleri  $\theta$  ve  $k$  bilinmeyen parametreleri ile log-lojistik dağılıma sahip olsun. Bu durumda log-lojistik dağılım için yaşam fonksiyonu ve temel tehlike fonksiyonu sırasıyla,

$$S(t) = \frac{1}{1 + e^{\frac{\theta}{t^k}}},$$

$$h_0(t) = \frac{e^{\frac{\theta}{t^{k-1}}}}{1 + e^{\frac{\theta}{t^k}}}$$

biçimindedir.  $k \leq 1$  olduğunda tehlike hızı azalır,  $k > 1$  olduğunda ise tehlike hızı sıfırdandan maksimuma artar ve sonra sıfıra azalır.

Eşitlik (4.13)'ten AFT modeli altında  $i$ . birim için tehlike fonksiyonu,

$$\begin{aligned} h_i(t) &= \left(1 / \eta_i(x)\right) h_0\left(t / \eta_i(x)\right) \\ &= \frac{e^{\frac{\theta - k \log \eta_i}{t^{k-1}}}}{\left(1 + e^{\frac{\theta - k \log \eta_i}{t^k}}\right)} \end{aligned}$$

biçimindedir. Burada  $i$ . birim için yaşam süresi  $\theta - k \log \eta_i$  ve  $k$  parametreleri ile log-lojistik dağılıma sahiptir. Log-lojistik AFT model özelliğini sağlayan bir modeldir.

- **Log-normal AFT modeli**

Yaşam süreleri  $\mu$  ve  $\sigma$  parametreleri ile log-normal dağılıma sahip olsun. Bu durumda log-normal dağılım için yaşam fonksiyonu ve temel tehlike fonksiyonu sırasıyla,

$$S_0(t) = 1 - \Phi\left(\frac{\log t - \mu}{\sigma}\right),$$

$$h_0(t) = \frac{\frac{\phi\left(\frac{\log t}{\sigma}\right)}{\sigma}}{\left[1 - \Phi\left(\frac{\log t}{\sigma}\right)\right]} \sigma t$$



biçimindedir. Burada  $\phi(x)$  olasılık yoğunluk fonksiyonu, ve  $\Phi(x)$  standart normal dağılımın birikimli yoğunluk fonksiyonudur.  $i$ . birimin yaşam fonksiyonu

$$S_i(t) = S_0(t / \eta_i) = 1 - \Phi\left(\frac{\log t - \alpha x_i - \mu}{\sigma}\right),$$

biçimindedir. Burada,  $p$  açıklayıcı değişkenli  $i$ . birim için hızlandırma faktörü,  $\eta_i = \exp(\alpha_1 x_{1i} + \alpha_2 x_{2i} + \dots + \alpha_p x_{pi})$  olup,  $i$ . birimin log yaşam süresi normal dağılmakta ve dağılım parametreleri ise  $(\mu + \alpha x_i, \sigma)$ 'dir. Log-normal dağılım AFT özelliğine sahiptir [9].

- **Gamma AFT modeli**

Yaşam çözümlenmesinde standart (2 parametrelili) ve genelleştirilmiş (3 parametrelili) gamma modeli olmak üzere iki farklı gamma modeli bulunmaktadır. Bu çalışmada genelleştirilmiş gamma modeli kullanılmıştır.  $\lambda, \alpha, \gamma$  parametreler olmak üzere genelleştirilmiş gamma dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f(t) = \frac{\alpha \lambda^{\alpha \gamma}}{\Gamma(\gamma)} t^{\alpha \gamma - 1} \exp\left[-(\lambda t)^{\alpha}\right], \quad t > 0, \gamma > 0, \lambda > 0, \alpha > 0$$

Biçimindedir.  $\gamma$  biçim parametresini göstermektedir. Genelleştirilmiş gamma dağılımının yaşam fonksiyonun ve tehlike fonksiyonun kapalı bir şekli yoktur. Genelleştirilmiş gamma dağılımı  $\alpha = \gamma = 1$  olduğunda üstel dağılıma,  $\gamma = 1$  olduğunda Weibull dağılımına ve  $\gamma \rightarrow \infty$  olduğunda ise log-normal dağılıma dönüşmektedir [9].

#### 4.6.4. Zayıflık Modeli

Benzer özelliklere sahip birimler arasında yaşam sürelerindeki farklılıkları açıklamak için zayıflık modeli kullanılmaktadır. Vaupel v.d. [64] tarafından yapılan mortalite çalışmalarında zayıflık modeli kullanılmıştır. Daha sonra Lancaster [65] işsizlik sürelerinin modellenebilmesi için zayıflık modelini incelemiştir.

Zayıflık modeli, paylaşılmış ve paylaşılmamış zayıflık modelleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Birimler arasındaki heterojenliği modellemek için paylaşılmamış zayıflık modeli kullanılırken, gruplar arasındaki heterojenliği modellemek için paylaşılmış zayıflık modeli kullanılmaktadır.

Paylaşılmamış zayıflık modeli için kullanılan tehlike fonksiyonu ölçülemeyen rasgele etkiyi (zayıflık terimini) içermektedir. Bu model için koşullu tehlike fonksiyonu,

$$h(t / \alpha) = \alpha h(t) \quad (4.16)$$

biçiminde gösterilmektedir. zayıflık terimi ( $\alpha > 0$ ), birim ortalamaya ve  $\theta$  varyansa sahiptir. Paylaşılmamış zayıflık modeli için yaşam fonksiyonu,

$$S(t / \alpha) = [S(t)]^\alpha \quad (4.17)$$

biçimindedir. Gamma ya da ters Gaussian, zayıflık terimi için en yaygın kullanılan dağılımlardır.

Grup içi ilişkiyi açıklamak için kullanılan paylaşılmış zayıflık modelinde, zayıflık teriminin grup içinde sabit olduğu varsayılmaktadır.

Birimlerin aynı zayıflık terimini paylaşmalarına izin veren paylaşılmış zayıflık modelinde birimler arasında bağımlılık ortaya çıkmaktadır. n gruptan oluşan bir yaşam verisi için paylaşılmış zayıflık modeli,

$$h_{ij}(t / \alpha_i) = \alpha_i h_{ij}(t), \quad j = 1, 2, \dots, n_i \quad (4.18)$$

biçimindedir.  $n_i$ , i. grupta bulunan birim sayısıdır.  $h_{ij}(t) = h(t/x_{ij})$  biçiminde olmak üzere, i. gruptaki herhangi bir birim için, standart tehlike fonksiyonu paylaşılmış zayıflık  $\alpha_i$  ile çarpılmaktadır. Yaşam fonksiyonu ise,

$$S_{ij}(t / \alpha_i) = [S_{ij}(t)]^{\alpha_i} \quad (4.19)$$

biçimindedir [66].

## 5. UYGULAMA

Bu çalışmada bireysel emeklilik sisteminde kalma süresini etkileyen faktörlerin yaşam çözümlenmesi yöntemleri ile incelenmesi için EGM'ye ait 5.057.298 bireysel emeklilik verisi kullanılmıştır. Sisteme ilk giriş tarihi olan 27.10.2003 tarihinden verilerin çözümlenmesi için alındığı 16.05.2012 tarihine kadar geçen süre yaşam süresi (ay) olarak alınmıştır. Gözlenen süre boyunca emeklilik şartlarını sağlamadan sistemden çıkan bireyler başarısız, sisteme devam eden bireyler ise durdurulmuş olarak incelemeye alınmıştır.

Yaş, cinsiyet, medeni durum, eğitim düzeyi, ödeme periyodu, ödeme aracı, meslek, para birimi ve il açıklayıcı değişkenleri sistemde kalma süresini etkileyen faktörler olarak incelenmiştir. Bu değişkenler ve düzeyleri Çizelge 5.1.'de verilmiştir.

Çalışmaya başlamadan önce sistemde kalma sürelerinin bilinen parametrik bir dağılıma uygun olup olmadığı Easyfit programı kullanılarak Kolmogorov Smirnov, Anderson Darling ve Ki-Kare testleri ile incelenmiş ve bilinen parametrik bir dağılıma uygun olmadığı ancak parametrik bir dağılım gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Yaşam olasılıklarının tahmini için Kaplan-Meier sonuçları ve yaşam olasılıklarını karşılaştırmak için log-rank ve Tarone-Ware test sonuçları elde edilmiştir. Daha sonra, açıklayıcı değişkenlerin sistemde kalma süresini etkileyip etkilemediğini incelemek için Cox regresyon modeli kullanılmıştır. Cox regresyon modelini kullanmak orantılı tehlikeler varsayımının sağlanması koşulu altında uygundur. Bu nedenle orantılı tehlikeler varsayımının sağlanıp sağlanmadığını belirlemek için  $\log(-\log(\text{yaşam}))$  grafiği yöntemi ve Schoenfeld artıkları ile yaşam sürelerinin rankı arasındaki korelasyon testi yöntemi kullanılmış ve tüm değişkenler için orantılı tehlikeler varsayımının sağlanmadığı görülmüştür. Bu varsayım sağlanmadığından verilere genişletilmiş Cox regresyon modelleri ve parametrik regresyon modelleri uygulanmış ve model sonuçları karşılaştırma teknikleri ile karşılaştırılmıştır.

### 5.1. Kaplan-Meier Tahmin Sonuçları

Bireysel emeklilik süresini etkilediği düşünülen faktörler için Eşitlik (4.3) kullanılarak elde edilen Kaplan-Meier tahmin sonuçları Çizelge 5.2.'de verilmiştir. İncelenen değişkenlerin düzeyleri arasında sistemde kalma olasılıkları açısından

fark olup olmadığını görmek için log-rank ve Tarone-Ware test istatistikleri kullanılmıştır.

Çizelge 5.1. Kullanılan değişkenler ve düzeyleri

Değişken	Değişken düzeyi	n	%	Sistemden çıkanların sayısı	Durdurulmuşların sayısı
Cinsiyet	1. Kadın	1.878.452	37,2	546.583	1.331.869
	2. Erkek	3.174.945	62,8	1.105.123	2.069.822
Medeni Durum	1. Bekar	1.397.524	31,3	453.859	943.665
	2. Evli	3.015.901	67,6	962.692	2.053.209
	3. Dul	11.059	0,3	4.063	6.996
	4. Boşanmış	40.263	0,9	12.821	27.442
Eğitim Düzeyi	1. Okur-yazar değil (E1)	299.325	8,8	101.960	197.365
	2. Okur-yazar + ilköğretim (E2)	634.251	18,5	226.120	408.131
	3. Lise + meslek lisesi + meslek yüksek okulu + önlisans (E3)	1.234.455	36,1	426.070	808.385
	4. Üniversite + yüksek lisans + doktora (E4)	1.254.740	36,7	339.180	915.560
Meslek	1. Memur (M1)	214.209	6,8	57.748	156.461
	2. Emekli (M2)	27.951	0,9	7.029	20.922
	3. İşçi+serbest meslek + teknisyen +terzi +sigortacı +çiftçi+sivil pilot (M3)	752.755	23,8	243.353	509.402
	4. Öğretim üyesi+avukat-hakim -savcı +eczacı+doktor + mühendis+mimar + bankacı (M4)	226.705	7,2	70.129	156.576
	5. Ev hanımı,öğrenci,işsiz (M5)	219.543	6,9	54.271	165.272
	6. Diğer (M6)	1.727.008	54,5	585.646	1.141.362
Ödeme periyodu	1. Aylık	4.739.968	93,8	1.547.737	3.192.231
	2. Üç aylık	140.497	2,8	51.385	89.112
	3. Altı aylık	36.646	0,7	11.614	25.032
	4. Yıllık	138.107	2,7	41.137	96.970

Çizelge 5.1. Kullanılan değişkenler ve düzeyleri (devam)

Değişken	Değişken düzeyi	N	%	Sistemden çıkanların sayısı	Durdurulmuşların sayısı
Ödeme aracı	1. Kredi kartı	2.819.979	65,3	901.346	1.918.633
	2. Havale	553.861	12,8	134.848	419.013
	3. Otomatik talimatlı ödeme	850.133	19,7	282.564	567.569
	4. Nakit	96.684	2,2	71.851	24.833
Para birimi	1. TRL	4.808.245	95,1	1.520.992	3.287.253
	2. USD	218.843	4,3	114.832	104.011
	3. EUR	30.210	0,6	16.197	14.013
İl	1. İstanbul	1.650.722	32,6	525.078	1.125.644
	2. Ankara	493.214	9,8	161.835	331.379
	3. İzmir	411.714	8,1	128.537	283.177
	4. Antalya	216.341	4,3	70.149	146.192
	5. Bursa	194.019	3,8	64.095	129.924
	6. Adana	160.102	3,2	54.684	105.418
	7. Kocaeli	137.704	2,7	45.237	92.467
	8. Mersin	106.573	2,1	31.615	74.958
	9. Diğer	1.686.909	33,4	570.791	1.116.118
Yaş	Min: 18; Max: 70	Ortalama : 38,14 ± 9,309			

Çizelge 5.2. Kaplan-Meier Tahmin Sonuçları

Değişken	Değişken düzeyi	Ortanca			Log-rank	Tarone-Ware
		Sistemde kalma süresi (ay)	Std. hata	%95 güven aralığı	p	p
Genel		73,833	0.124	73,633 - 74,067		
Cinsiyet	1. Kadın	89,433	-	88,767 - 90,100	0,000*	0,000*
	2. Erkek	65,833	0,128	65,600 - 66,067		
Medeni durum	1. Bekar	73,167	-	72,667 - 73,667	0,000*	0,000*
	2. Evli	76,867	-	76,533 - 77,233		
	3. Dul	61,067	0,088	57,633 - 64,467		
	4. Boşanmış	65,133	0,104	63,400 - 67,933		
Eğitim düzeyi	1. E1	93,500	-	91,467 - 95,100	0,000*	0,000*
	2. E2	70,100	0,294	69,500 - 70,733		
	3. E3	65,600	0,185	65,233 - 65,967		
	4. E4	-	-	-		
Meslek	1. M1	73,667	0,654	72,700 - 75,267	0,000*	0,000*
	2. M2	101,800	-	96 ,000- .		
	3. M3	71,033	0,295	70,433 - 71,667		
	4. M4	87,133	-	85,500 - 89,033		
	5. M5	95,166	-	92,367 - 97,300		
	6. M6	71,133	0,190	70,733 - 71,500		
Ödeme periyodu	1. Aylık	73,400	0,127	73,166 - 73,633	0,000*	0,000*
	2. Üç aylık	76,833	-	75,766 - 78,400		
	3. Altı aylık	90,900	-	87,066 - 98,000		
	4. Yıllık	90,633	-	87,167 - 94,500		
Ödeme aracı	1. Kredi kartı	71,067	0,136	70,767 - 71,367	0,000*	0,000*
	2. Havale	-	-	-		
	3. Otomatik talimatlı ödeme	68,000	0,279	67,433 - 68,467		
	4. Nakit	-	-	-		
Para birimi	1. TRL	75,600	-	75,300 - 75,833	0,000*	0,000*
	2. USD	52,267	0,285	55,733 - 56,833		
	3.EUR	53,767	0,544	52,700 - 54,867		
İl	1. İstanbul	81,067	-	80,500 - 81,633	0,000*	0,000*
	2. Ankara	76,800	-	76,067 - 77,700		
	3. İzmir	81,500	-	80,467 - 82,467		
	4. Antalya	71,000	0,538	70,133 - 71,967		
	5. Bursa	66,867	0,556	66,000 - 68,033		
	6. Adana	66,533	0,546	65,600 - 67,767		
	7. Kocaeli	67,933	0,614	66,567 - 69,033		
	8. Mersin	85,933	-	83,033 - 88,900		
	9. Diğer	66,967	0,174	66,633 - 67,233		

\*p<0,05

Çizelge 5.2. incelendiğinde her iki test sonuçlarına göre yaş, cinsiyet, medeni durum, eğitim düzeyi, ödeme periyodu, ödeme aracı, meslek, para birimi ve il değişkenlerinin düzeyleri arasında sistemde kalma olasılıkları açısından fark olduğu %95 güven düzeyinde söylenebilir. Çalışmada çözümlene sonuçlarını daha kolay yorumlayabilmek için eğitim düzeyi ve meslek değişkenleri için kodlamalar yapılmıştır. Çizelge 5.2'de bazı değişken düzeyleri için ortanca sürelerinin olmadığı görülmektedir. Yaşam çözümlenmesinde ortanca, 0,50 yaşam olasılığına karşılık gelen süredir. Bu değişkenler için yaşam olasılığının 0,50'ye düşmemesi nedeniyle ortanca yoktur. Kaplan-Meier tahmin sonuçlarına göre;

Sistemde bulunan bireylerin sistemde kalma süresinin ortancası 73,8 aydır.

Kadınların sistemde kalma süresi, erkeklere göre daha fazladır.

Evli olanların sistemde kalma sürelerinin bekar, dul ve boşanmışlara göre daha uzun olduğu söylenebilir.

Eğitim düzeyi üniversite ve lisansüstü olanlar, diğer eğitim düzeylerine göre sistemde daha uzun süre kalmaktadırlar. Okuryazar olmayanlar, üniversite ve lisansüstü mezunu olanlardan sonra sistemde uzun süre kalan eğitim düzeyini oluşturmaktadır. Bu düzey için sistemde kalma süresi en kısa olan E3 (Çizelge 5.1.) düzeyidir.

Meslek değişkeni için incelendiğinde emekli olanların sistemde daha uzun kaldığı görülmektedir. Ev hanımı, öğrenci ve işsiz olanlar, emeklilerden sonra sistemde uzun süre kalan ikinci meslek düzeyidir. Sistemde kalma süresi en düşük olan meslek düzeyi ise M3 (Çizelge 5.1.) düzeyidir.

Katkı paylarını altı aylık ve yıllık dönemler halinde ödeyenlerin, aylık ve üç aylık ve yıllık ödeyenlere göre sistemde daha uzun süre kaldıkları görülmektedir. Diğer ödeme süreleri ile karşılaştırıldığında sistemde kalma süresi en az olan grup ise ödemelerini aylık olarak yapan kişilerdir.

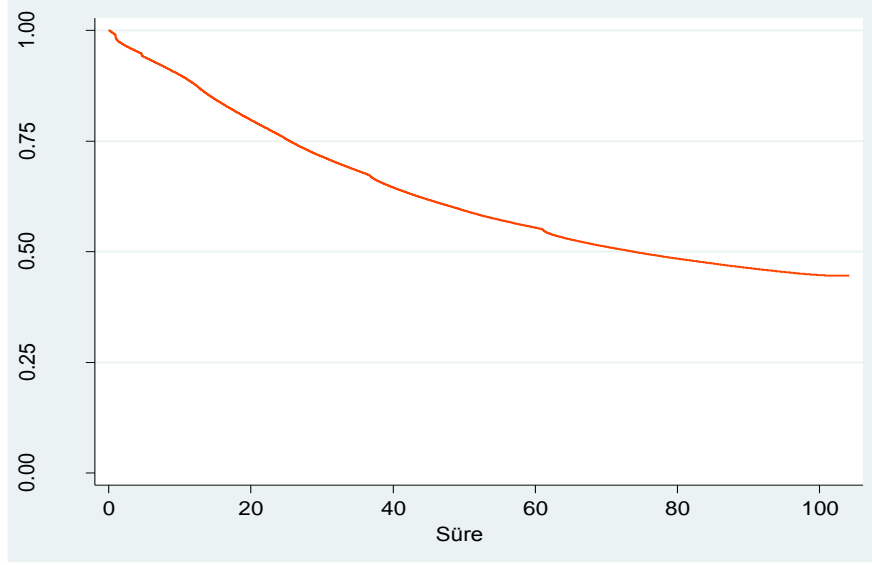
Ödeme şekline göre katkı paylarını nakit olarak ödeyenlerin sistemde daha uzun süre kaldığı söylenebilmektedir.

Sisteme Türk lirası ile ödeme yapanlar Dolar ve Euro ile ödeme yapanlara göre sistemde daha uzun süre kalmaktadır.



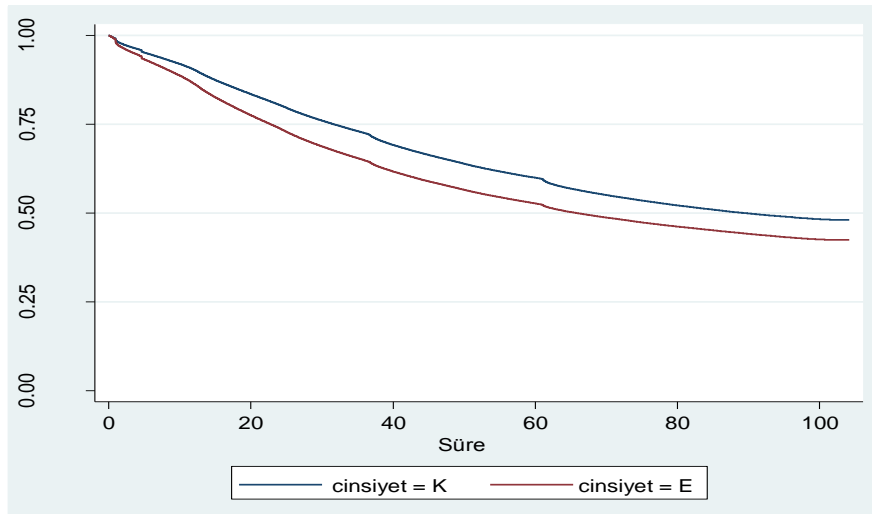
İller incelendiğinde sistemde en uzun kalma süresinin Mersin'den sisteme katılanlarda olduğu görülmektedir. Sistemde en düşük kalma süresine sahip iller ise Bursa, Adana, Kocaeli ve diğer iller grubuna giren illerdir. İstanbul'da ve İzmir'de yaşayanlar Ankara'da yaşayanlara göre daha uzun süre sistemde kalmaktadırlar.

Kaplan-Meier eğrileri ise Şekil 5.1.-Şekil 5.9.'da verilmiştir.



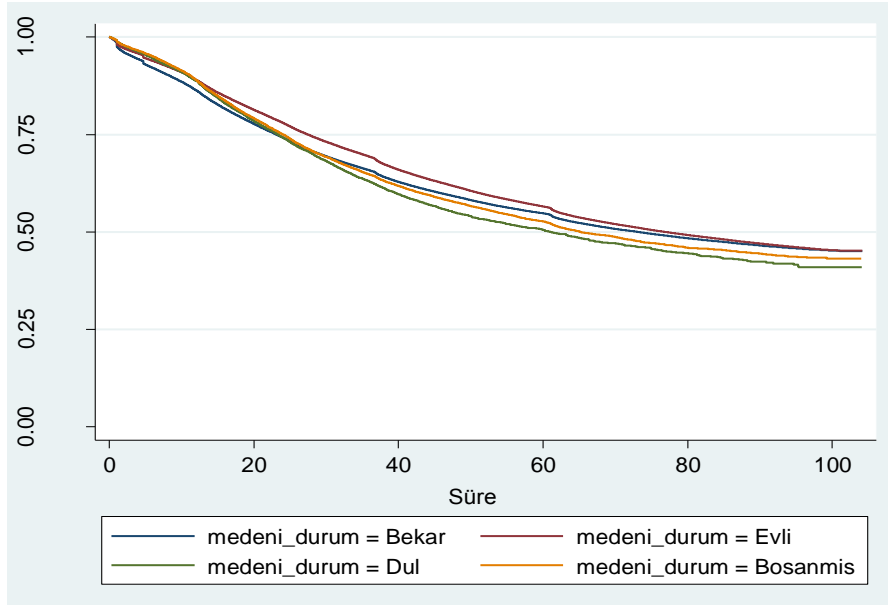
Şekil 5.1. Genel Kaplan-Meier eğrisi

Hiç bir açıklayıcı değişken dikkate alınmadığında elde edilen Kaplan-Meier eğrisi olan Şekil 5.1. incelendiğinde, 0,50 yaşam olasılığına karşılık gelen süre olan ortanca sistemde kalma süresinin 73,8 ay olduğu görülmektedir.



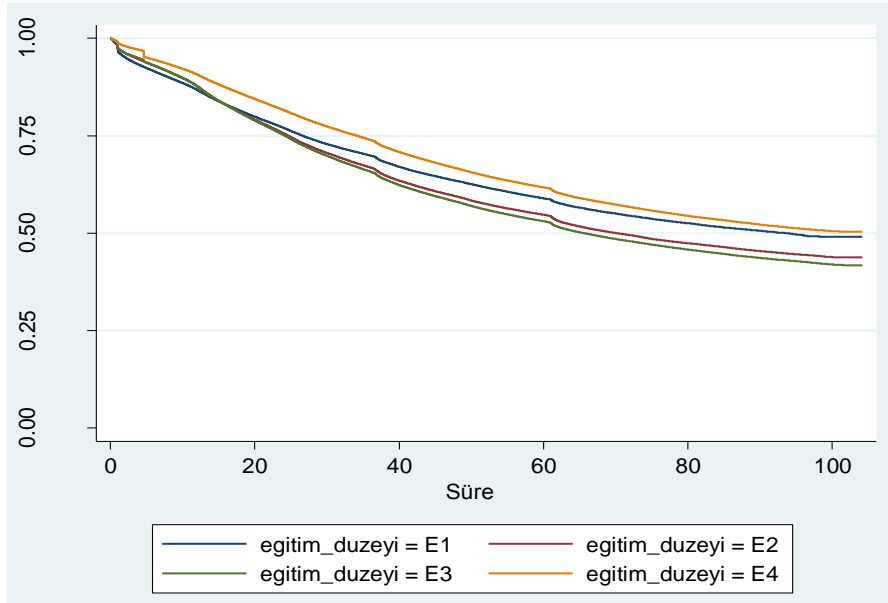
Şekil 5.2. Cinsiyet için Kaplan-Meier eğrisi

Şekil 5.2.'ye göre kadınların sistemden kalma süresi, erkeklere göre daha fazladır.



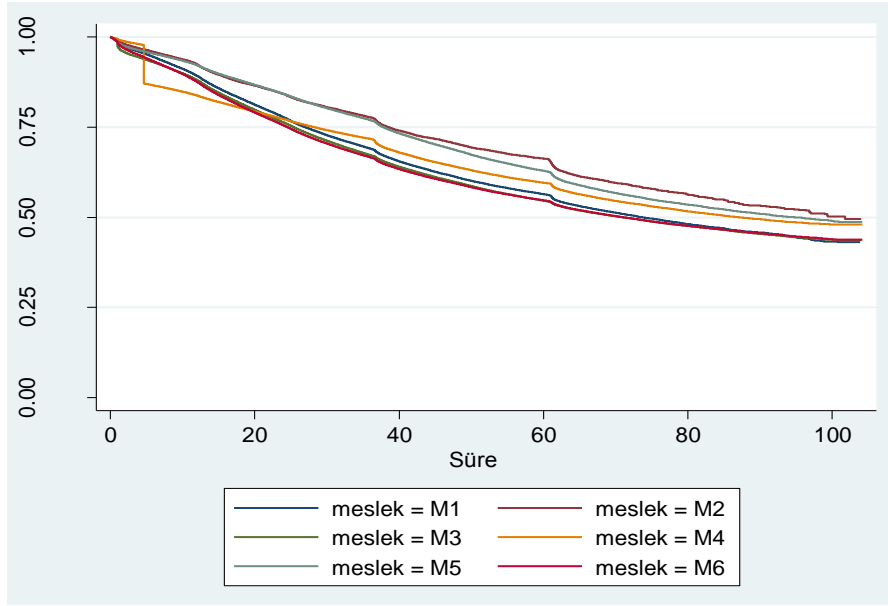
Şekil 5.3. Medeni durum için Kaplan-Meier eğrisi

Medeni durumu evli olanların sistemde kalma sürelerinin bekar, dul ve boşanmışlara göre daha uzun olduğu Şekil 5.3.'te görülmektedir.



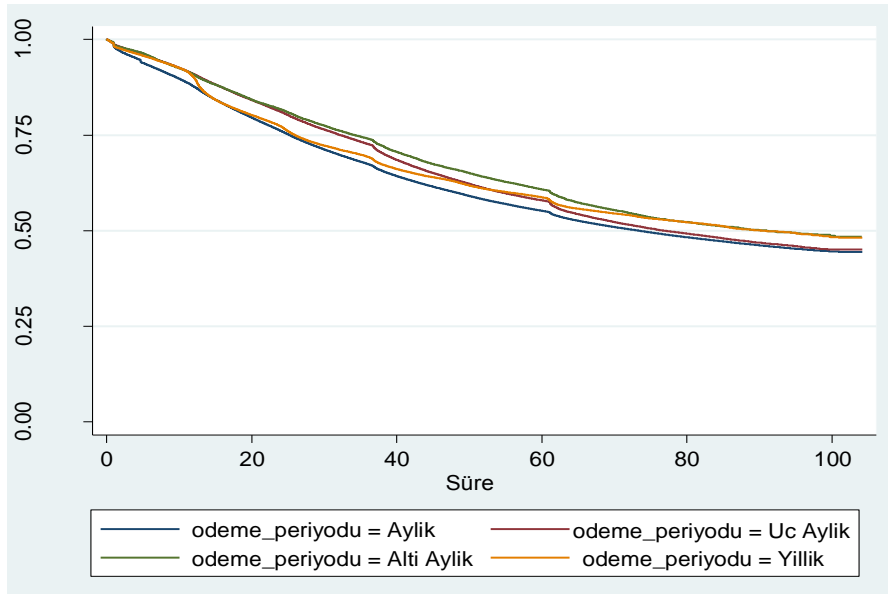
Şekil 5.4. Eğitim düzeyi için Kaplan-Meier eğrisi

Şekil 5.4.'e göre eğitim düzeyi üniversite, yüksek lisans ve doktora olan kişiler, diğer eğitim düzeylerine göre sistemde daha uzun süre kalmaktadır.



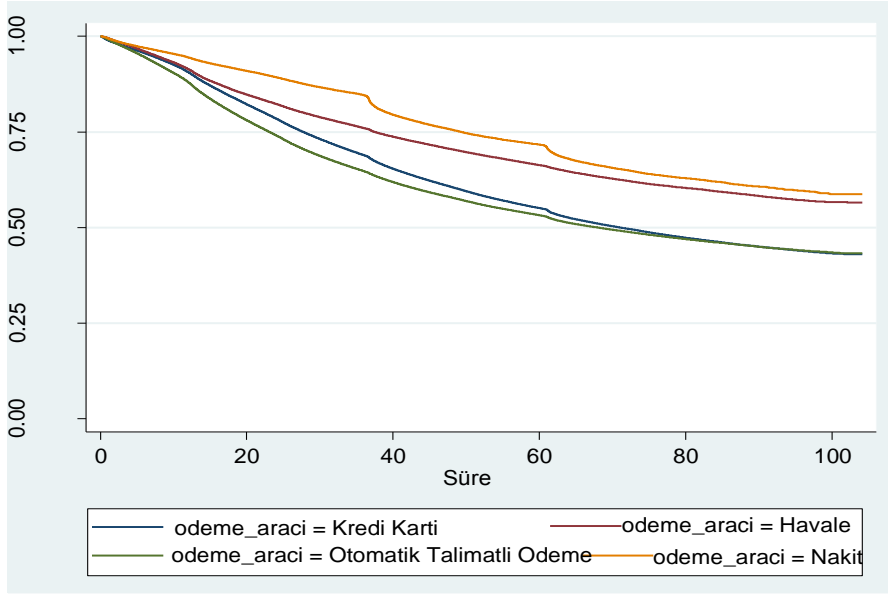
Şekil 5.5. Meslek için Kaplan-Meier eğrisi

Şekil 5.5. incelendiğinde emekli olanların (M2) sistemde daha uzun kaldığı görülmektedir. Sistemde kalma süresi en düşük olan meslek düzeyi ise M3'tür.



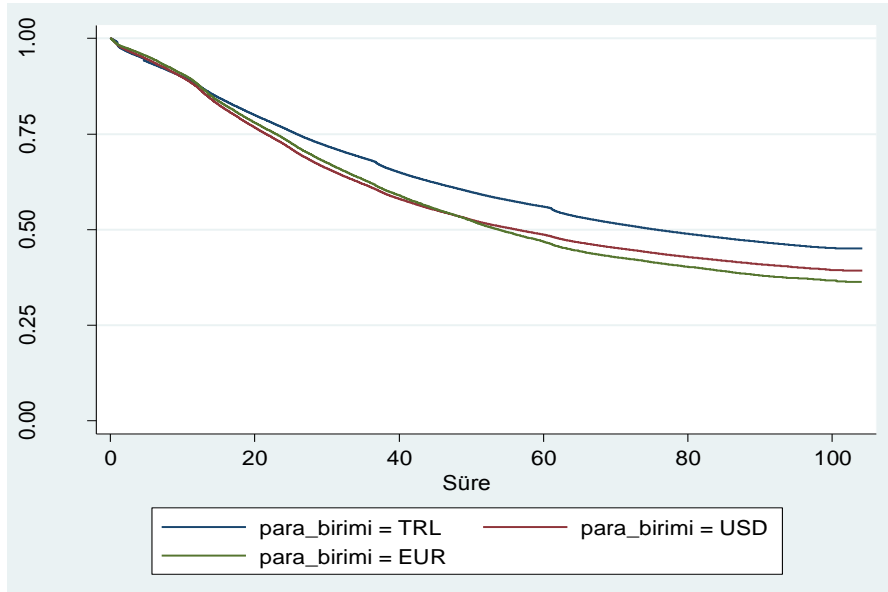
Şekil 5.6. Ödeme periyodu için Kaplan-Meier eğrisi

Diğer ödeme süreleri ile karşılaştırıldığında sistemde kalma süresi en uzun olan grubun ödemelerini altı aylık olarak yapanlar olduğu Şekil 5.6.'da görülmektedir.



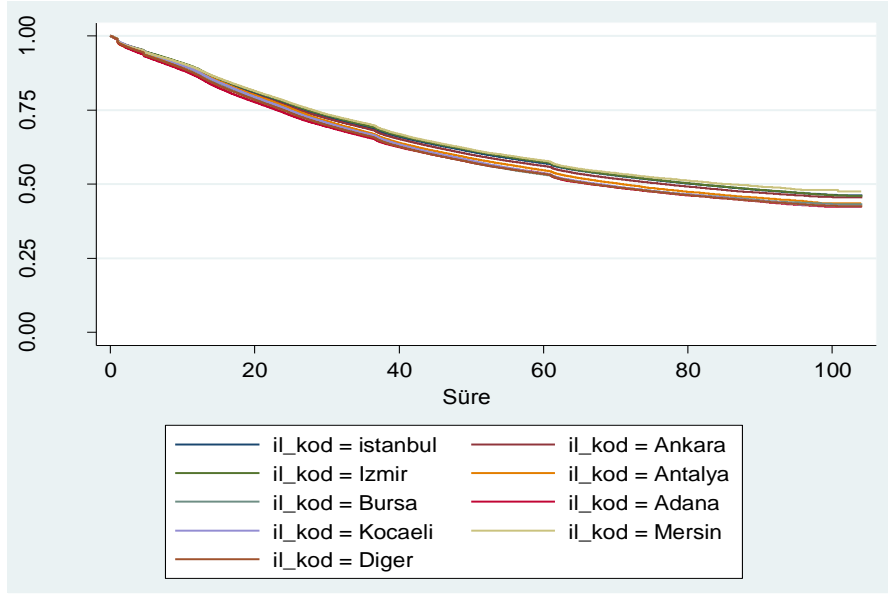
Şekil 5.7. Ödeme aracı için Kaplan-Meier eğrisi

Katkı paylarını nakit olarak ödeyenlerin sistemde daha uzun süre geçirdiği Şekil 5.7.'de görülmektedir.



Şekil 5.8. Para birimi için Kaplan-Meier eğrisi

Şekil 5.8. incelendiğinde sisteme Türk lirası ile ödeme yapanların, Dolar ve Euro ile ödeme yapanlara göre sistemde daha uzun süre kaldığı görülmektedir.



Şekil 5.9. İl için Kaplan-Meier eğrisi

Sistemde en uzun kalma süresinin Mersin'den sisteme katılanlarda olduğu Şekil 5.9.'da görülmektedir.

## 5.2. Cox Regresyon Çözümlemesi

Çalışmada, sistemde kalma süresini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu faktörleri belirleyebilmek için Cox regresyon çözümü yapılmıştır. Cox regresyon çözümü yapılırken değişken düzeylerinden biri referans kategorisi olarak alınmakta ve yorumlar bu değişken düzeylerine göre yapılmaktadır. Modeldeki değişken için  $\beta$  parametresi, standart hatası, p değeri ve  $\beta$  parametresinin tehlike oranı  $\exp(\beta)$  elde edilmiştir.  $\exp(\beta)$  değeri önemli bulunan düzeyin, referans kategorisine göre kaç kat daha riskli olduğunu göstermektedir.  $\beta$ 'nin pozitif olması bu düzeyin referans kategorisine göre daha fazla riskli olduğunu,  $\beta$ 'nin negatif değer olması durumunda ise bu düzeyin referans kategorisine göre daha az riskli olduğu yorumunu getirmektedir. Eşitlik (4.7) kullanılarak Cox regresyon çözümü yapıldığında elde edilen sonuçlar Çizelge 5.3'te verilmiştir.

Çizelge 5.3. Cox regresyon çözümlemesinin sonuçları

Değişken düzeyi	$\beta$	Std. Hata	p	exp( $\beta$ )	exp( $\beta$ ) için Alt sınır-Üst Sınır
Cinsiyet	0,224	0,004	0,000*	1,251	1,244 - 1,259
Yaş	-0,010	0,000	0,000*	0,990	0,990 - 0,990
Medeni Durum			0,000*		
Medeni Durum(2)	-0,053	0,003	0,000*	0,948	0,942 - 0,954
Medeni Durum(3)	0,114	0,048	0,008*	1,121	1,030 - 1,220
Medeni Durum(4)	0,134	0,016	0,000*	1,144	1,113 - 1,175
Eğitim Düzeyi			0,000*		
Eğitim Düzeyi(2)	0,327	0,009	0,000*	1,387	1,370 - 1,404
Eğitim Düzeyi(3)	0,319	0,008	0,000*	1,375	1,360 - 1,392
Eğitim Düzeyi(4)	0,006	0,006	0,350	1,006	0,994 - 1,018
Meslek			0,000*		
Meslek(2)	-0,324	0,017	0,000*	0,724	0,700 - 0,748
Meslek(3)	-0,152	0,006	0,000*	0,859	0,850 - 0,869
Meslek(4)	-0,335	0,007	0,000*	0,715	0,705 - 0,726
Meslek(5)	-0,328	0,008	0,000*	0,720	0,710 - 0,731
Meslek(6)	-0,134	0,005	0,000*	0,874	0,865 - 0,884
Ödeme Periyodu			0,000*		
Ödeme Periyodu(2)	-0,070	0,007	0,000*	0,932	0,921 - 0,944
Ödeme Periyodu(3)	-0,207	0,015	0,000*	0,813	0,790 - 0,837
Ödeme Periyodu(4)	-0,118	0,009	0,000*	0,889	0,873 - 0,905
Ödeme Aracı			0,000*		
Ödeme Aracı(2)	-0,348	0,005	0,000*	0,706	0,700 - 0,713
Ödeme Aracı(3)	-0,024	0,004	0,000*	0,977	0,969 - 0,984
Ödeme Aracı(4)	-0,332	0,007	0,000*	0,717	0,707 - 0,728
Para Birimi			0,000*		
Para Birimi(2)	0,244	0,005	0,000*	1,276	1,264 - 1,288
Para Birimi(3)	0,354	0,011	0,000*	1,425	1,395 - 1,457
İl			0,000*		
İl(2)	0,011	0,005	0,022*	1,011	1,002 - 1,020
İl(3)	0,005	0,005	0,309	1,005	0,995 - 1,015
İl(4)	-0,001	0,007	0,830	0,999	0,986 - 1,012
İl(5)	0,121	0,007	0,000*	1,128	1,114 - 1,143
İl(6)	0,127	0,008	0,000*	1,136	1,118 - 1,153
İl(7)	0,064	0,008	0,000*	1,066	1,049 - 1,084
İl(8)	-0,089	0,010	0,000*	0,915	0,897 - 0,933
İl(9)	0,016	0,003	0,000*	1,016	1,010 - 1,023

p\* < 0,05

Bu çalışmada, Cox regresyon çözümlemesi için Çizelge 5.1.'de verilen değişkenlerin ilk düzeyleri referans olarak alınmıştır. Referans alınan düzeye göre  $\exp(\beta) < 1$  olması durumunda, daha kolay yorum yapabilmek için  $1/\exp(\beta)$  değeri bulunur ve referans düzeyi de aynı şekilde tersten yorumlanır. Değişken düzeylerine karşılık gelen p değerlerine bakılarak önemli düzeyler belirlenmektedir. Cox regresyon çözümlemesi sonuçlarına göre;

Tüm değişkenlerin bireysel emeklilik sisteminin süresini etkileyen faktörler olduğu %95 güven düzeyinde söylenebilir. Üniversite ve lisansüstü eğitim düzeyi, İzmir ve Antalya il düzeyleri için p değerleri 0,05'ten küçük olduğu için önemsiz düzeyler olduğu söylenebilmektedir.

Erkeklerin sistemden ayrılma riski kadınlara göre 1,25 kat daha fazladır.

Yaş artıktıkça sistemden çıkma riski azalmaktadır.

Bekarların sistemden ayrılma riski, evli olanlara göre 1,054 kat daha fazladır. Dulların sistemden ayrılma riski bekarlara göre 1,121 kat, boşanmışların bekarlara göre sistemden ayrılma riski ise 1,144 kat daha fazladır.

Okuryazar ve ilköğretim mezunu olan kişilerin sistemden ayrılma riski okuryazar olmayanlara göre 1,387 kat, ortaöğretim, meslek yüksek okulu ve önlisans kurumlarından mezun olanların sistemden ayrılma riski okuryazar olmayanlara göre 1,375 kat daha fazladır.

Memurların sistemden ayrılma riski diğer tüm meslek düzeylerine göre daha fazladır. Memurların sistemden ayrılma riski emekli olanlara göre 1,381 kat, M3 (Çizelge 5.1.) düzeyinde olanlara göre 1,164 kat, M4 (Çizelge 5.1.) düzeyinde olanlara göre 1,398 kat, ev hanımı, öğrenci ve işsiz olanlara göre 1,388 kat ve diğer meslek grubunda olanlara göre ise 1,444 kat daha fazladır.

Katkı paylarını aylık ödeyenlerin sistemden ayrılma riski, üç aylık ödeyenlere göre 1,07 kat, altı aylık ödeyenlere göre 1,23 kat, yıllık ödeyenlere göre ise 1,12 kat daha fazladır.

Kredi kartı ile katkı paylarını yatıranların sistemden ayrılma riski diğer ödeme araçlarını kullananlara göre daha fazladır.

Bireysel emeklilik işlemlerinde dolar ile işlem yapanların sistemden ayrılma riski, Türk lirası ile işlem yapanlara göre 1,276 kat ve euro ile işlem yapanların sistemden ayrılma riski Türk lirasını kullananlara göre 1,425 kat daha fazladır.

Ankara, Bursa, Adana, Kocaeli ve diğer illerden katılanların sistemden ayrılma riski İstanbul'dan katılanlara göre daha fazladır. Ankara'dan sisteme katılanların sistemden ayrılma riski İstanbul'dan katılanlara göre 1,011 kat daha fazladır. İstanbul'dan sisteme katılanların sistemden ayrılma riski, Mersin'den katılanlara göre 1,09 kat daha fazladır.

### 5.3. Orantılı Tehlikeler Varsayımının İncelenmesi

Orantılı tehlikeler varsayımının sağlanıp sağlanmadığı Schoenfeld artıkları ile yaşam sürelerinin rankı arasındaki korelasyon testi kullanılarak incelenebilmektedir. Bu inceleme için kullanılan yokluk hipotezi "orantılı tehlikeler varsayımı sağlanmaktadır" biçimindedir. Çizelge 5.4.'te bu testin sonucu verilmiştir.

Çizelge 5.4. Schoenfeld artıkları ile yaşam sürelerinin rankı arasındaki korelasyon testi sonuçları

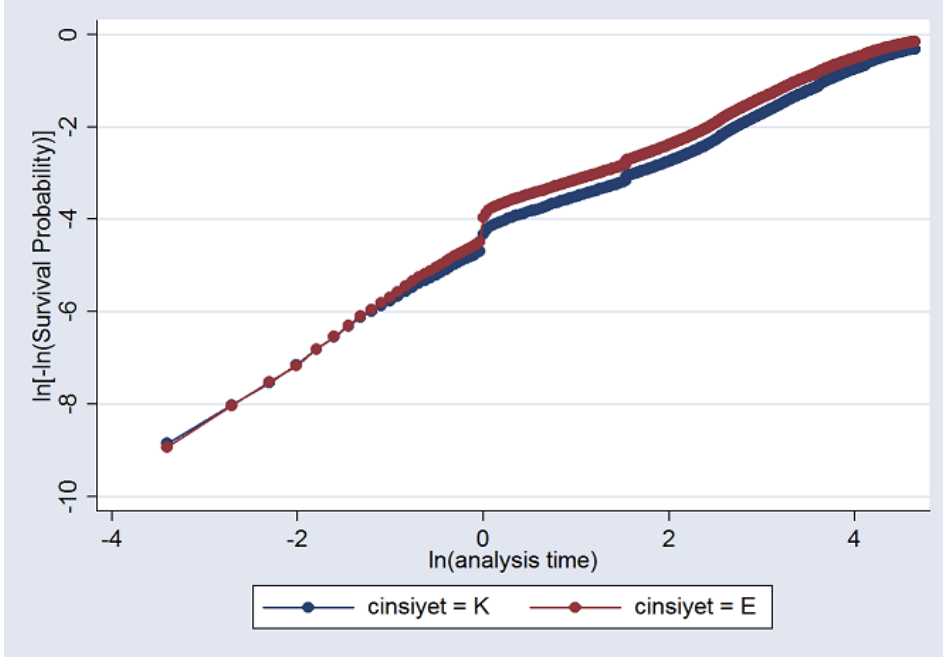
	p değeri								
	Cinsiyet	Yaş	Medeni durum	Eğitim düzeyi	Meslek	Ödeme periyodu	Ödeme aracı	Para birimi	İl
Sürenin rankı	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*

\*p<0,05

Çizelge 5.4. incelendiğinde tüm değişkenler için p<0,05 olduğundan orantılı tehlikeler varsayımının sağlanmadığı görülmektedir.

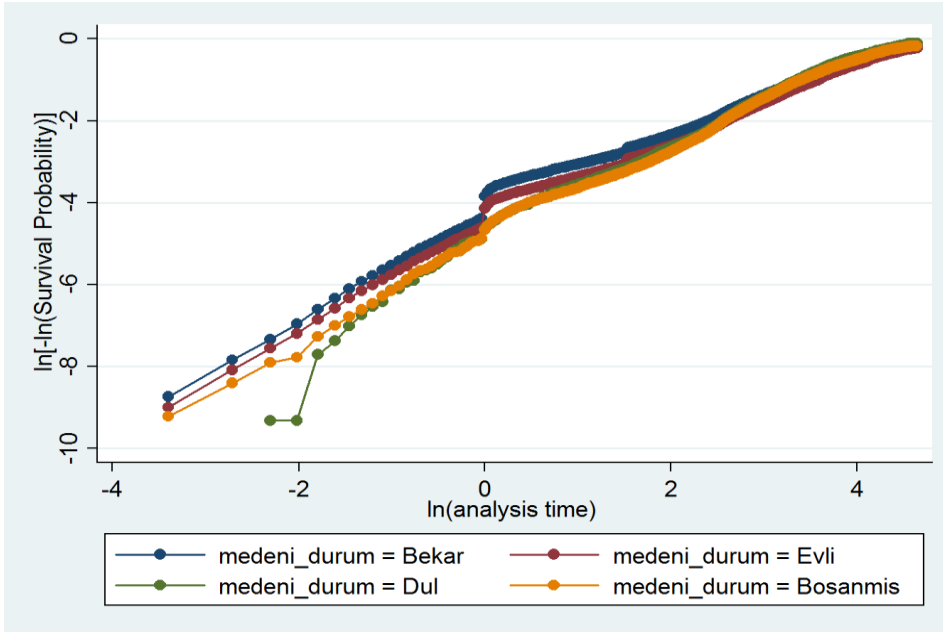
Orantılı tehlikeler varsayımını incelemek için grafiksel yöntemlerde kullanılmaktadır. Bu çalışmada orantılılığı incelemek için log(-log) yaşam eğrileri kullanılmıştır. Orantılı tehlikeler varsayımının sağlanması için değişken düzeylerinin yaşam eğrilerinin birbirine paralel olması gerekmektedir. Değişkenlere ilişkin log(-log) yaşam eğrileri Şekil 5.10.-Şekil 5.18.'de verilmiştir.





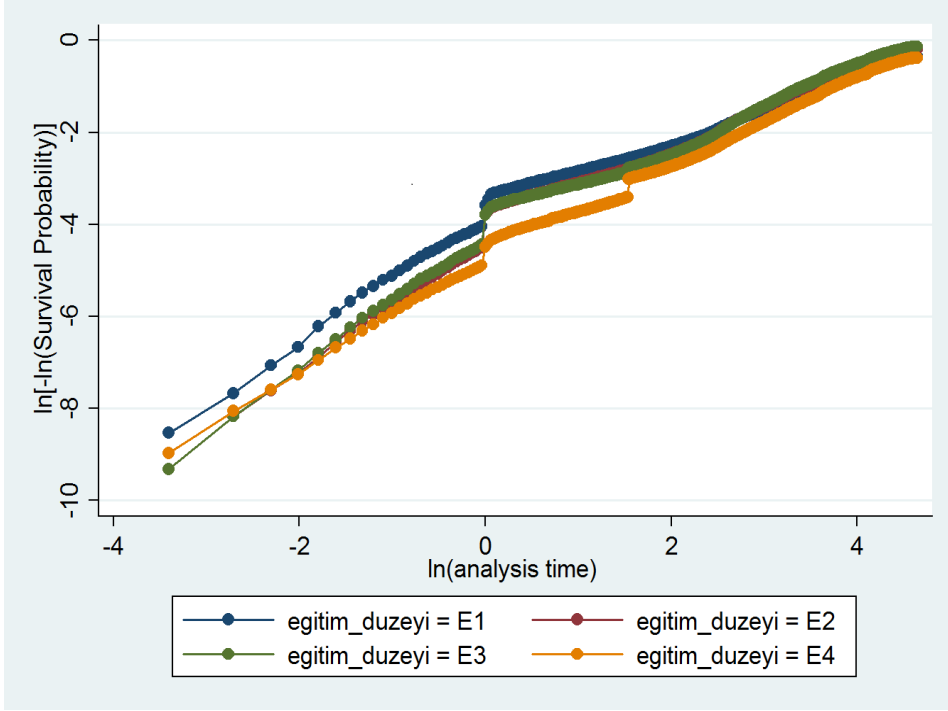
Şekil 5.10. Cinsiyet değişkeni için log(-log) yaşam eğrileri

Şekil 5.10. incelendiğinde erkekler ve kadınlar için yaşam eğrilerinin paralel olmadığı görülmektedir. Cinsiyet değişkeni için orantılı tehlikeler varsayımının sağlanmadığı söylenebilmektedir.



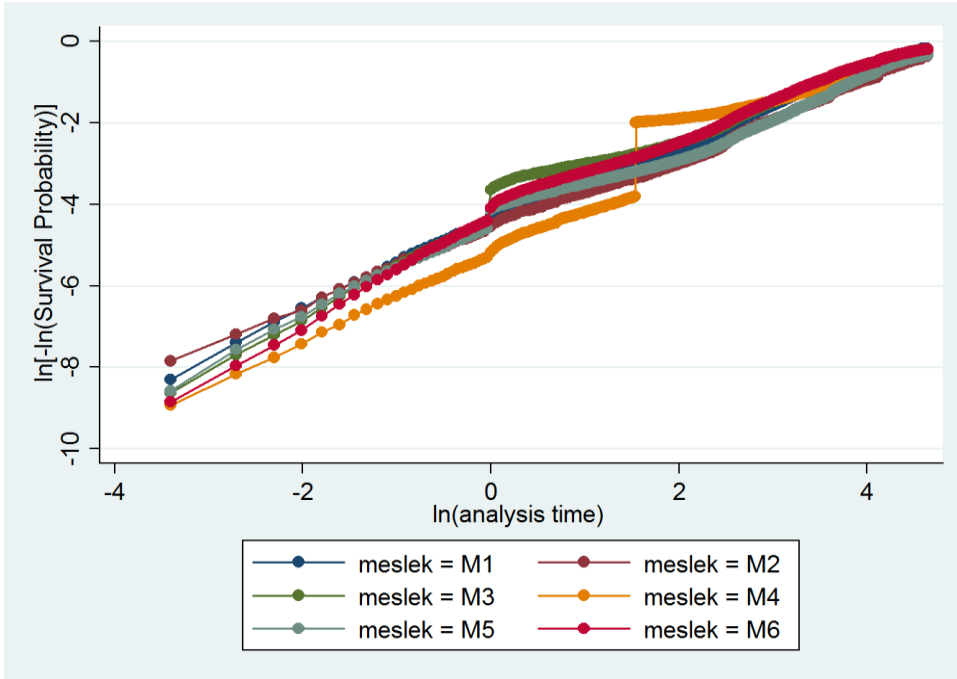
Şekil 5.11. Medeni durum değişkeni için log(-log) yaşam eğrileri

Şekil 5.11. incelendiğinde eğriler arasında paralellik olmadığından medeni durum değişkeni için orantılı tehlikeler varsayımının sağlanmadığı söylenebilmektedir.



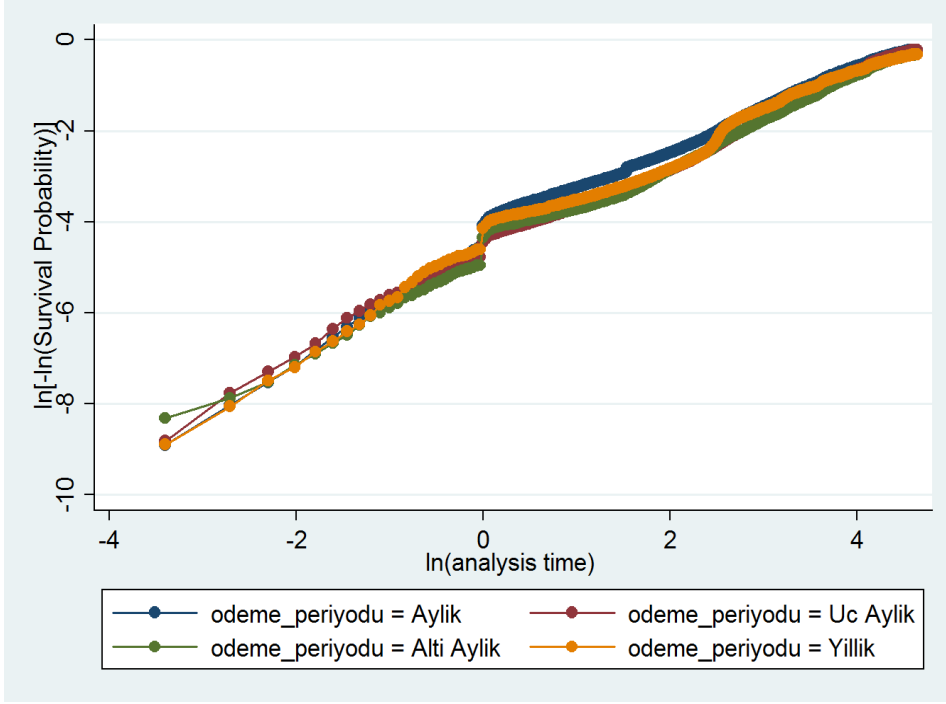
Şekil 5.12. Eğitim düzeyi değişkeni için log(-log) yaşam eğrileri

Şekil 5.12.'de elde edilen eğriler arasında bir paralellik olmadığından eğitim düzeyi için orantılı tehlikeler varsayımının sağlanmadığı görülmektedir.



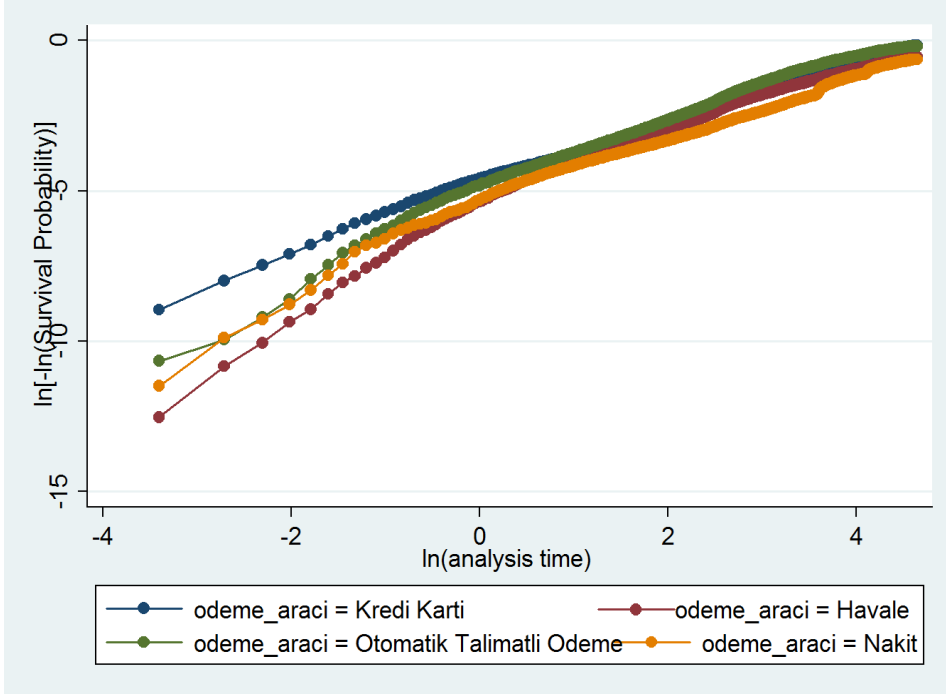
Şekil 5.13. Meslek değişkeni için log(-log) yaşam eğrileri

Şekil 5.13. incelendiğinde meslek değişkeni için orantılı tehlikeler varsayımının sağlanmadığı görülmektedir.



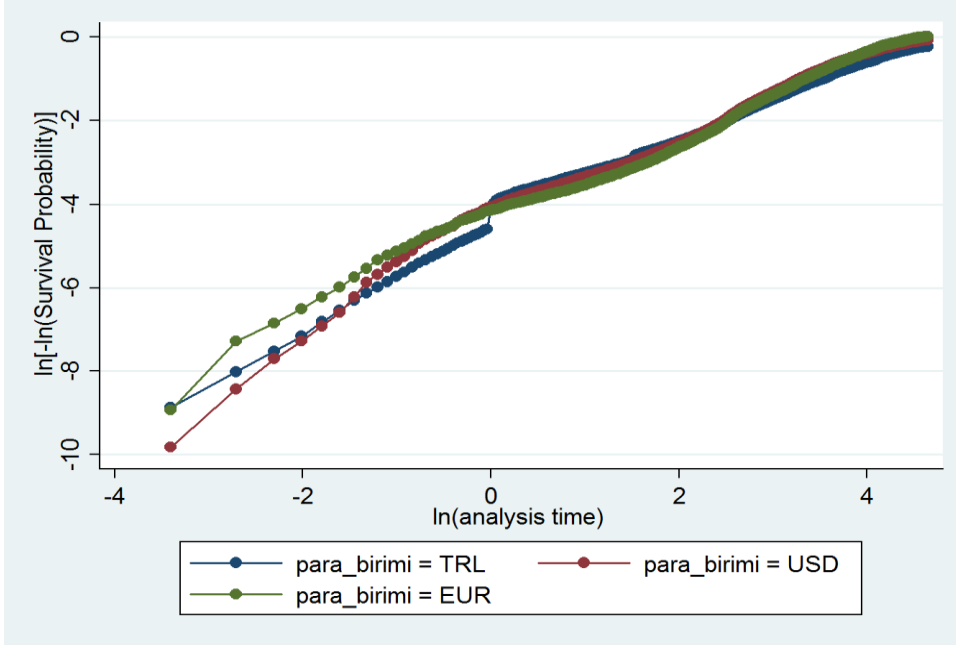
Şekil 5.14. Ödeme periyodu değişkeni için log(-log) yaşam eğrileri

Şekil 5.14.'e göre eğriler arasında paralellik olmadığından ödeme periyodu değişkeni için orantılı tehlikeler varsayımının sağlanmadığı söylenebilmektedir.



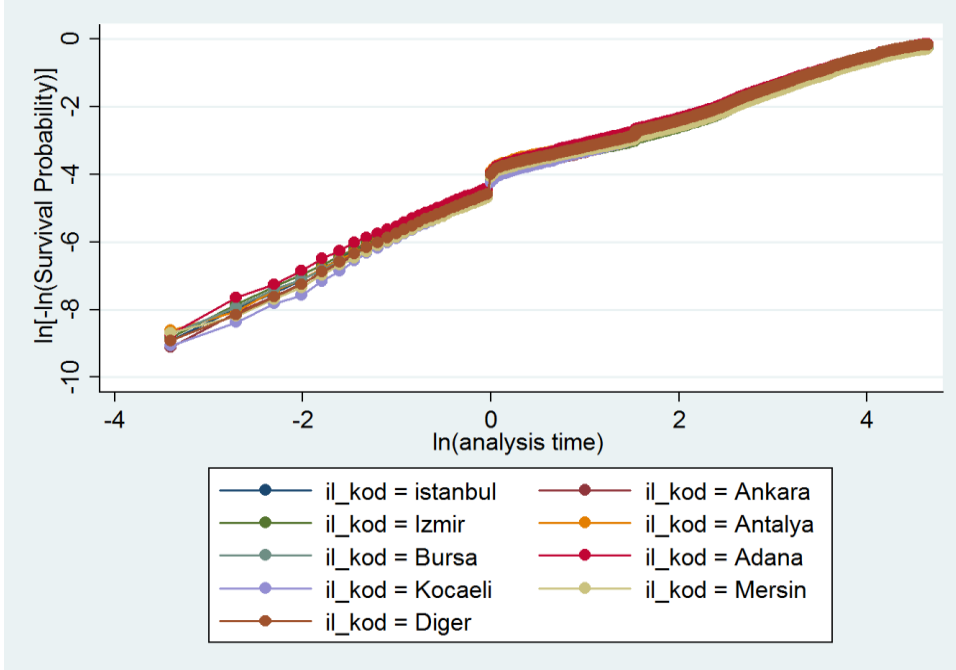
Şekil 5.15. Ödeme aracı değişkeni için log(-log) yaşam eğrileri

Şekil 5.15. incelendiğinde ödeme aracı değişkeni için orantılı tehlikeler varsayımının sağlanmadığı görülmektedir.



Şekil 5.16. Para birimi değişkeni için log(-log) yaşam eğrileri

Şekil 5.16.'da elde edilen eğriler arasında bir paralellik olmadığından para birimi değişkeni için orantılı tehlikeler varsayımının sağlanmadığı görülmektedir.



Şekil 5.17. İl değişkeni için log(-log) yaşam eğrileri

Şekil 5.17. incelendiğinde eğriler arasında paralellik olmadığından il değişkeninin orantılı tehlikeler varsayımının sağlanmadığı söylenebilmektedir.

#### 5.4. Orantısız Tehlikeler Durumunda Kullanılan Modeller

Schoenfeld artıkları ile yaşam sürelerinin rankı arasındaki korelasyon testinden ve log(-log) yaşam eğrilerinden tüm değişkenler için orantılı tehlikeler varsayımının sağlanmadığı sonucuna varılmıştır. Bu varsayımın sağlanmadığı durumlarda yaşam verisinin modellenenebilmesi için birçok yaklaşım bulunmaktadır. Çalışmada orantısız tehlikeler için genişletilmiş Cox regresyon modeli ve parametrik regresyon modelleri kullanılmıştır.

##### 5.4.1. Genişletilmiş Cox Regresyon Çözümlemesi

Orantılı tehlikeler varsayımının sağlanmadığı durumda Cox regresyon modelinin yerine genişletilmiş Cox regresyon modeli kullanılabilir. Bu model için orantısız tehlikelere sahip yaş, cinsiyet, medeni durum, eğitim düzeyi, ödeme periyodu, ödeme aracı, meslek, para birimi ve il değişkenleri zamanın bir fonksiyonu ile çarpılarak modele dahil edilmektedir.

Eşitlik (4.10)'da verilen genişletilmiş Cox regresyon modelinde  $g(t)=\log(t)$  olarak alındığında elde edilen sonuçlar Çizelge 5.5.'te,  $g(t)=t$  için ise elde edilen sonuçlar Çizelge 5.6.'da verilmiştir.

Çizelge 5.5.'e göre tüm değişkenlerin bireysel emeklilik sisteminin süresini etkileyen faktörler olduğu %95 güven düzeyinde söylenebilir.

Herhangi bir t zamanındaki riskler yorumlanabilmektedir. Örneğin 24 aydır ( $t=24$ ) sistemde olan,

Bir erkeğin sistemden ayrılma riski kadınlara göre  $\exp(0,349-0,044\log(24))=1,334$  kat daha fazladır.

Bekar kişilerin sistemden ayrılma riski, evli olanlara göre  $1/\exp(-0,255+0,072\log(24))=1,168$  kat, dullara göre 1,076 kat daha fazladır. Boşanmışların bekarlara göre sistemden ayrılma riski ise 1,016 kat daha fazladır.

Okuryazar olmayanların sistemden ayrılma riski okuryazar ve ilköğretim mezunlarından 1,048 kat, ortaöğretim, meslek yüksek okulu ve önlisans kurumlarından mezun olanlardan 1,088 kat, üniversite ve lisansüstü mezunlarından ise 1,623 kat daha fazladır.

Memurların sistemden ayrılma riski diğer tüm meslek düzeylerine göre daha fazladır. Memurların sistemden ayrılma riski emekli olanlara göre 1,524 kat, M3

(Çizelge 5.1.) düzeyinde olanlara göre 1,259 kat, M4 (Çizelge 5.1.) düzeyinde olanlara göre 1,764 kat, ev hanımı, öğrenci ve işsiz olanlara göre 1,799 kat ve diğer meslek grubunda olanlardan ise 1,163 kat daha fazladır.

Aylık ödeme yapanların sistemden ayrılma riski, üç aylık ödeme yapanlardan 1,342 kat, altı aylık ödeme yapanlardan 1,658 kat ve yıllık ödeme yapanlardan ise 1,152 kat daha fazladır.

Kredi kartı ile işlem yapanların sistemden ayrılma riski havale ile işlem yapanlara göre 1,368 kat ve nakit işlem yapanlardan da 1,502 kat daha fazladır. Otomatik talimatlı ödeme yapanların sistemden ayrılma riski ise kredi kartı ile ödeme yapanlara göre 1,031 kat daha fazladır.

Dolar ile işlem yapanların sistemden ayrılma riski Türk lirası ile işlem yapanlara göre 1,471 kat, euro ile işlem yapanların riski ise Türk lirasını kullananlara göre 1,581 kat daha fazladır.

İstanbul'dan sisteme katılanların sistemden ayrılma riski, İzmir, Antalya, Adana, Mersin ve diğer illerden katılanlardan daha fazladır. Bursa'dan katılanların sistemden ayrılma riski İstanbul'dan katılanlara göre 1,093 kat daha fazladır.

Çizelge 5.5.  $g(t)=\log(t)$  için genişletilmiş Cox regresyon çözümlemesinin sonuçları

Değişken düzeyi	$\beta$	Std. Hata	P	$\exp(\beta)$	$\exp(\beta)$ için Alt sınır-Üst Sınır
Cinsiyet	0,349	0,009	0,000*	1,418	1,395 - 1,442
Yaş	-0,016	0,000	0,000*	0,984	0,984 - 0,985
Medeni Durum(2)	-0,255	0,008	0,000*	0,775	0,762 - 0,788
Medeni Durum(3)	-0,266	0,123	0,030*	0,767	0,603 - 0,975
Medeni Durum(4)	-0,107	0,038	0,005*	0,899	0,835 - 0,968
Eğitim Düzeyi(2)	-0,440	0,015	0,000*	0,644	0,625 - 0,663
Eğitim Düzeyi(3)	-0,505	0,013	0,000*	0,604	0,588 - 0,620
Eğitim Düzeyi(4)	-0,989	0,014	0,000*	0,372	0,362 - 0,382
Meslek(2)	-0,512	0,051	0,000*	0,599	0,542 - 0,663
Meslek(3)	-0,309	0,015	0,000*	0,734	0,713 - 0,756
Meslek(4)	-0,770	0,023	0,000*	0,463	0,443 - 0,484
Meslek(5)	-0,816	0,023	0,000*	0,442	0,423 - 0,462
Meslek(6)	-0,171	0,014	0,000*	0,843	0,820 - 0,866
Ödeme Periyodu(2)	-0,475	0,023	0,000*	0,622	0,595 - 0,651
Ödeme Periyodu(3)	-0,749	0,054	0,000*	0,473	0,425 - 0,525
Ödeme Periyodu(4)	-0,166	0,027	0,000*	0,847	0,803 - 0,893
Ödeme Aracı(2)	-0,280	0,014	0,000*	0,756	0,736 - 0,777
Ödeme Aracı(3)	0,083	0,010	0,000*	1,086	1,064 - 1,109
Ödeme Aracı(4)	-0,463	0,025	0,000*	0,629	0,600 - 0,660
Para Birimi(2)	0,503	0,014	0,000*	1,654	1,610 - 1,699
Para Birimi(3)	0,545	0,033	0,000*	1,725	1,617 - 1,840
İl(2)	-0,025	0,013	0,064	0,975	0,950 - 1,001
İl(3)	-0,047	0,014	0,001*	0,954	0,928 - 0,981
İl(4)	-0,197	0,019	0,000*	0,821	0,791 - 0,852
İl(5)	0,059	0,018	0,001*	1,061	1,023 - 1,099
İl(6)	-1,916	1,069	0,000*	0,147	1,101 - 1,196
İl(7)	-0,034	0,023	0,143	0,967	0,923 - 1,012
İl(8)	-0,226	0,029	0,000*	0,798	0,754 - 0,844
İl(9)	-0,106	0,009	0,000*	0,899	0,883 - 0,916
Cinsiyetxlog(t)	-0,044	0,003	0,000*	0,957	0,952 - 0,962
Yaşxlog(t)	0,002	0,000	0,000*	1,002	1,002 - 1,002
Medeni Durum(2)xlog(t)	0,072	0,003	0,000*	1,075	1,069 - 1,081
Medeni Durum(3)xlog(t)	0,139	0,041	0,001*	1,150	1,061 - 1,246
Medeni Durum(4)xlog(t)	0,089	0,013	0,000*	1,093	1,066 - 1,120

Çizelge 5.5.  $g(t)=\log(t)$  için genişletilmiş Cox regresyon çözümlemesinin sonuçları (devam)

Değişken düzeyi	$\beta$	Std. Hata	P	$\exp(\beta)$	$\exp(\beta)$ için Alt sınır-Üst Sınır
Eğitim Düzeyi(2)xlog(t)	0,285	0,005	0,000*	1,330	1,316 - 1,343
Eğitim Düzeyi(3)xlog(t)	0,305	0,005	0,000*	1,357	1,344 - 1,370
Eğitim Düzeyi(4)xlog(t)	0,365	0,005	0,000*	1,441	1,427 - 1,455
Meslek(2)xlog(t)	0,065	0,016	0,000*	1,068	1,034 - 1,102
Meslek(3)xlog(t)	0,057	0,005	0,000*	1,059	1,048 - 1,069
Meslek(4)xlog(t)	0,147	0,007	0,000*	1,158	1,142 - 1,175
Meslek(5)xlog(t)	0,166	0,007	0,000*	1,181	1,164 - 1,198
Meslek(6)xlog(t)	0,015	0,005	0,002*	1,015	1,006 - 1,025
Ödeme Periyodu(2)xlog(t)	0,131	0,007	0,000*	1,140	1,125 - 1,156
Ödeme Periyodu(3)xlog(t)	0,176	0,016	0,000*	1,192	1,155 - 1,231
Ödeme Periyodu(4)xlog(t)	0,018	0,009	0,043*	1,018	1,001 - 1,035
Ödeme Aracı(2)xlog(t)	-0,024	0,005	0,000*	0,977	0,968 - 0,985
Ödeme Aracı(3)xlog(t)	-0,038	0,004	0,000*	0,962	0,956 - 0,969
Ödeme Aracı(4)xlog(t)	0,041	0,007	0,000*	1,042	1,027 - 1,057
Para Birimi(2)xlog(t)	-0,085	0,004	0,000*	0,918	0,910 - 0,926
Para Birimi(3)xlog(t)	-0,063	0,010	0,000*	0,939	0,920 - 0,958
İl(2)xlog(t)	0,012	0,004	0,005*	1,012	1,004 - 1,021
İl(3)xlog(t)	0,019	0,005	0,000*	1,019	1,010 - 1,028
İl(4)xlog(t)	0,069	0,006	0,000*	1,071	1,058 - 1,084
İl(5)xlog(t)	0,022	0,006	0,000*	1,022	1,010 - 1,034
İl(6)xlog(t)	-0,004	0,007	0,600	0,996	0,983 - 1,010
İl(7)xlog(t)	0,035	0,008	0,000*	1,036	1,020 - 1,051
İl(8)xlog(t)	0,048	0,009	0,000*	1,049	1,030 - 1,069
İl(9)xlog(t)	0,043	0,003	0,000*	1,044	1,038 - 1,051

\* $p < 0,05$

$g(t)=t$  biçiminde seçilen genişletilmiş Cox regresyon modeline ait sonuçlar Çizelge 5.6.'da verilmiştir. Çizelge 5.6. incelendiğinde tüm değişkenlerin bireysel emeklilik sisteminin süresini etkileyen faktörler olduğunu %95 güven düzeyinde söylenebilir.

Herbir t için riskler yorumlanabilir. Örneğin  $t=24$  ay için,

Erkeklerin sistemden kalma süresi kadınlardan  $\exp(0,352-0,005 \times 24)=1,26$  kat daha fazladır.



Bekar kişilerin sistemden ayrılma riski evli olanlara göre 1,066 kat daha fazladır. Dulların sistemden ayrılma riski bekarlara göre 1,129 kat, boşanmışların riski ise bekarlara göre 1,152 kat daha fazladır.

Okuryazar ve ilköğretim mezunlarının sistemden ayrılma riski okuryazar olmayanlara göre 1,398 kat, Ortaöğretim, meslek yüksek okulu ve önlisans kurumlarından mezun olanların riski okuryazar olmayanlara göre 1,404 kat, üniversite ve lisansüstü mezunlarının riski ise okuryazar olmayanlara göre 1,011 kat daha fazladır.

Memurların sistemden ayrılma riski diğer tüm meslek düzeylerine göre daha fazladır. Memurların sistemden ayrılma riski emekli olanlara göre 1,404 kat, M3 (Çizelge 5.1.) düzeyinde olanlara göre 1,157 kat, M4 (Çizelge 5.1.) düzeyinde olanlara göre 1,422 kat, ev hanımı, öğrenci ve işsiz olanlara göre 1,441 kat ve diğer meslek grubunda olanlardan ise 1,138 kat daha fazladır.

Aylık ödeme yapanların sistemden ayrılma riski, üç aylık ödeme yapanlardan 1,106 kat, altı aylık ödeme yapanlardan 1,3 kat ve yıllık ödeme yapanlardan ise 1,116 kat daha fazladır.

Kredi kartı ile işlem yapanların sistemden ayrılma riski havale ile işlem yapanlara göre 1,401 kat, otomatik talimatlı ödeme yapanlara göre 1,018 kat ve nakit işlem yapanlara göre ise 1,441 kat daha fazladır.

Dolar ile işlem yapanların sistemden ayrılma riski Türk lirası ile işlem yapanlara göre 1,326 kat, euro ile işlem yapanların riski ise Türk lirasını kullananlara göre 1,461 kat daha fazladır.

Bursa'dan katılanların sistemden ayrılma riski İstanbul'dan katılanlara göre 1,131 kat, Adana'dan katılanların sistemden ayrılma riski İstanbul'dan katılanlara göre 1,139 kat ve diğer illerden katılanların riski ise İstanbul'dan katılanlara göre 1,016 daha fazladır. İstanbul'dan sisteme katılanların sistemden ayrılma riski Mersin'den katılanlara göre 1,101 kat daha fazladır.

Çizelge 5.6. g(t)=t için genişletilmiş Cox regresyon çözümlemesinin sonuçları

Değişken düzeyi	$\beta$	Std. Hata	p	exp( $\beta$ )	exp( $\beta$ ) için Alt sınır-Üst Sınır
Cinsiyet	0,352	0,005	0,000*	1,422	1,408 - 1,437
Yaş	-0,015	0,000	0,000*	0,985	0,985 - 0,986
Medeni Durum(2)	-0,184	0,005	0,000*	0,832	0,823 - 0,840
Medeni Durum(3)	0,026	0,071	0,717	1,026	0,892 - 1,180
Medeni Durum(4)	0,094	0,023	0,000*	1,098	1,050 - 1,149
Eğitim Düzeyi(2)	-0,001	0,011	0,937	0,999	0,978 - 1,021
Eğitim Düzeyi(3)	-0,045	0,010	0,000*	0,956	0,937 - 0,976
Eğitim Düzeyi(4)	-0,469	0,011	0,000*	0,626	0,613 - 0,639
Meslek(2)	-0,508	0,030	0,000*	0,602	0,568 - 0,638
Meslek(3)	-0,266	0,009	0,000*	0,766	0,752 - 0,781
Meslek(4)	-0,569	0,013	0,000*	0,566	0,552 - 0,581
Meslek(5)	-0,606	0,013	0,000*	0,546	0,532 - 0,560
Meslek(6)	-0,177	0,009	0,000*	0,838	0,823 - 0,852
Ödeme Periyodu(2)	-0,269	0,012	0,000*	0,764	0,746 - 0,782
Ödeme Periyodu(3)	-0,431	0,027	0,000*	0,650	0,616 - 0,686
Ödeme Periyodu(4)	-0,062	0,016	0,000*	0,940	0,911 - 0,969
Ödeme Aracı(2)	-0,265	0,008	0,000*	0,767	0,755 - 0,780
Ödeme Aracı(3)	0,102	0,007	0,000*	1,108	1,094 - 1,122
Ödeme Aracı(4)	-0,462	0,014	0,000*	0,630	0,614 - 0,647
Para Birimi(2)	0,402	0,008	0,000*	1,495	1,471 - 1,519
Para Birimi(3)	0,451	0,019	0,000*	1,570	1,512 - 1,630
İl(2)	-0,006	0,008	0,482	0,994	0,979 - 1,010
İl(3)	-0,024	0,009	0,006*	0,976	0,960 - 0,993
İl(4)	-0,104	0,011	0,000*	0,902	0,882 - 0,922
İl(5)	0,123	0,011	0,000*	1,131	1,107 - 1,155
İl(6)	0,130	0,013	0,000*	1,139	1,110 - 1,168
İl(7)	0,011	0,014	0,444	1,011	0,983 - 1,039
İl(8)	-0,168	0,017	0,000*	0,846	0,818 - 0,874
İl(9)	-0,056	0,006	0,000*	0,946	0,935 - 0,956
Cinsiyetxt	-0,005	0,000	0,000*	0,995	0,995 - 0,995
Yaşxt	0,000	0,000	0,000*	1,000	-
Medeni Durum(2)xt	0,005	0,000	0,000*	1,005	1,005 - 1,006
Medeni Durum(3)xt	0,004	0,002	0,094	1,004	0,999 - 1,009
Medeni Durum(4)xt	0,002	0,001	0,039*	1,002	1,000 - 1,003

Çizelge 5.6. g(t)=t için genişletilmiş Cox regresyon çözümlemesinin sonuçları (devam)

Değişken düzeyi	$\beta$	Std. Hata	P	exp( $\beta$ )	exp( $\beta$ ) için Alt sınır-Üst Sınır
Eğitim Düzeyi(2)xt	0,014	0,000	0,000*	1,015	1,014 - 1,015
Eğitim Düzeyi(3)xt	0,016	0,000	0,000*	1,016	1,015 - 1,017
Eğitim Düzeyi(4)xt	0,020	0,000	0,000*	1,021	1,020 - 1,021
Meslek(2)xt	0,007	0,001	0,000*	1,007	1,005 - 1,009
Meslek(3)xt	0,005	0,000	0,000*	1,005	1,004 - 1,006
Meslek(4)xt	0,009	0,000	0,000*	1,009	1,008 - 1,010
Meslek(5)xt	0,010	0,000	0,000*	1,010	1,009 - 1,011
Meslek(6)xt	0,002	0,000	0,000*	1,002	1,001 - 1,003
Ödeme Periyodu(2)xt	0,007	0,000	0,000*	1,007	1,006 - 1,007
Ödeme Periyodu(3)xt	0,007	0,001	0,000*	1,007	1,006 - 1,009
Ödeme Periyodu(4)xt	-0,002	0,000	0,000*	0,998	0,997 - 0,999
Ödeme Aracı(2)xt	-0,003	0,000	0,000*	0,997	0,996 - 0,997
Ödeme Aracı(3)xt	-0,005	0,000	0,000*	0,995	0,994 - 0,995
Ödeme Aracı(4)xt	0,004	0,000	0,000*	1,004	1,003 - 1,005
Para Birimi(2)xt	-0,005	0,000	0,000*	0,995	0,994 - 0,995
Para Birimi(3)xt	-0,003	0,001	0,000*	0,997	0,996 - 0,998
İl(2)xt	0,001	0,000	0,011*	1,001	1,000 - 1,001
İl(3)xt	0,001	0,000	0,000*	1,001	1,001 - 1,002
İl(4)xt	0,004	0,000	0,000*	1,004	1,003 - 1,005
İl(5)xt	0,000	0,000	0,875	1,000	0,999 - 1,001
İl(6)xt	0,000	0,000	0,825	1,000	0,999 - 1,001
İl(7)xt	0,002	0,000	0,000*	1,002	1,001 - 1,003
İl(8)xt	0,003	0,001	0,000*	1,003	1,002 - 1,004
İl(9)xt	0,003	0,000	0,000*	1,003	1,003 - 1,003

\*p<0,05

#### 5.4.2. Parametrik Regresyon Modellerine İlişkin Çözümler

Orantısız tehlikelerin olması durumunda önerilen bir başka yaklaşım parametrik regresyon modelleridir. Bu çalışmada kullanılan parametrik regresyon modelleri; yaşam süresi T'nin logaritması ile açıklayıcı değişkenlerin etkilerinin doğrusal olduğunu varsayan AFT modelleridir. exp( $\beta$ ) değeri önemli bulunan düzeyin, referans kategorisine göre kaç kat daha fazla süre sistemde kaldığını göstermektedir. Eşitlik (4.14) dikkate alınarak bu modellere ilişkin çözümleme sonuçları Çizelge 5.7.- Çizelge 5.11.'de verilmiştir.

Çizelge 5.7. Üstel AFT modeli sonuçları

Değişken düzeyi	$\beta$	Std. Hata	P	exp( $\beta$ )	exp( $\beta$ ) için Alt sınır-Üst Sınır
Cinsiyet(2)	-0,224	0,003	0,000*	0,799	0,795 - 0,804
Yaş	0,010	0,000	0,000*	1,010	1,010 - 1,010
Medeni Durum(2)	0,052	0,003	0,000*	1,053	1,047 - 1,060
Medeni Durum(3)	-0,107	0,043	0,013*	0,899	0,826 - 0,978
Medeni Durum(4)	-0,133	0,014	0,000*	0,875	0,852 - 0,900
Eğitim Düzeyi(2)	-0,301	0,006	0,000*	0,740	0,731 - 0,749
Eğitim Düzeyi(3)	-0,292	0,006	0,000*	0,747	0,738 - 0,756
Eğitim Düzeyi(4)	0,024	0,006	0,000*	1,024	1,012 - 1,036
Meslek(2)	0,321	0,017	0,000*	1,379	1,333 - 1,425
Meslek(3)	0,149	0,006	0,000*	1,161	1,147 - 1,174
Meslek(4)	0,334	0,007	0,000*	1,397	1,378 - 1,416
Meslek(5)	0,335	0,008	0,000*	1,398	1,376 - 1,420
Meslek(6)	0,134	0,005	0,000*	1,143	1,132 - 1,155
Ödeme Periyodu(2)	0,071	0,007	0,000*	1,074	1,059 - 1,088
Ödeme Periyodu(3)	0,208	0,015	0,000*	1,231	1,196 - 1,268
Ödeme Periyodu(4)	0,122	0,009	0,000*	1,130	1,110 - 1,150
Ödeme Aracı(2)	0,355	0,005	0,000*	1,426	1,412 - 1,440
Ödeme Aracı(3)	0,031	0,004	0,000*	1,031	1,023 - 1,040
Ödeme Aracı(4)	0,345	0,007	0,000*	1,412	1,393 - 1,431
Para Birimi(2)	-0,235	0,005	0,000*	0,791	0,783 - 0,798
Para Birimi(3)	-0,325	0,011	0,000*	0,723	0,707 - 0,738
İl(2)	-0,012	0,005	0,014*	0,988	0,978 - 0,998
İl(3)	-0,006	0,005	0,251	0,994	0,984 - 1,004
İl(4)	0,000	0,007	0,968	1,000	0,986 - 1,014
İl(5)	-0,120	0,007	0,000*	0,887	0,875 - 0,899
İl(6)	-0,126	0,008	0,000*	0,882	0,868 - 0,896
İl(7)	-0,066	0,008	0,000*	0,936	0,922 - 0,951
İl(8)	0,090	0,010	0,000*	1,094	1,073 - 1,116
İl(9)	-0,020	0,003	0,000*	0,980	0,974 - 0,986

\*p<0,05

Çizelge 5.8. Weibull AFT modeli sonuçları

Değişken düzeyi	$\beta$	Std. Hata	P	exp( $\beta$ )	exp( $\beta$ ) için Alt sınır-Üst Sınır
Cinsiyet	-0,217	0,003	0,000*	0,800	0,800 - 0,810
Yaş	0,010	0,000	0,000*	1,010	1,010 - 1,010
Medeni Durum(2)	0,049	0,003	0,000*	1,050	1,044 - 1,056
Medeni Durum(3)	-0,119	0,041	0,004*	0,801	0,819 - 0,962
Medeni Durum(4)	-0,139	0,013	0,000*	0,801	0,848 - 0,893
Eğitim Düzeyi(2)	-0,284	0,006	0,000*	0,753	0,744 - 0,762
Eğitim Düzeyi(3)	-0,276	0,006	0,000*	0,759	0,750 - 0,768
Eğitim Düzeyi(4)	0,026	0,006	0,000*	1,026	1,014 - 1,038
Meslek(2)	0,309	0,016	0,000*	1,362	1,320 - 1,405
Meslek(3)	0,149	0,005	0,000*	1,161	1,149 - 1,172
Meslek(4)	0,327	0,007	0,000*	1,387	1,368 - 1,406
Meslek(5)	0,325	0,007	0,000*	1,384	1,365 - 1,403
Meslek(6)	0,136	0,005	0,000*	1,146	1,135 - 1,157
Ödeme Periyodu(2)	0,075	0,006	0,000*	1,078	1,065 - 1,091
Ödeme Periyodu(3)	0,202	0,014	0,000*	1,224	1,191 - 1,258
Ödeme Periyodu(4)	0,112	0,009	0,000*	1,119	1,099 - 1,138
Ödeme Aracı(2)	0,340	0,005	0,000*	1,405	1,391 - 1,419
Ödeme Aracı(3)	0,027	0,004	0,000*	1,027	1,019 - 1,035
Ödeme Aracı(4)	0,340	0,007	0,000*	1,405	1,386 - 1,424
Para Birimi(2)	-0,212	0,005	0,000*	0,800	0,801 - 0,817
Para Birimi(3)	-0,297	0,011	0,000*	0,743	0,727 - 0,759
İl(2)	-0,011	0,005	0,013*	0,989	0,979 - 0,999
İl(3)	-0,006	0,005	0,242	0,994	0,984 - 1,004
İl(4)	-0,001	0,006	0,874	0,999	0,987 - 1,011
İl(5)	-0,115	0,006	0,000*	0,801	0,881 - 0,902
İl(6)	-0,121	0,007	0,000*	0,801	0,874 - 0,898
İl(7)	-0,065	0,008	0,000*	0,937	0,922 - 0,952
İl(8)	0,085	0,010	0,000*	1,089	1,068 - 1,110
İl(9)	-0,020	0,003	0,000*	0,980	0,974 - 0,986

\*p<0,05

Çizelge 5.9. Log-normal AFT sonuçları

Değişken düzeyi	$\beta$	Std. Hata	P	$\exp(\beta)$	$\exp(\beta)$ için Alt sınır-Üst Sınır
Cinsiyet	-0,245	0,003	0,000*	0,783	0,778 - 0,787
Yaş	0,011	0,000	0,000*	1,011	1,011 - 1,011
Medeni Durum(2)	0,093	0,003	0,000*	1,097	1,091 - 1,104
Medeni Durum(3)	-0,025	0,048	0,596	0,975	0,888 - 1,072
Medeni Durum(4)	-0,077	0,016	0,000*	0,926	0,897 - 0,955
Eğitim Düzeyi(2)	-0,217	0,007	0,000*	0,805	0,794 - 0,816
Eğitim Düzeyi(3)	-0,200	0,006	0,000*	0,819	0,809 - 0,828
Eğitim Düzeyi(4)	0,158	0,006	0,000*	1,171	1,157 - 1,185
Meslek(2)	0,333	0,018	0,000*	1,395	1,347 - 1,445
Meslek(3)	0,155	0,006	0,000*	1,168	1,154 - 1,181
Meslek(4)	0,371	0,008	0,000*	1,449	1,427 - 1,472
Meslek(5)	0,383	0,008	0,000*	1,467	1,444 - 1,490
Meslek(6)	0,118	0,006	0,000*	1,125	1,112 - 1,139
Ödeme Periyodu(2)	0,110	0,008	0,000*	1,116	1,099 - 1,134
Ödeme Periyodu(3)	0,277	0,017	0,000*	1,319	1,276 - 1,364
Ödeme Periyodu(4)	0,139	0,010	0,000*	1,149	1,127 - 1,172
Ödeme Aracı(2)	0,357	0,005	0,000*	1,429	1,415 - 1,443
Ödeme Aracı(3)	0,017	0,005	0,000*	1,017	1,007 - 1,027
Ödeme Aracı(4)	0,333	0,008	0,000*	1,395	1,373 - 1,417
Para Birimi(2)	-0,355	0,006	0,000*	0,701	0,693 - 0,709
Para Birimi(3)	-0,459	0,015	0,000*	0,632	0,614 - 0,651
İl(2)	-0,008	0,005	0,156	0,992	0,982 - 1,002
İl(3)	-0,004	0,006	0,540	0,996	0,984 - 1,008
İl(4)	0,025	0,008	0,001*	1,025	1,009 - 1,042
İl(5)	-0,116	0,008	0,000*	0,890	0,877 - 0,905
İl(6)	-0,142	0,009	0,000*	0,868	0,852 - 0,883
İl(7)	-0,052	0,009	0,000*	0,949	0,933 - 0,966
İl(8)	0,112	0,011	0,000*	1,119	1,095 - 1,143
İl(9)	-0,007	0,004	0,051	0,993	0,985 - 1,001

\*p<0,05

Çizelge 5.10. Log-lojistik AFT modeli sonuçları

Değişken düzeyi	$\beta$	Std. Hata	P	exp( $\beta$ )	exp( $\beta$ ) için Alt sınır-Üst Sınır
Cinsiyet	-0,237	0,003	0,000*	0,789	0,784 - 0,794
Yaş	0,011	0,000	0,000*	1,011	1,011 - 1,011
Medeni Durum(2)	0,072	0,003	0,000*	1,075	1,068 - 1,081
Medeni Durum(3)	-0,096	0,043	0,025*	0,908	0,835 - 0,988
Medeni Durum(4)	-0,127	0,014	0,000*	0,881	0,857 - 0,905
Eğitim Düzeyi(2)	-0,287	0,006	0,000*	0,751	0,742 - 0,759
Eğitim Düzeyi(3)	-0,274	0,006	0,000*	0,760	0,751 - 0,769
Eğitim Düzeyi(4)	0,052	0,006	0,000*	1,053	1,041 - 1,066
Meslek(2)	0,319	0,016	0,000*	1,376	1,333 - 1,420
Meslek(3)	0,154	0,006	0,000*	1,166	1,153 - 1,180
Meslek(4)	0,342	0,007	0,000*	1,408	1,389 - 1,427
Meslek(5)	0,347	0,008	0,000*	1,415	1,393 - 1,437
Meslek(6)	0,131	0,005	0,000*	1,140	1,129 - 1,151
Ödeme Periyodu(2)	0,094	0,007	0,000*	1,099	1,084 - 1,114
Ödeme Periyodu(3)	0,230	0,015	0,000*	1,259	1,222 - 1,296
Ödeme Periyodu(4)	0,111	0,009	0,000*	1,117	1,098 - 1,137
Ödeme Aracı(2)	0,333	0,005	0,000*	1,395	1,382 - 1,409
Ödeme Aracı(3)	0,009	0,004	0,026*	1,009	1,001 - 1,017
Ödeme Aracı(4)	0,333	0,007	0,000*	1,395	1,376 - 1,414
Para Birimi(2)	-0,287	0,005	0,000*	0,751	0,743 - 0,758
Para Birimi(3)	-0,379	0,012	0,000*	0,685	0,669 - 0,701
İl(2)	-0,011	0,005	0,022*	0,989	0,979 - 0,999
İl(3)	-0,006	0,005	0,221	0,994	0,984 - 1,004
İl(4)	0,010	0,007	0,148	1,010	0,996 - 1,024
İl(5)	-0,121	0,007	0,000*	0,886	0,874 - 0,898
İl(6)	-0,133	0,008	0,000*	0,875	0,862 - 0,889
İl(7)	-0,058	0,008	0,000*	0,944	0,929 - 0,959
İl(8)	0,095	0,010	0,000*	1,100	1,078 - 1,121
İl(9)	-0,013	0,003	0,000*	0,987	0,981 - 0,993

\*p<0,05

Çizelge 5.11. Gamma AFT modeli sonuçları

Değişken düzeyi	$\beta$	Std. Hata	P	exp( $\beta$ )	exp( $\beta$ ) için Alt sınır-Üst Sınır
Cinsiyet	-0,227	0,003	0,000*	0,797	0,792 - 0,802
Yaş	0,011	0,000	0,000*	1,011	1,011 - 1,011
Medeni Durum(2)	0,060	0,003	0,000*	1,062	1,056 - 1,068
Medeni Durum(3)	-0,103	0,042	0,015*	0,902	0,831 - 0,980
Medeni Durum(4)	-0,129	0,014	0,000*	0,879	0,855 - 0,903
Eğitim Düzeyi(2)	-0,282	0,006	0,000*	0,754	0,745 - 0,763
Eğitim Düzeyi(3)	-0,271	0,006	0,000*	0,763	0,754 - 0,772
Eğitim Düzeyi(4)	0,046	0,006	0,000*	1,047	1,035 - 1,059
Meslek(2)	0,317	0,016	0,000*	1,373	1,331 - 1,417
Meslek(3)	0,152	0,006	0,000*	1,164	1,151 - 1,178
Meslek(4)	0,338	0,007	0,000*	1,402	1,383 - 1,422
Meslek(5)	0,339	0,008	0,000*	1,404	1,382 - 1,426
Meslek(6)	0,133	0,005	0,000*	1,142	1,131 - 1,153
Ödeme Periyodu(2)	0,083	0,007	0,000*	1,087	1,072 - 1,102
Ödeme Periyodu(3)	0,218	0,015	0,000*	1,244	1,208 - 1,281
Ödeme Periyodu(4)	0,115	0,009	0,000*	1,122	1,102 - 1,142
Ödeme Aracı(2)	0,341	0,005	0,000*	1,406	1,393 - 1,420
Ödeme Aracı(3)	0,021	0,004	0,000*	1,021	1,013 - 1,029
Ödeme Aracı(4)	0,339	0,007	0,000*	1,404	1,384 - 1,423
Para Birimi(2)	-0,248	0,005	0,000*	0,780	0,773 - 0,788
Para Birimi(3)	-0,341	0,011	0,000*	0,711	0,696 - 0,727
İl(2)	-0,011	0,005	0,021*	0,989	0,979 - 0,999
İl(3)	-0,005	0,005	0,291	0,995	0,985 - 1,005
İl(4)	0,005	0,007	0,488	1,005	0,991 - 1,019
İl(5)	-0,118	0,007	0,000*	0,889	0,877 - 0,901
İl(6)	-0,128	0,008	0,000*	0,880	0,866 - 0,894
İl(7)	-0,063	0,008	0,000*	0,939	0,924 - 0,954
İl(8)	0,091	0,010	0,000*	1,095	1,074 - 1,117
İl(9)	-0,017	0,003	0,000*	0,983	0,977 - 0,989

\*p<0,05



### 5.5. Modellerin Karşılaştırılması

Yapılan çalışma kapsamında verilere; Cox regresyon, genişletilmiş Cox regresyon ve parametrik regresyon modelleri uygulanmıştır. Bu modellere ilişkin Akakike bilgi kriteri (AIC) ve Bayesci bilgi kriteri (BIC) değerleri elde edilmiştir. En küçük AIC ya da BIC değerine sahip model, veri seti için en uygun model olmaktadır. Model seçimi için elde edilen sonuçlar Çizelge 5.12.'de verilmiştir.

Çizelge 5.12. Bireysel emeklilik verileri için model seçim kriterleri

Modeller	AIC	BIC
Cox regresyon modeli	16209472,40	16209579,81
<b>Genişletilmiş Cox regresyon modeli</b>		
g(t)=t	16198584,60	16198605,01
g(t)=logt	16200093,60	16200114,01
<b>Parametrik regresyon modelleri</b>		
Üstel	3343117,80	3343258,92
Weibull	3341063,60	3341209,42
Log-normal	3371295,60	3371441,42
Log-lojistik	3331887,40	3332033,22
Gamma	3337396,60	3337547,13

Çizelge 5.12. incelendiğinde yaşam süresinin dağılımı ile ilgili bir bilginin olmaması halinde orantısız tehlikeler için genişletilmiş Cox regresyon modelinin Cox regresyon modeline göre daha uygun olduğu görülmüştür. Genişletilmiş Cox regresyon modeli için zaman fonksiyonu g(t)'nin g(t)=t biçiminde alınması, g(t)=logt biçiminde alınmasına göre daha iyi sonuçlar vermektedir.

Çizelge 5.12.'ye göre açıklayıcı değişkenlerin yaşam süresi üzerindeki etkilerini direkt açıklayan ve parametrik regresyon modelleri olan AFT modelleri için AIC değerlerinin daha küçük olduğu söylenebilmektedir. Parametrik regresyon modelleri içerisinde bireysel emeklilik verisi için en uygun modelin log-lojistik regresyon modeli olduğu görülmektedir. Log-lojistik regresyon modeline ait sonuçlar Çizelge 5.10.'da verilmiştir.

Log-lojistik regresyon çözümlemesi sonuçlarına göre;

Tüm değişkenlerin bireysel emeklilik sisteminin süresini etkileyen faktörler olduğu %95 güven düzeyinde söylenebilir.

Kadınlar erkeklere göre 1,267 kat daha fazla süre sistemde kalmaktadır.

Yaş artıkça sistemde kalma süresi artmaktadır.

Evli olanların sistemde kalma süresi, bekarlara göre 1,075 kat daha fazladır. Bekarların sistemde kalma süresi dullara göre 1,101 kat, boşanmışlara göre ise 1,135 kat daha fazladır.

Okuryazar olmayanlar okuryazar ve ilköğretim mezunu olan kişilere göre sistemde 1,331 kat daha fazla süre kalmaktadır. Okuryazar olmayanların sistemde kalma süresi ortaöğretim, meslek yüksek okulu ve önlisans kurumlarından mezun olanlardan 1,316 kat daha fazladır. Üniversite, yüksek lisans ve doktora mezunlarının sistemde kalma süresinin ise okuryazar olmayanlara göre 1,053 kat daha fazla olduğu görülmektedir.

Memurların sistemden ayrılma süresi diğer tüm meslek düzeylerine göre daha kısadır. Memurlara göre, emekli olanların sistemde kalma süresi 1,376 kat, M3 (Çizelge 5.1.) düzeyinde olanların 1,166 kat, M4 (Çizelge 5.1.) düzeyinde olanların 1,408 kat, ev hanımı, öğrenci ve işsiz olanların 1,415 kat ve diğer meslek grubunda olanların ise 1,140 kat daha fazladır.

Üç aylık ödeme yapanların sistemde kalma süresi aylık ödeme yapanlara göre 1,099 kat, altı aylık ödeme yapanların sistemde kalma süresi aylık ödeme yapanlara göre 1,259 kat ve yıllık ödeme yapanların sistemde kalma süresi ise aylık ödeme yapanlara göre 1,117 kat daha fazladır.

Havale ve nakit ödeme yapanların sistemde kalma süresi kredi kartı kullanarak ödeme yapanlara göre 1,395 kat daha fazladır.

Bireysel emeklilik işlemlerinde Türk lirası kullananların, dolar ile işlem yapanlara göre 1,332 kat ve euro ile işlem yapanlara göre ise 1,460 kat daha uzun süre sistemde kaldığı söylenebilir.

Ankara, Bursa, Adana, Kocaeli ve diğer illerden katılanların sistemde kalma süresi İstanbul'dan daha kısadır. Ankara'dan sisteme katılanların sistemde kalma süresi İstanbul'dan katılanlara göre 1,011 kat daha kısadır. Mersin'den sisteme katılanlar İstanbul'dan katılanlara göre 1,1 kat daha fazla süre sistemde kalmaktadır.

Tehlike fonksiyonunda gözlemlenemeyen faktörlerden açığa çıkan bireysel farklılıkların orantısız tehlikelere neden olabileceği düşünülerek zayıflık modeli bireysel emeklilik verisi için kullanılabilir. Log-lojistik regresyon modeli en uygun model olduğundan zayıflık terimi için gamma dağılımı kullanılarak log-lojistik zayıflık modeli elde edilmiş ve sonuçlar Çizelge 5.13'te verilmiştir.

Çizelge 5.13. Log-lojistik zayıflık modeli sonuçları

Değişken düzeyi	B	Std. Hata	P	exp( $\beta$ )	exp( $\beta$ ) için Alt sınır-Üst Sınır
Cinsiyet	-0,240	0,003	0,000*	0,786	0,782 - 0,791
Yaş	0,011	0,000	0,000*	1,011	1,011 - 1,011
Medeni Durum(2)	0,076	0,003	0,000*	1,079	1,073 - 1,086
Medeni Durum(3)	-0,091	0,043	0,034*	0,913	0,839 - 0,993
Medeni Durum(4)	-0,124	0,014	0,000*	0,883	0,859 - 0,908
Eğitim Düzeyi(2)	-0,284	0,006	0,000*	0,753	0,743 - 0,762
Eğitim Düzeyi(3)	-0,271	0,006	0,000*	0,763	0,754 - 0,772
Eğitim Düzeyi(4)	0,058	0,006	0,000*	1,060	1,048 - 1,072
Meslek(2)	0,320	0,016	0,000*	1,377	1,334 - 1,422
Meslek(3)	0,155	0,006	0,000*	1,168	1,155 - 1,181
Meslek(4)	0,344	0,007	0,000*	1,410	1,390 - 1,430
Meslek(5)	0,351	0,008	0,000*	1,420	1,399 - 1,441
Meslek(6)	0,129	0,005	0,000*	1,138	1,126 - 1,150
Ödeme Periyodu(2)	0,099	0,007	0,000*	1,104	1,090 - 1,119
Ödeme Periyodu(3)	0,235	0,015	0,000*	1,265	1,229 - 1,302
Ödeme Periyodu(4)	0,109	0,009	0,000*	1,116	1,096 - 1,136
Ödeme Aracı(2)	0,329	0,005	0,000*	1,390	1,377 - 1,403
Ödeme Aracı(3)	0,004	0,004	0,291	1,004	0,996 - 1,013
Ödeme Aracı(4)	0,329	0,007	0,000*	1,390	1,370 - 1,410
Para Birimi(2)	-0,299	0,005	0,000*	0,742	0,734 - 0,749
Para Birimi(3)	-0,388	0,013	0,000*	0,678	0,661 - 0,695
İl(2)	-0,011	0,005	0,025*	0,989	0,980 - 0,999
İl(3)	-0,006	0,005	0,216	0,994	0,984 - 1,004
İl(4)	0,012	0,007	0,070	1,012	0,999 - 1,026
İl(5)	-0,121	0,007	0,000*	0,886	0,875 - 0,898
İl(6)	-0,135	0,008	0,000*	0,874	0,860 - 0,888
İl(7)	-0,056	0,009	0,000*	0,945	0,930 - 0,961
İl(8)	0,097	0,010	0,000*	1,102	1,081 - 1,124
İl(9)	-0,012	0,010	0,001*	0,988	0,969 - 1,008
<b>theta(<math>\theta</math>) = 0 için olabilirlik oran testi: ki-kare 358,57 p=0,000</b>					

\*p<0,05

Çizelge 5.13. incelendiğinde zayıflık teriminin modele dahil edilip edilmemesine karar vermek için kullanılan olabilirlik oran testi sonucunda  $p=0,000$  bulunmuştur. Buradan zayıflık teriminin model üzerinde etkisi olduğu ve modele dahil edilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Buna göre log-lojistik regresyon modeli yerine log-lojistik zayıflık modelinin kullanılmasının daha uygun olacağı söylenebilmektedir.

En iyi modeli elde edebilmek için log-lojistik regresyon modeline adımsal regresyon yöntemi uygulandığında Çizelge 5.14.'te verilen model elde edilmiştir.

Çizelge 5.14. Adımsal seçim yöntemiyle log-lojistik zayıflık modeli sonuçları

Değişken düzeyi	$\beta$	Std. Hata	P	exp( $\beta$ )	exp( $\beta$ ) için Alt sınır-Üst Sınır
Cinsiyet	-0,240	0,003	0,000*	0,786	0,782 - 0,791
Yaş	0,011	0,000	0,000*	1,011	1,011 - 1,011
Medeni Durum(2)	0,076	0,003	0,000*	1,079	1,073 - 1,086
Medeni Durum(3)	-0,091	0,043	0,035*	0,913	0,839 - 0,994
Medeni Durum(4)	-0,124	0,014	0,000*	0,884	0,860 - 0,909
Eğitim Düzeyi(2)	-0,284	0,006	0,000*	0,753	0,744 - 0,762
Eğitim Düzeyi(3)	-0,270	0,006	0,000*	0,763	0,754 - 0,772
Eğitim Düzeyi(4)	0,058	0,006	0,000*	1,060	1,048 - 1,073
Meslek(2)	0,320	0,016	0,000*	1,377	1,334 - 1,422
Meslek(3)	0,155	0,006	0,000*	1,167	1,154 - 1,181
Meslek(4)	0,344	0,007	0,000*	1,410	1,391 - 1,431
Meslek(5)	0,351	0,008	0,000*	1,420	1,399 - 1,441
Meslek(6)	0,129	0,005	0,000*	1,138	1,126 - 1,150
Ödeme Periyodu(2)	0,099	0,007	0,000*	1,104	1,089 - 1,118
Ödeme Periyodu(3)	0,235	0,015	0,000*	1,265	1,229 - 1,302
Ödeme Periyodu(4)	0,110	0,009	0,000*	1,116	1,096 - 1,137
Ödeme Aracı(2)	0,329	0,005	0,000*	1,389	1,376 - 1,402
Ödeme Aracı(4)	0,328	0,007	0,000*	1,389	1,369 - 1,409
Para Birimi(2)	-0,299	0,005	0,000*	0,742	0,734 - 0,750
Para Birimi(3)	-0,389	0,013	0,000*	0,678	0,661 - 0,695
İl(2)	-0,010	0,005	0,042*	0,990	0,981 - 1,000
İl(4)	0,014	0,007	0,043*	1,014	1,000 - 1,027
İl(5)	-0,119	0,007	0,000*	0,888	0,876 - 0,899
İl(6)	-0,133	0,008	0,000*	0,875	0,862 - 0,889
İl(7)	-0,055	0,008	0,000*	0,947	0,931 - 0,963
İl(8)	0,098	0,010	0,000*	1,103	1,082 - 1,125
İl(9)	-0,010	0,003	0,001*	0,990	0,983 - 0,996
<b>theta(<math>\theta</math>) = 0 için olabilirlik oran testi: ki-kare 362,40 p=0,000</b>					

\* $p < 0,05$

## 6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, sosyal güvenlik sistemi, bireysel emeklilik sistemi hakkında bilgi verilmiş ve yaşam çözümlenmesi ile ilgili kavramlar, fonksiyonlar ve modeller tanıtılmıştır.

Bireysel emeklilik sisteminde kalma süresini etkileyen faktörlerin yaşam çözümlenmesi teknikleri ile incelenmesi için EGM'ye ait gerçek bireysel emeklilik verileri kullanılarak bir uygulama yapılmıştır. 5.057.298 bireysel emeklilik verisinin kullanıldığı uygulamada gözlem süresi 27.10.2003 ve 16.05.2012 tarihleri arası olarak alınmıştır. Bireysel emeklilik sisteminde kalma süresini etkileyen faktörler olduğu düşünülen yaş, cinsiyet, medeni durum, eğitim düzeyi, ödeme periyodu, ödeme aracı, meslek, para birimi ve il değişkenleri çözümlenmeye alınmıştır.

Süreyi etkilediği düşünülen faktörlerin incelenmesi için verilere ilk olarak yaşam çözümlenmesinde en yaygın kullanılan Cox regresyon modeli uygulanmıştır. Ancak orantılı tehlikeler varsayımı sağlanmadığından Cox regresyon modelinin veriler için uygun bir model olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Orantısız tehlikeler durumunda kullanılan genişletilmiş Cox regresyon modeli ve parametrik regresyon modellerinden AFT modelleri ile çözümlenmeler yapılmıştır. Elde edilen tüm modeller için yapılan model karşılaştırılması sonucunda veriye en uygun modelin log-logistik regresyon modeli olduğu görülmüştür. Tehlike fonksiyonunda gözlemlenemeyen faktörlerden açığa çıkan bireysel farklılıkların orantısız tehlikelere neden olabileceği düşünülerek log-lojistik model için zayıflık modeli elde edilmiş ve zayıflık teriminin model üzerinde etkili olduğu ve modele dahil edilmesi gerektiği görülmüştür. Bu durumda bireysel emeklilik verisi için log-logistik regresyon modeli yerine log-logistik zayıflık modelinin kullanılması daha uygun olmaktadır. Log-jojistik zayıflık modeline adımsal regresyon yöntemi uygulandığında elde edilen modelin yorumlanmasından,

- kadınların erkeklere göre daha fazla süre sistemde kaldığı,
- yaş artıkça sistemde kalma süresinin arttığı,
- evli olanların bekarlara göre daha uzun süre sistemde kaldığı, bekarların ise dul ve boşanmış olanlara göre daha uzun süre sistemde kaldığı,

- okuryazar olmayanların okuryazar ve ilköğretim mezunlarına, ortaöğretim, meslek yüksek okulu ve önlisans kurumlarından mezun olanlara göre daha uzun süre, üniversite mezunlarına göre ise daha kısa süre sistemde kaldığı,
- memurların sistemde kalma süresinin diğer meslek gruplarına göre daha kısa olduğu,
- katkı paylarını aylık olarak ödeyenlerin altı aylık, üç aylık ve yıllık periyotlarda ödeme yapanlara göre daha kısa süre sistemde kaldığı,
- kredi kartı ile katkı paylarını yatıranların havale ve nakit kullanarak ödeme yapanlara göre daha kısa süre sistemde kaldığı,
- Türk lirası kullananların dolar ve euro ile işlem yapanlara göre daha uzun süre sistemde kaldığı,
- Ankara, Bursa, Adana, Kocaeli ve diğer illerden katılanların sistemde kalma süresinin İstanbul'dan katılanlara göre daha kısa olduğu, Mersin ve Antalya'dan katılanların ise İstanbul'dan katılanlara göre daha uzun süre sistemde kaldığı,

sonuçlarına varılmıştır.

Adımsal regresyon yöntemi ile elde edilen model, bireysel emeklilik sisteminde kalma süresine ilişkin önemli yorumların yapılabilmesini sağlamıştır. Ülkemiz için yeni sayılan bireysel emeklilik sisteminde sürekliliğinin sağlanabilmesi için doğru stratejilerin uygulanması gerekmektedir. Gönüllük esasına dayalı bir sistem olması nedeniyle sisteme olan katılımı artırmak için sistemin sağlıklı ve etkin bir şekilde kamuoyuna duyurulması önemlidir.

Adımsal regresyon yöntemine ilişkin olarak yukarıda açıklanan sonuçlar üzerinden daha sağlıklı yorumların yapılabilmesi için sosyolojik çalışmaların yapılmasına da ihtiyaç duyulmaktadır. Elde edilen sonuçlar dikkatli bir şekilde incelendiğinde, sistemde kalma ile ilgili verilen kararların dikkat çekici olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Örneğin, kadın katılımcıların erkeklere göre daha uzun bir süre sistemde kalması hakkında; kadınların gelecekleri konusunda daha dikkatli düşünmeleri ya da sosyal güvencesi olmayan kadınların sayısının erkeklere oranla fazla olmasının bir sonucu olarak, bireysel emeklilik sistemi ile emekli olma şansına sahip olmaları kadınlar için sistemi daha cazip hale getirebilmektedir.

Memurların diğer meslek gruplarına göre sistemde daha az süre kalmasına ise, memurların kendilerini garanti altında hissetmeleri yani emeklilik dönemlerinde elde edecekleri aylıkların hayatlarını sürdürebilmeleri için yeterli olacağı düşüncesine sahip olmaları şeklinde bir yorum getirilebilir. Elde edilen sonuçlar arasında diğer bir önemli nokta ise okuryazar olmayanların okuryazar ve ilköğretim mezunlarına, ortaöğretim, meslek yüksek okulu ve nlisans kurumlarından mezun olanlara göre daha uzun süre sistemde kalmasıdır. Ülkemiz koşullarında okuryazar olmayanların, çalışma alanlarının az olması ve çalışabilecekleri alanlarda da sosyal güvenliğe ilişkin haklarının sınırlı olması sonucunda, bu kişilerin bireysel emekliliğe daha çok önem verdikleri sonucu çıkarılabilmektedir.

Bireysel emeklilik sisteminde değişken düzeyleri için sistemde kalma süreleri iyi analiz edildiğinde, ayrılmaların en çok olduğu düzeyler için özel çalışmalar yapılarak bu düzeylerde bulunan katılımcıların sistemde daha uzun süre kalması sağlanabilir. Bu konuyla ilgili olarak sistemin daha çekici bir hale gelmesine yönelik gerekiyorsa yasal çalışmaların da hızlıca yapılması gerekmektedir.

1 Ocak 2013 tarihinde yürürlüğe giren bireysel emeklilik sistemine devlet katkısı ile birlikte sistemde bulunan katılımcı sayısında artış olacağı beklenmektedir. Bu çalışmada yaklaşık on yıllık bireysel emeklilik verileri kullanıldığından, bundan sonraki yıllarıda çalışmaya dahil ederek devlet katkısı öncesi ve devlet katkısı sonrası şeklinde karşılaştırmalar yapılabilir.

Sistemden ıkma nedenleri ayrı başarısızlık sebepleri olarak ele alınıp yarışan riskler çözümlenmesi ile herbir sebebi etkileyen faktörler ayrı ayrı incelenerek çalışma bir adım daha ileri götürülebilir.

## KAYNAKLAR

- [1] Shipman, W.G., Retiring with Dignity: Social Security vs. Private Markets, *Cato Institute Social Security Paper*, No.2, **1995**.
- [2] Edwards, S., *The Chilean Pension Reform: A Pioneering Program*, (ed. :Feldstein, M.), Privatizing Social Security, USA, **1998**.
- [3] Gillion, C., Bonilla, A., Analysis of a national private pension scheme: The case of Chile, *International Labour Review*, Sayı 2, Cilt 131, 171-195, **1992**.
- [4] Borden, K., Dismantling The Pyramid: Why and How Of Privatizing Social Security, *Cato Institute Project on Social Security Privatization*, No.1, **1995**.
- [5] Aydın, U., *Sosyal Güvenlik Sorunlarının Çözümünde Özel Sigortalar*, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları: No.1117 İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Yayınları: No.156, Eskişehir, **1999**.
- [6] Berkson, J., Gage, R.P., Calculation of survival rates for cancer, *Proceedings of the staff meetings of the Mayo clinic*, 25, 270-286, **1950**.
- [7] Kaplan, E.L., Meier, P., Nonparametric estimation from incomplete observations, *Journal of the American Statistical Association*, 53, 457-481, **1958**.
- [8] Mantel, N., Evaluation of survival data and two new rank order statistics arising in its consideration, *Cancer Chemotherapy Report*, 50, 163-170, **1966**.
- [9] Qi, J., *Comparison of Proportional Hazards and Accelerated Failure Time Models*, Master Thesis, Department of Mathematics and Statistics University of Saskatchewan, Saskatoon, **2009**.
- [10] Cox, D.R., Regression models and life-tables, *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 34, 187-220, **1972**.
- [11] Şakar, M., *Sosyal Sigortalar Uygulaması*, 6. Baskı, Beta Basım, İstanbul, **2002**.
- [12] Tunçomağ, K., *Sosyal Güvenlik Kavramı ve Sosyal Sigortalar*, 2.Baskı, İstanbul, **1990**.
- [13] Ayhan, A., Sosyal Güvenlik Kavramı ve Sosyal Güvenlik İlkeleri, *Sosyal Güvenlik Dergisi*, Cilt 1, Sayı 1, 41-55, **2012**.
- [14] Talas, C., *Sosyal Ekonomi*, 3. Baskı, Ankara, **1972**.
- [15] Erol, A., Yıldırım, A.E., *Tüm Yönleriyle Bireysel Emeklilik Sistemi*, 2. Baskı. Yaklaşım Yayınları, **2004**.
- [16] Alper, Y., *Türkiye’de Sosyal Güvenlik Ve Sosyal Sigortalar*, Ekin Kitabevi, Bursa, **2003**.
- [17] Tuncay, A.C., *Sosyal Güvenlik Hukuku Dersleri*, Yenilenmiş 9. Baskı, Beta Basım, İstanbul, **1996**.
- [18] Güzel, A., Okur, A.R., Caniklioğlu, N., *Sosyal Güvenlik Hukuku*, 12. Baskı, Beta Basım, İstanbul, **2009**.



- [19] T.C. Sosyal Güvenlik Kurumu, Tarihçe, <http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/tr/kurumsal/tarihce> (Nisan, 2013).
- [20] Gümüş, E., Türkiye’de Sosyal Güvenlik Sistemi: Mevcut Durum, Sorunlar ve Öneriler, <http://www.setav.org/ups/dosya/44645.pdf> (Nisan, 2013).
- [21] Aydın, A., *Türkiye’de ve Dünya’da Bireysel Emeklilik Sistemi*, Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu, 2008.
- [22] Alper, Y., Sosyal Güvenlik Reformu ve Finansmanla İlgili Beklentiler, *Sosyal Güvenlik Dergisi*, Cilt 1, Sayı 1, 7-47, 2011.
- [23] Ersel, B., IMF ve Dünya Bankası Tarafından Türkiye’ye Önerilen “Sosyal Güvenlik Reform Planı” Üzerinde Kamuoyunda Yapılan Tartışmalar, *Sayıştay Dergisi*, 39, 3-18, 2000.
- [24] Devlet Planlama Teşkilatı, *Sosyal Güvenlik Özel İhtisas Komisyon Raporu*, Ankara, 2007.
- [25] 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu, *Resmi Gazete*, 26200, 31.05.2006.
- [26] TİSK, Sosyal Güvenlik Sistemlerinde Özel Emeklilik Programlarının Yeri ve Gelişimi, <http://tiskweb.com/yayinlar.asp?sbj=ic&id=1132> (Haziran, 2013).
- [27] TSPAKB, Özel Emeklilik Sistemleri, *Sermaye Piyasasında Gündem*, 96, Ağustos, 2010.
- [28] Demirci, A., Şen, A., *Bireysel Emeklilik Sistemi*, Neva Kitabevi, Ankara, 2006.
- [29] Hazine Müsteşarlığı, Tarihçe, <http://www.bireyselemeklilik.gov.tr/tarihce.htm> (Mayıs, 2013).
- [30] Anadolu Hayat Emeklilik, Bireysel Emeklilik, [http://www.anadoluhayat.com.tr/bireysel\\_emeklilik\\_genel.aspx](http://www.anadoluhayat.com.tr/bireysel_emeklilik_genel.aspx) (Nisan, 2013).
- [31] 4632 sayılı Bireysel Emeklilik Tasarruf ve Yatırım Sistemi Kanunu, *Resmi Gazete*, 24366, 28.03.2001.
- [32] TCMB, Bireysel Emeklilik Sistemi ve Finansal İstikrar Açısından Önemi, <http://www.tcmb.gov.tr/yeni/evds/yayin/finist/bolumIV-13.pdf> (Mayıs, 2013).
- [33] Uğur, S., *Özel Emeklilik Türleri ve Bireysel Emeklilik*, *Çimento İşveren Dergisi*, Sayı 4, Cilt 18, 14-25, Temmuz 2004.
- [34] Bireysel Emeklilik Danışma Kurulunun Çalışma Esas ve Usulleri Hakkında Yönetmelik, *Resmi Gazete*, 24569, 31.10.2001.
- [35] Emeklilik Yatırım Fonlarının Kuruluş ve Faaliyetlerine İlişkin Esaslar Hakkında Yönetmelik, *Resmi Gazete*, 28586, 13.03.2013.
- [36] YapıKredi Emeklilik, Bireysel Emeklilik Sistemini Düzenleyen Kuruluşlar, <http://www.ykemeklilik.com/content/bireysel-emeklilik-sistemini-duzenleyen-kuruluslar.aspx> (Mayıs, 2013).
- [37] EGM, Emeklilik Gözetim Merkezi A.Ş., <http://www.egm.org.tr/?sid=13> (Mayıs, 2013).

- [38] Tuncay, C., Pazarlamacılık Sözleşmesi ve Düşündürdükleri, *Çimento İşveren Dergisi*, Sayı 2, Cilt 26, 4-17, Mart **2012**.
- [39] Çolak, M., Ulusal ve Uluslararası Düzeyde Bireysel Emeklilik Sistemlerinde Vergileme Anlayışı ve Öneriler, *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, Cilt 3, Sayı 1, 74-105, İlkbahar **2012**.
- [40] EGM, 6327 sayılı Kanun'la Vergi Uygulamalarında Yapılacak Değişiklikler, <http://www.egm.org.tr/?pid=766> (Mayıs, **2013**).
- [41] Can, Y., Bireysel Emekliliğin Türkiye'deki Durumu ve Gelişimi, *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, Sayı 2, Cilt 2, 139-146, **2010**.
- [42] Sertkaya, D., *Değişim Noktalı Sabit Hazard Modeli*, Bilim Uzmanlığı Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **1996**.
- [43] Allison, P.D., *Survival Analysis Using SAS, A Practical Guide*, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, **1995**.
- [44] Johnson, R.E., Johnson, N., *Survival Models and Data Analysis*, Jhon Willey and Sons, New York, **1980**.
- [45] Cox, D.R., Oakes, D., *Analysis of Survival Data*, Chapman&Hall, New York, **1984**.
- [46] Collet, D., *Modelling Survival Data in Medical Research*, Chapman&Hall, New York, **2003**.
- [47] Lee, E.T., Wang, J.W., *Statistical Methods for Survival Data Analysis*, Wiley, New York, **2003**.
- [48] Klein, J.P., Moeschberger, M.L., *Survival Analysis Techniques for Censored and Truncated Data*, Springer-Verlang, New York, **1997**.
- [49] Lawless, J.F., *Statistical Models and Methods for Lifetime Data Analysis*, Wiley, New York, **1982**.
- [50] Karasoy, D., Cox Regresyon Modeli ve Akciğer Kanseri Verileri ile Bir Uygulama, *İstatistikçiler Dergisi*, 1, 16-22, **2008**.
- [51] Ata, N., *Orantısız Tehlikeler için Yaşam Modelleri*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2010**.
- [52] Mantel, N., Haenszel, W., Statistical aspects of the analysis of data from retrospective studies of disease, *Journal of the National Cancer Institute*, 22, 719-748, **1959**.
- [53] Tarone, R.E., Ware, J., On distribution-free tests for equality of survival distributions, *Biometrika*, 64, 1, 156-160, **1977**.
- [54] Kalbfleisch, J.D., Prentice, R.L., *The Statistical Analysis of Failure Time Data*, Wiley, New York, **1980**.
- [55] Ata, N., Sertkaya, D., Sözer, M.T., Orantılı Tehlikeler Varsayımının İncelenmesinde Kullanılan Yöntemler ve Bir Uygulama, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Müh.Mim.Fak.Dergisi*, C.XX, S.1, **2007**.
- [56] Bulut, V., *Türkiye'de İşsizlik Süresini Etkileyen Faktörlerin Yaşam Çözümlemesi ile İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2011**.

- [57] Therneau, T.M., Grambsch, P.M., *Modelling Survival Data: Extending the Cox Model*, Springer-Verlag, New York, **2000**.
- [58] Schoenfeld, D., Partial residuals for the proportional hazards model, *Biometrika*, 69, 239-241, **1982**.
- [59] Ata, N., Sözer, M.T., Cox Regression Models With Nonproportional Hazards Applied To Lung Cancer Survival Data, *Hacettepe Journal of Mathematical and Statistics*, 36, 2, 157-167, **2007**.
- [60] Sertkaya, D., Ata, N., Sözer, M.T., Yaşam çözümlemesinde zamana bağlı açıklayıcı değişkenli Cox regresyon modeli, *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 58, 153-158, **2005**.
- [61] Pettitt, A.N., Bin Daud, L., Investigating time dependence in Cox proportional hazards model, *Applied Statistics*, 39, 313-329, **1990**.
- [62] Kleinbaum, D.G., Klein, M., *Survival Anaysis: A Self-Learning Text*, Springer-Verlag, New York, **2005**.
- [63] Schemper, M., Cox analysis of survival data with nonproportional hazards functions, *The Statistician*, 41, 455-465, **1992**.
- [64] Vaupel, J.W., Manton, K., Stallard, E., The impact of heterogeneity in individual frailty on the dynamics of mortality, *Demography*, 16, 439-454, **1979**.
- [65] Lancaster, T., Econometric methods for the duration of unemployment, *Econometrica*, 47, 939-956, **1979**.
- [66] Ata, N., Karasoy, D., Sağlıkım Çözümlemesi için Zayıflık Modeli ve Mide Kanseri Hastalarına İlişkin Verilerle Bir Uygulama, *Çankaya University Journal of Science and Engineering*, 8, 2, 225-235, **2011**.

# ÖZGEÇMİŞ

## Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı : Güven Şimşek

Doğum Yeri : Ankara

Medeni Hali : Bekar

E-posta : guvensimsek@hacettepe.edu.tr

Adresi : Hacettepe Üniversitesi Aktüerya Bilimleri Bölümü / Ankara

## Eğitim

Lise : 2000-2004 Adana Erkek Lisesi

Lisans : 2005-2010 Hacettepe Üniversitesi Aktüerya Bilimleri Bölümü

Yüksek Lisans : 2010-2013 Hacettepe Üniversitesi Aktüerya Bilimleri Bölümü

## Yabancı Dil ve Düzeyi

İngilizce, İleri

## İş Deneyimi

2011-... Hacettepe Üniversitesi Araştırma Görevlisi

## Deneyim Alanları

### Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi

### Tezden Üretilmiş Yayınlar

### Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar

Şimşek, G., Karasoy, D., Bireysel Emeklilik Sisteminde Kalma Süresini Etkileyen Faktörlerin Yaşam Çözümlemesi ile İncelenmesi, *1.Ulusal Sigorta ve Aktüerya Kongresi*, 6-7 Haziran, Ankara, **2013**.