

# Sağlık Sigortalarında İflas Olasılığını Etkileyen Parametrelerin Simülasyon Modeli ile Analizi

**Ersin Pak** (*ersin.pak@kocallianz.com.tr*)

**Melda Şuayipođlu** (*melda.suayipoglu@kocallianz.com.tr*)

**Nalan Öney** (*nalan.kadioglu@kocallianz.com.tr*)

**Bahçeşehir Üniversitesi**  
**Aktüerya Yüksek Lisans Programı**

# İÇİNDEKİLER

---

**Projenin Tanımı ve Amacı**

**Sigortacılıkta Risk Teorisi (Hasar Tutarı Modellemesi)**

**Veri Analizi**

**Simülasyon Modeli**

**Simülasyon Modeli Koşum Sonuçları ve Analizi**

**Reasüransın Modele Dahil Edilmesi ve Sonuçları**

**Sağlık Muafiyetli Poliçelerin Analiz Edilmesi**

**Sonuç ve Öneriler**

# Projenin Tanımı ve Amacı

---

Sağlık sigortalarında simülasyon modeli ile;

- İflas olasılığını etkileyen temel parametreleri ortaya çıkarmak,
- Her bir parametrenin iflas olasılığı üzerinde meydana getirdiği etkinin büyüklüğünü ve yapısını analiz etmek,
- Reasüransın iflas olasılığına etkisini incelemek,
- Muafiyetli sigortalarda iflas olasılığını analiz etmek,

# Toplam Hasar Tutarının Modellenmesi

Bu konuda iki temel teori mevcuttur:

**Bireysel Risk Modeli :**

$$S(t) = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n$$

$X_i$ : i.sözleşmeye ödenen toplam hasarın tutarı,  
 $n$  : portföydeki sözleşme sayısı

**Kollektif Risk Modeli :**

$$S(t) = \sum_{i=1}^{N(t)} X_i(t)$$

$X_i(t)$  : i.hasarın tutarını,  
 $N(t)$  : t zamanında meydana gelen toplam hasar adedi

$X_i(t)$ 'ler birbirinden bağımsız ve aynı şekilde dağılmış (iid) rassal değişkenlerdir.



# Çalışmada Kullanılan Portföy

---

- Bireysel sağlık portföyü
- Yatarak ve ayakta tedavi teminatı içeren limitsiz poliçeler

## *Analiz Edilen Verinin Niteliği ve Boyutu*

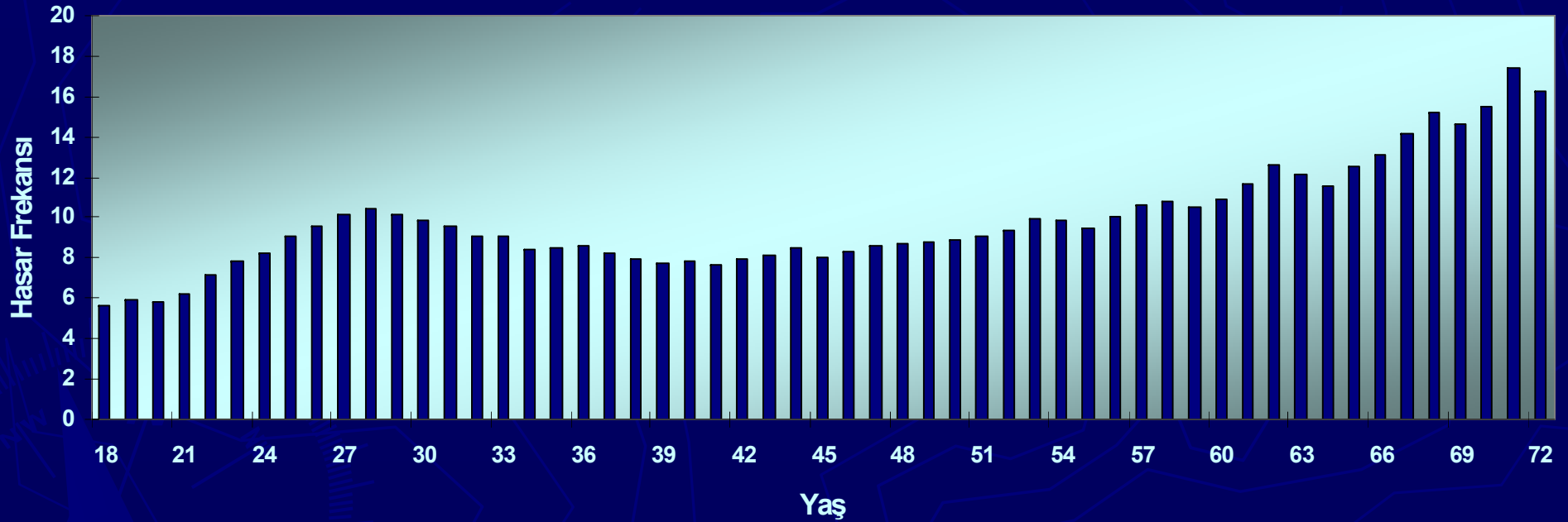
- 01.01.2002-31.12.2004 tarih aralığında başlayan poliçeler,
- Poliçe süresi boyunca iptala uğramamış sigortalılar,
- 18 yaş üzerindeki sigortalılar



**Toplam 63.639 sigortalı ve  
yaklaşık 450 bin hasar dosyası**

# Veri Analizi ve Dağılım Tespiti

## Verinin Sınıflandırılması



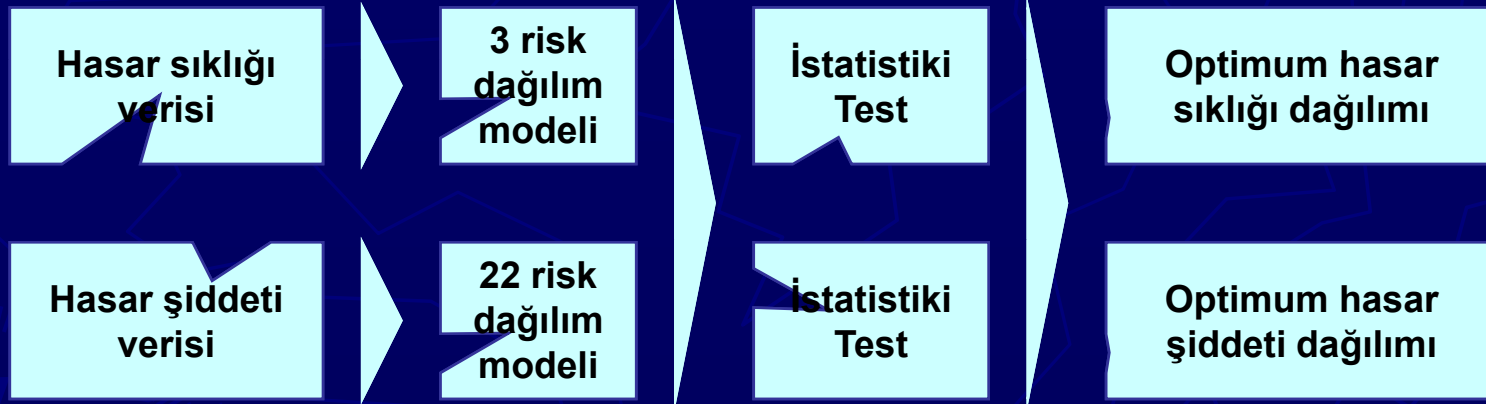
**Grup 1: 18 – 38 yaş**

**Grup 2: 39 – 60 yaş**

**Grup 3:  $\geq 61$  yaş**

# Veri Analizi ve Dağılım Tespiti

## *Dağılım Tespiti (Risk Analysis Toolpak)*



“Maksimum Likelihood” yöntemi ile en uygun dağılımın tespiti



# Veri Analizi ve Dağılım Tespiti

## Optimum Hasar Frekansı Dağılımları

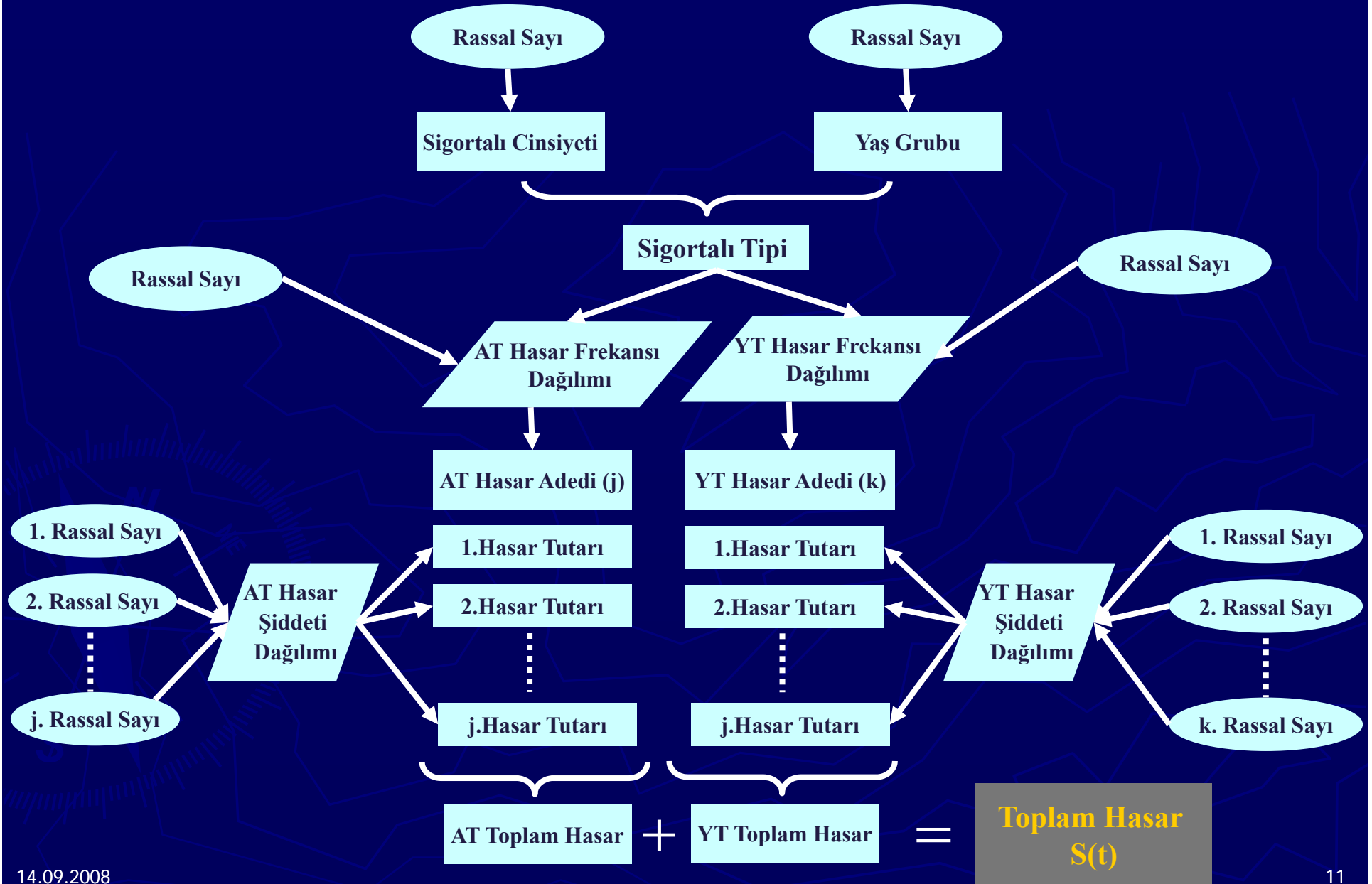
Cinsiyet	Yaş Grubu	Teminat Tipi	Dağılım Adı	Parametre Sayısı	Par. (1)	Par. (2)	Likelihood Grouped	Test Sonucu
Bayan	1	AT	Negatif Binom	2	1,2595	0,1340	62.029,75	Kabul
Bayan	1	YT	Negatif Binom	2	0,5119	0,5727	15.910,60	Kabul
Bayan	2	AT	Negatif Binom	2	1,1275	0,1215	45.049,52	Kabul
Bayan	2	YT	Negatif Binom	2	0,9079	0,5875	15.632,81	Kabul
Bayan	3	AT	Negatif Binom	2	1,1584	0,0942	7.020,51	Kabul
Bayan	3	YT	Negatif Binom	2	0,7272	0,5074	2.346,86	Kabul
Erkek	1	AT	Negatif Binom	2	0,8341	0,1649	27.580,30	Kabul
Erkek	1	YT	Negatif Binom	2	0,3702	0,6647	5.522,77	Kabul
Erkek	2	AT	Negatif Binom	2	0,8035	0,1283	40.484,04	Kabul
Erkek	2	YT	Negatif Binom	2	0,3594	0,5377	10.183,42	Kabul
Erkek	3	AT	Negatif Binom	2	0,9092	0,0814	7.392,32	Kabul
Erkek	3	YT	Negatif Binom	2	0,3897	0,3655	2.391,02	Kabul

# Veri Analizi ve Dağılım Tespiti

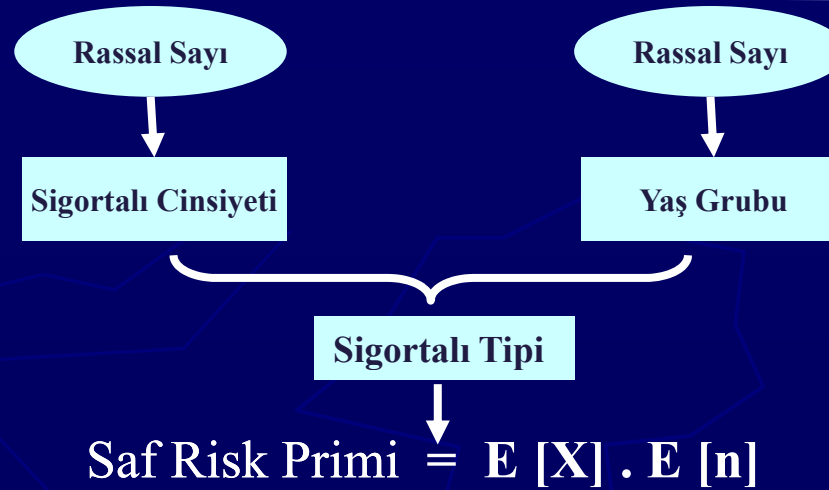
## Optimum Hasar Şiddeti Dağılımları

Cinsiyet	Yaş Gr.	Tem. Tipi	Dağılım Adı	Par. Sayısı	Par. (1)	Par. (2)	Par. (3)	Par. (4)	Likelihood Grouped	Test Sonuçları
Bayan	1	AT	Ters Transformed Gamma	3	4,349	450,537	0,601		315680,62	Kabul
Bayan	1	YT	Ters Burr	3	0,204	2.822,31	3,330		37775,07	Kabul
Bayan	2	AT	Ters Transformed Gamma	3	4,177	579,169	0,568		258996,94	Kabul
Bayan	2	YT	Ters Gaussian	2	880,997	104,712			35.976,73	Kabul
Bayan	3	AT	Ters Transformed Gamma	3	5,058	1.160,79	0,510		50767,03	Kabul
Bayan	3	YT	Ters Gaussian	2	1287,67	121,835			6.221,73	Kabul
Erkek	1	AT	Ters Gamma	2	1,801	70,244			94.322,13	Kabul
Erkek	1	YT	Generalized Beta	4	16,503	32,512	3475001	0,123	9.665,43	Kabul
Erkek	2	AT	Ters Transformed Gamma	3	3,009	245,036	0,668		182542,71	Kabul
Erkek	2	YT	Lognormal	2	6,349	1,601			22600,41	Kabul
Erkek	3	AT	Ters Transformed Gamma	3	2,937	244,644	0,670		52732,62	Kabul
Erkek	3	YT	Transformed Beta	4	18,221	53494,1	0,340	4,638	7819,43	Kabul

# Simülasyon Modeli



# Simülasyon Modeli – Prim Hesabı P(t)



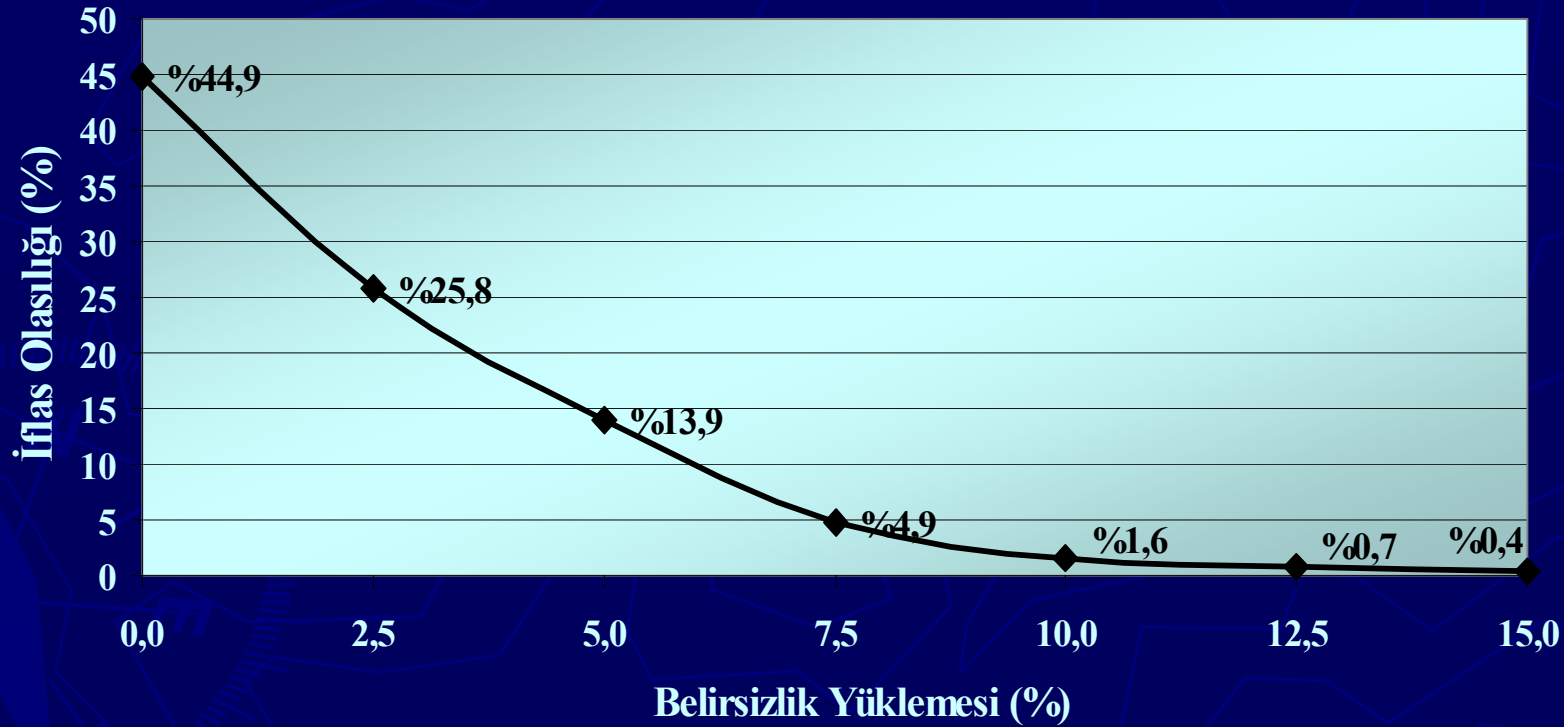
**Dağılımların beklenen değer hesabından her bir sigortalı grubu için saf risk primi;**

<b>Tarife Grubu</b>	<b>Ayakta Tedavi Primi (YTL)</b>	<b>Yatarak Tedavi Primi (YTL)</b>	<b>Toplam Saf Risk Primi (YTL)</b>
<b>18-38 Yaş /Bayan</b>	<b>591,67</b>	<b>546,84</b>	<b>1.138,51</b>
<b>39-60 Yaş / Bayan</b>	<b>788,59</b>	<b>561,61</b>	<b>1.350,20</b>
<b>&gt;=61 Yaş /Bayan</b>	<b>1.080,38</b>	<b>909,05</b>	<b>1.989,43</b>
<b>18-38 Yaş /Erkek</b>	<b>370,18</b>	<b>252,21</b>	<b>622,39</b>
<b>39-60 Yaş / Erkek</b>	<b>588,33</b>	<b>637,00</b>	<b>1.225,33</b>
<b>&gt;=61 Yaş /Erkek</b>	<b>1.177,01</b>	<b>1.538,62</b>	<b>2.715,63</b>

# Simülasyon Modeli Sonuçları ve Analizi

## Belirsizlik Yüklemesi Analizi

Belirsizlik Yüklemesi - İflas Olasılığı Grafiği\*

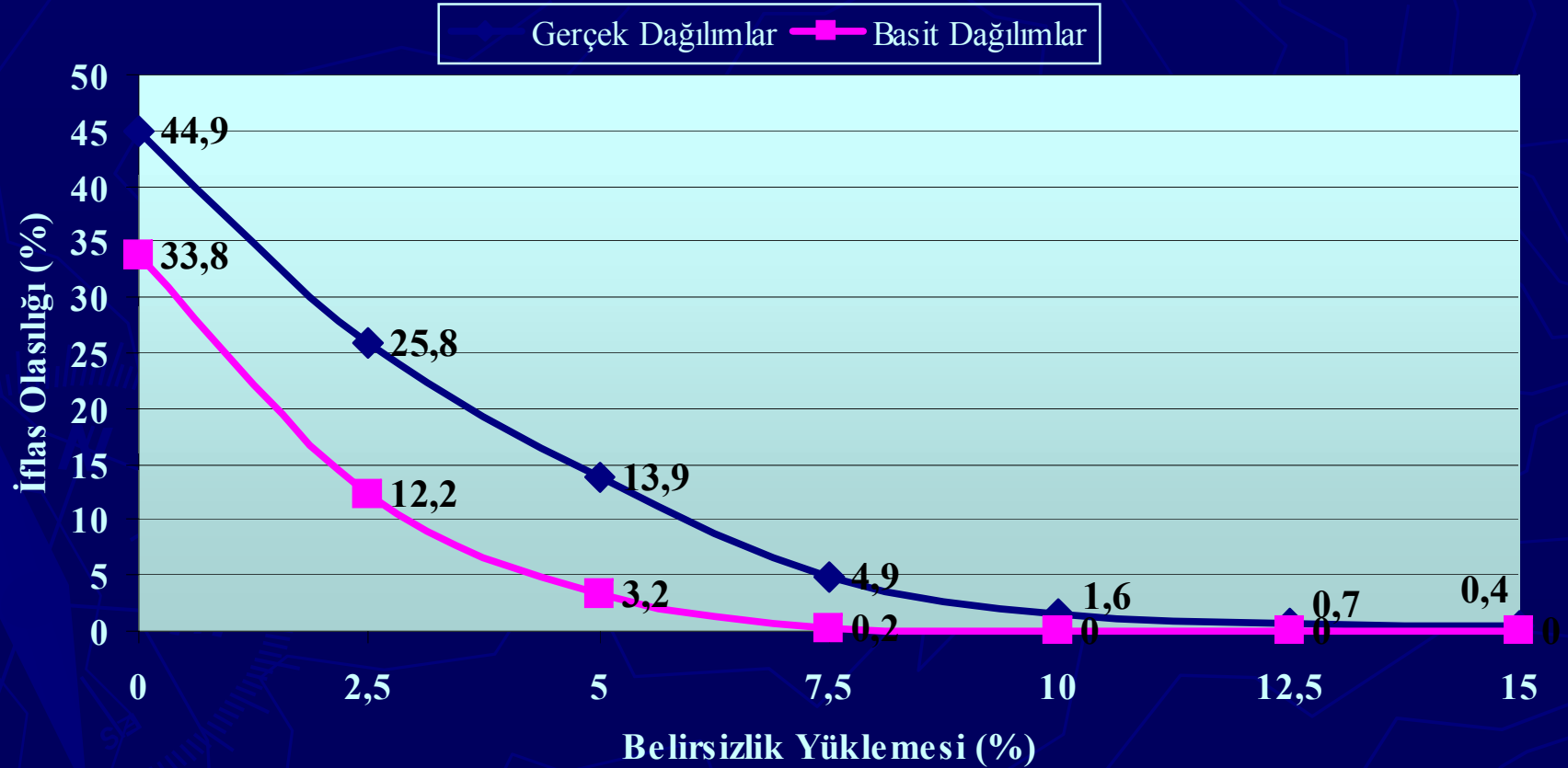


\*Başlangıç Rezervi = 0

# Simülasyon Modeli Sonuçları ve Analizi

*Neden doğru hasar dağılımı tespit etmek gerekir?*

Belirsizlik Yüklemesi - İflas Olasılığı Grafiği

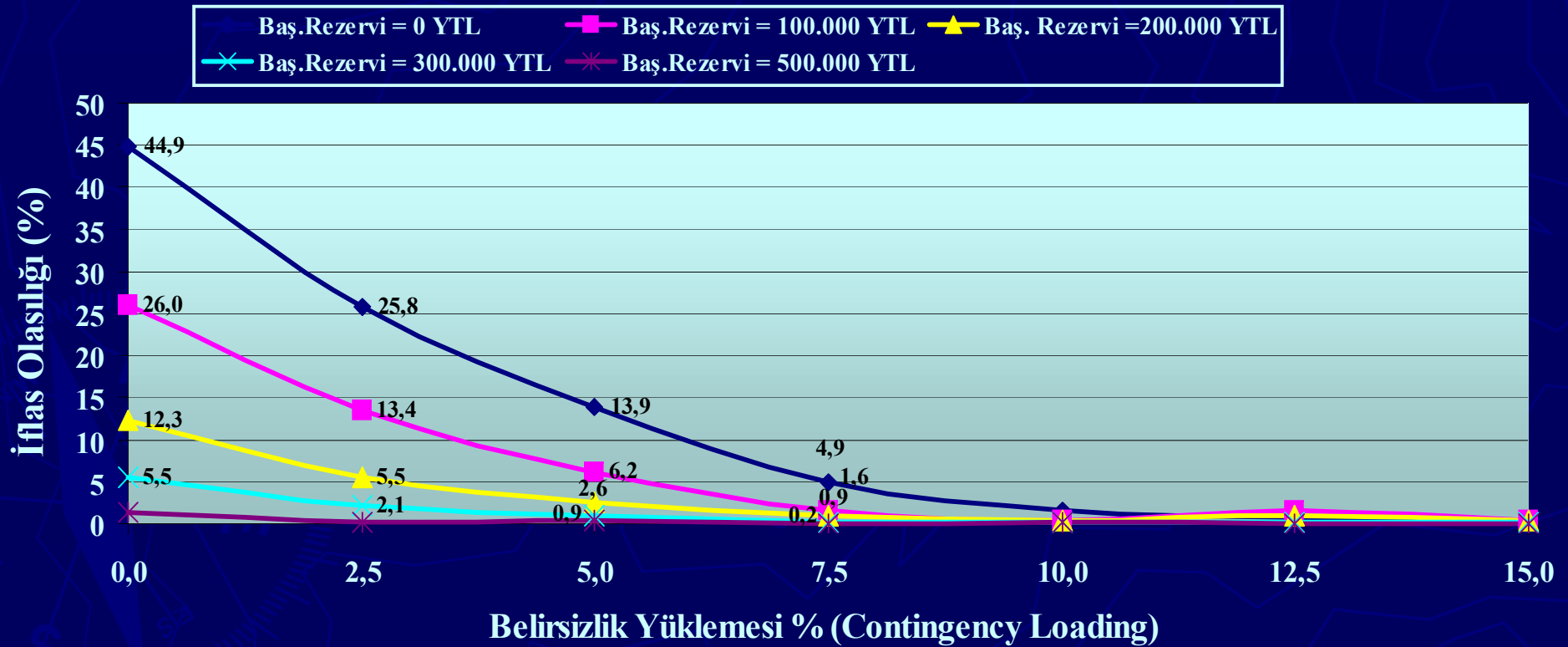


*\*Başlangıç Rezervi = 0*

# Simülasyon Modeli Sonuçları ve Analizi

## Belirsizlik Yüklemesi – Başlangıç Rezervi

Farklı Başlangıç Rezervleri Altında "Belirsizlik Yüklemesi-İflas Olasılığı" Grafiği



# Reasürans Faktörü

---

- ▶ Sigortacının portföyü üzerinde ani dalgalanma ve yüksek hasarların olumsuz etkilerini giderir
- ▶ Ek kapasite yaratarak sigortacının portföyünü büyütmesini sağlar
- ▶ Geniş bir coğrafi alana yayılarak riskin dağıtılmasına yardımcı olur
- ▶ Şirket özvarlığını arttırmadan kabul edebileceği sigortaların sayısını ve teminatların miktarını arttırabilir
- ▶ Reasürans komisyonları, kar komisyonları gibi birtakım ödemeler sigortacıya ek mali imkan sağlar



# XL Limiti Tespiti

Hasar Bedel Aralığı		Adet		Toplam Hasar	
>=	100.001	2	0%	235.005	1%
100.000	90.001	1	0%	96.428	0%
90.000	80.001	0	0%	0	0%
80.000	70.001	1	0%	77.263	0%
70.000	60.001	0	0%	0	0%
60.000	50.001	1	0%	57.872	0%
50.000	40.001	4	0%	181.233	1%
40.000	30.001	20	0%	683.942	2%
30.000	20.001	57	0%	1.365.044	4%
20.000	10.001	275	1%	3.818.907	11%
<b>10.000</b>	<b>0</b>	<b>26.247</b>	<b>99%</b>	<b>28.543.197</b>	<b>81%</b>
<b>Toplam</b>		<b>26.608</b>	<b>100%</b>	<b>35.058.891</b>	<b>100%</b>

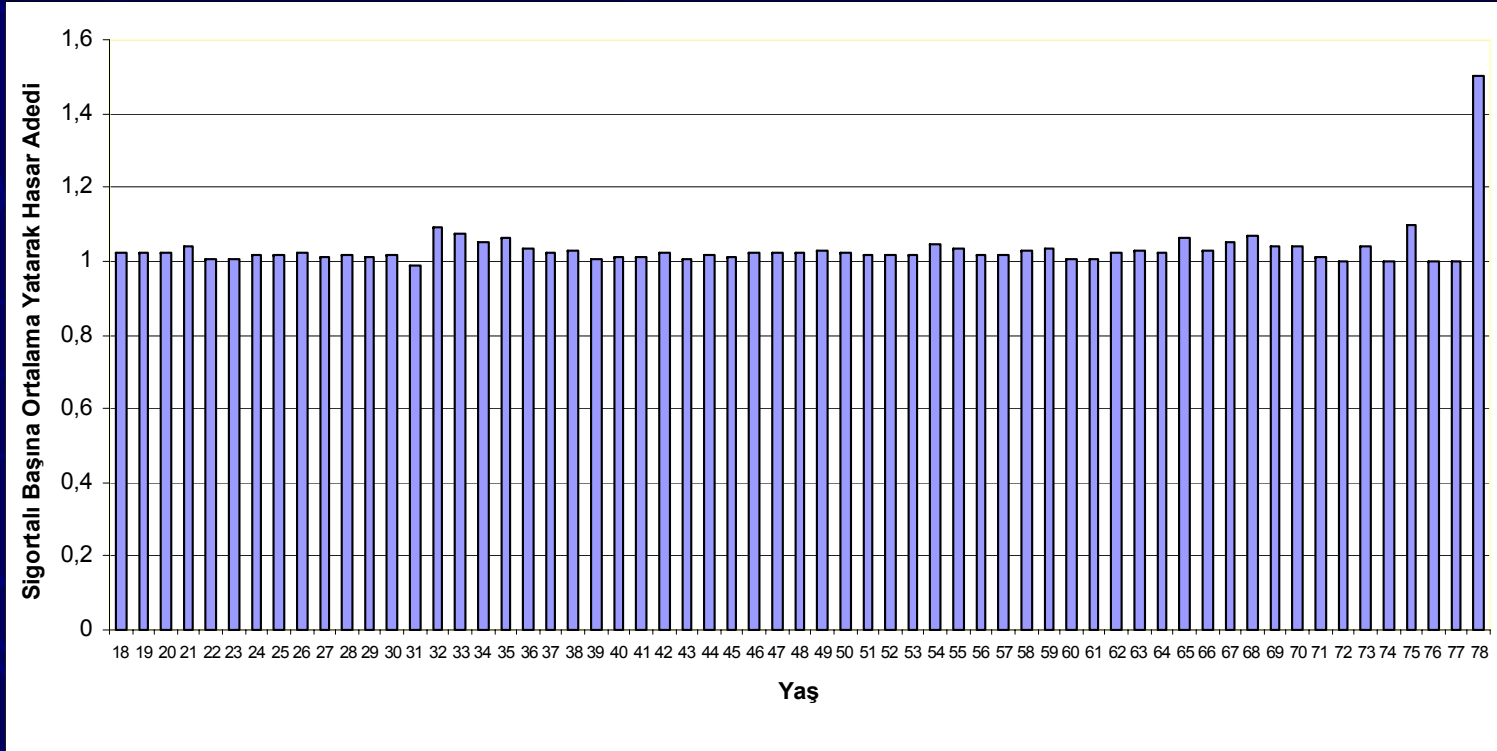
# XL Anlaşması Model Sonuçları

<b>Hasar Frekansı Model Sonucu</b>						
<b>Kod</b>	<b>Dağılım</b>	<b>Prm. Sayısı</b>	<b>Parametre 1</b>	<b>Parametre 2</b>	<b>Likelihood</b>	<b>Test</b>
3	Negative Binomial	2	0,03125526	0,84591133	2179,2218	Kabul
			<b>Seçilen Dağılım</b>		<b>Negative Binomial</b>	

<b>Hasar Şiddeti Model Sonucu</b>						
<b>Kod</b>	<b>Dağılım</b>	<b>Prm. Sayısı</b>	<b>Parametre 1</b>	<b>Parametre 2</b>	<b>Likelihood</b>	<b>Test</b>
17	Inverse Weibull	2	13904,6188	3,59271297	1974,260813	Kabul
			<b>Seçilen Dağılım</b>		<b>Inverse Weibull</b>	

# Portföy ve XL Saf Primleri

Tarife Grubu	Yatarak Tedavi Primi
18-38 Yaş / Bayan - Erkek	43,21
39-60 Yaş / Bayan - Erkek	43,21
>=61 Yaş / Bayan - Erkek	43,21



# Ortalama Hasar ve Standart Sapma

Reasüranssız	
Konservasyon	100,00%
Teminat	Yatarak Tedavi
Yaş Grup	Hepsi
Toplam Hasar	35.058.916,82
Standart Sapma	2.819,30
Adet	26.608,00
Ortalama	1.317,61

Hasar Fazlası Koruma	
Konservasyon	$\leq 10,000$
Teminat	Yatarak Tedavi
Yaş Grup	Hepsi
Toplam Hasar	32.153.222,78
Standart Sapma	1.821,91
Adet	26.608,00
Ortalama	1.208,40

Hasar Fazlası anlaşması şirketin sorumluluğunda kalan

- ortalama hasarı %8
- standart sapmayı %35

oranında azaltmıştır

# Hasar Fazlasına Alternatif Kotpar Reasürans Oranları

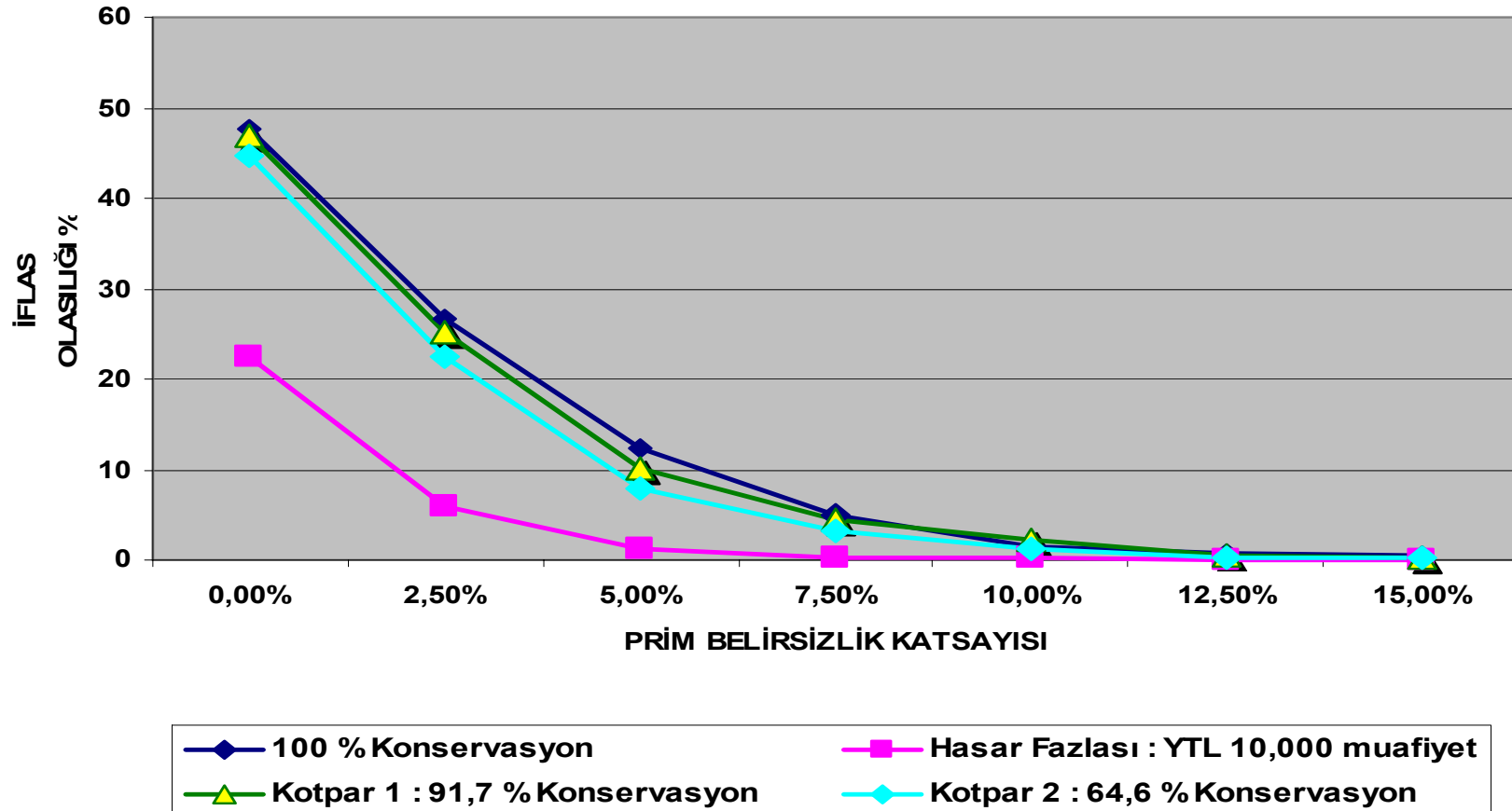
Kotpar 1		Kotpar 2	
Konservasyon	91,70%	Konservasyon	64,60%
Teminat	Yatarak Tedavi	Teminat	Yatarak Tedavi
Yaş Grup	Hepsi	Yaş Grup	Hepsi
Toplam Hasar	32.149.026,72	Toplam Hasar	22.648.060,27
Standart Sapma	2.585,30	Standart Sapma	1.821,27
Adet	26.608,00	Adet	26.608,00
Ortalama	1.208,25	Ortalama	851,17

Kotpar 1 Ortalama Hasar = 10,000 üstü XL Ortalama Hasar

Kotpar 2 Standart Sapma = 10,000 üstü XL Standart Sapma

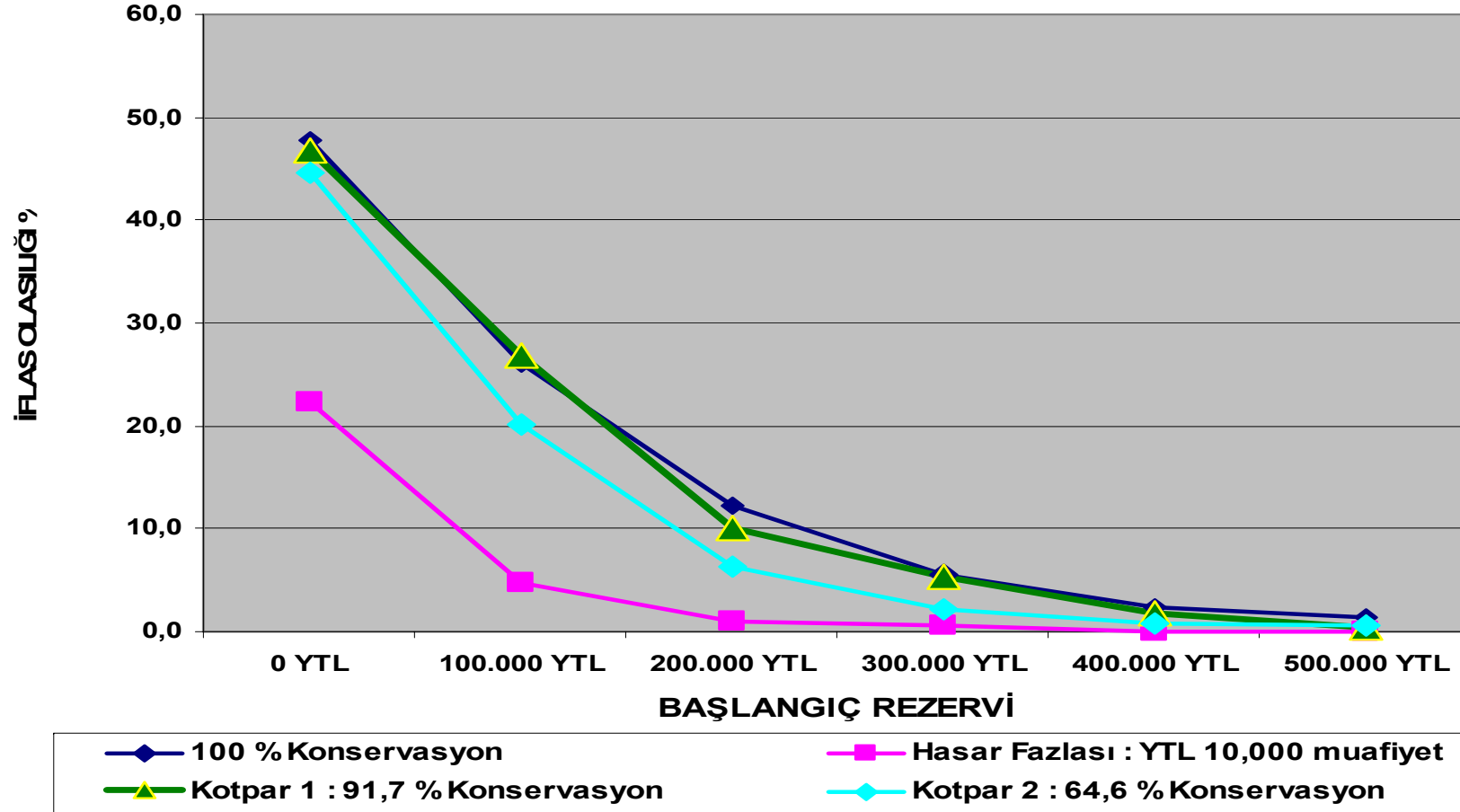
# Belirsizlik Yüklemesi-İflas Olasılığı

FARKLI REASÜRANS ANLAŞMALARI İÇİN  
PRİM BELİRSİZLİK KATSAYISININ İFLAS ADEDİNE ETKİSİ



# Başlangıç Rezervi -İflas Olasılığı

FARKLI REASÜRANS ANLAŞMALARI İÇİN  
REZERVİN İFLAS ADEDİNE ETKİSİ

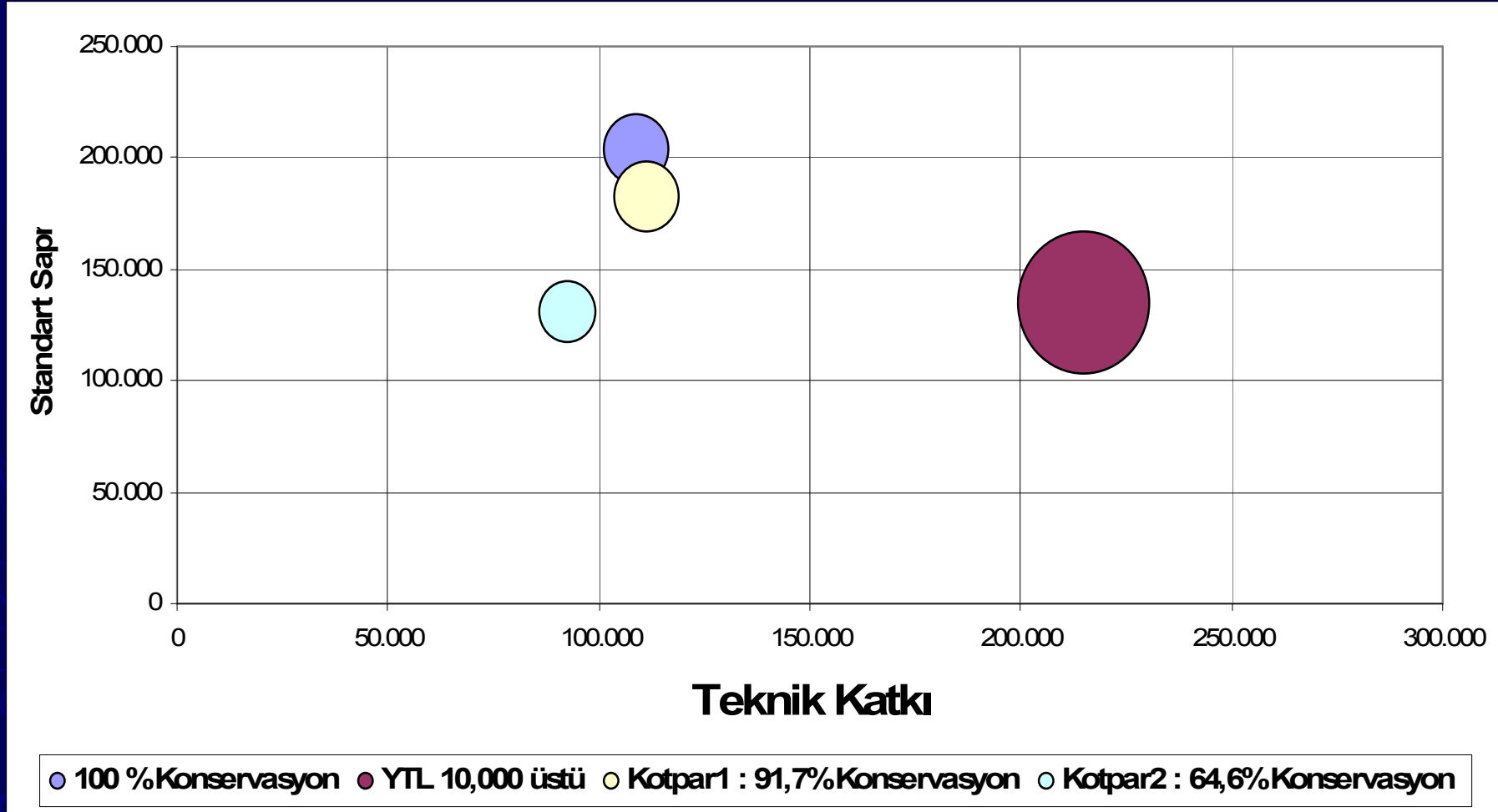


# Teknik Katkı İstatistik Verileri

2,5 % Belirsizlik Yüklemesi	100 % Konservasyon	Hasar Fazlası:	Kotpar 1 : 91,7% Konservasyon	Kotpar 2 : 64,6% Konservasyon
		YTL 10,000 üstü		
Asgari	-1.891.111,13	-238.466,93	-1.183.636,54	-684.188,30
Azami	627.713,32	625.583,01	560.998,86	486.222,56
Ortalama	109.178,82	214.935,24	111.300,76	92.681,74
Standart Sapma	203.453,66	134.430,78	181.781,49	130.795,55
Standart Sapma/Ortalama	1,86	0,63	1,63	1,41
İflas Adedi	267	59	251	225
Ortalama Değişimi		96,90%	1,90%	-15,10%
Standart Sapma Değişimi		-33,90%	-10,70%	-35,70%
Risk Azaltma Rasyosu		0,65	10,21	4,4



# Teknik Katkı / Standart Sapma



# Muafiyetli Sigortaların Analizi

---

## Muafiyetli Sigorta (Ordinary Deductible)

$$Y_N = \begin{cases} \text{tanımsız} & X \leq d \\ X - d & X > d \end{cases}$$

$Y_N$  : muafiyetli hasar tutarı

$X$  : toplam hasar tutarı

$d$  : muafiyet limiti

# Simülasyon Modellemesi ile Muafiyetli Sigorta Primlendirmesi

Muafiyet Limiti	Teminat Tipi	
	Ayakta Tedavi	Yatarak Tedavi
Muafiyet-1	25 YTL	250 YTL
Muafiyet-2	50 YTL	500 YTL
Muafiyet-3	75 YTL	750 YTL
Muafiyet-4	100 YTL	1.000 YTL
Muafiyet-5	125 YTL	1.250 YTL
Muafiyet-6	150 YTL	1.500 YTL
Muafiyet-7	175 YTL	1.750 YTL
Muafiyet-8	200 YTL	2.000 YTL
Muafiyet-9	225 YTL	2.250 YTL
Muafiyet-10	250 YTL	2.500 YTL

Her bir muafiyet limiti için;

- ▶ 2.000 kişilik simülasyon portföyünün hasarlara muafiyet uygulanarak 1.000'er kez koşturulması,
- ▶ Simülasyon sonucunda bulunan hasarların toplam portföy üzerinden ortalamasının alınması ile muafiyetli net risk primlerinin belirlenmesi,

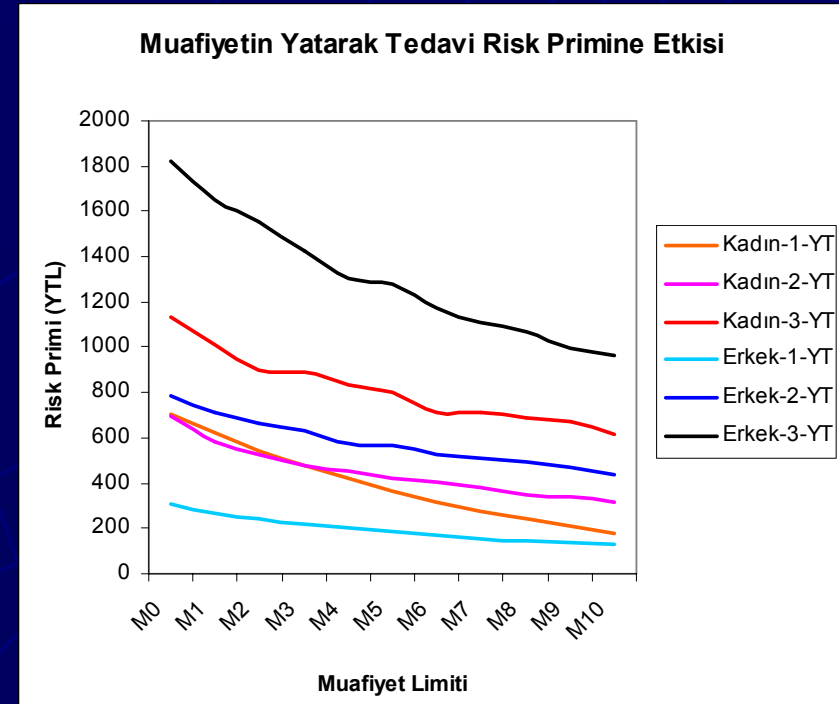
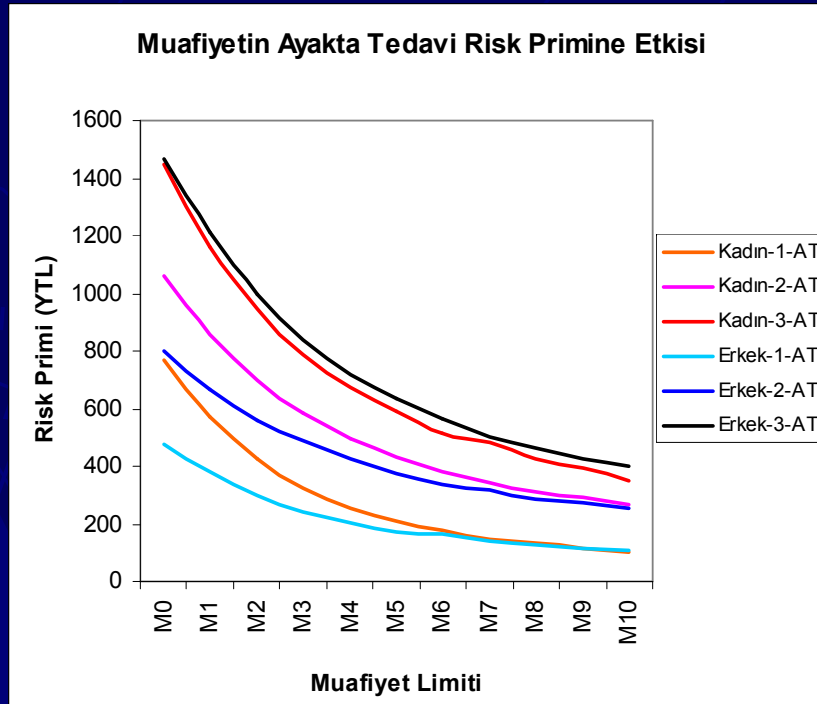
# Simülasyon Modellemesi ile Muafiyetli Sigorta Primlendirmesi

## 2. Yaş Grubu Kadın için Muafiyetli Risk Primleri

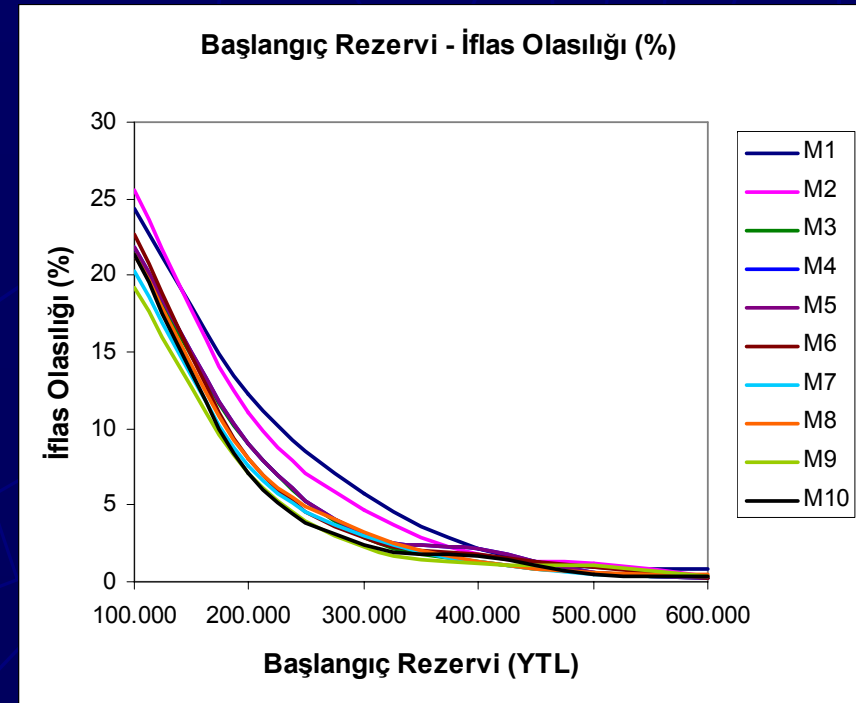
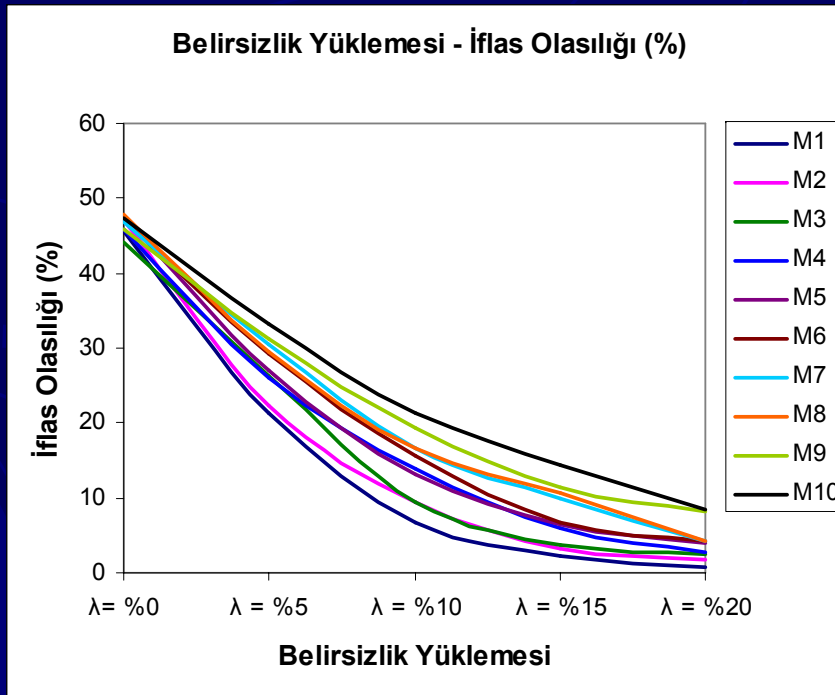
	<b>Muafiyetsiz Net Prim</b>	<b>AT: 50 YIL YT: 500 YIL</b>	<b>AT: 150 YIL YT: 1500 YIL</b>	<b>AT: 250 YIL YT: 2500 YIL</b>
<b>Kadın-2-AT</b>	1.058,88	699,76	381,37	268,55
<i><b>Muafiyet Etkisi</b></i>	-	<i><b>-33,9%</b></i>	<i><b>-64,0%</b></i>	<i><b>-74,6%</b></i>
<b>Kadın-2-YT</b>	699,93	528,02	401,29	318,12
<i><b>Muafiyet Etkisi</b></i>	-	<i><b>-24,6%</b></i>	<i><b>-42,7%</b></i>	<i><b>-54,5%</b></i>

- ▶ Düşük muafiyet limitlerinin prim düşürücü marjinal etkisi daha yüksek,
- ▶ Muafiyetin genç sigortalarının primini düşürücü etkisi daha yüksek,

# Simülasyon Modellemesi ile Muafiyetli Sigorta Primlendirmesi



# Muafiyetli Sigorta için İflas Olasılığı Analizi



# Muafiyetli Sigorta için İflas Olasılığı Analizi

## Belirsizlik Yüklemesi Etkisi

- ▶ Muafiyet limitindeki artış belirsizlik yüklemesinin iflas olasılığını düşürücü etkisini azaltmakta,
- ▶ Aynı orandaki belirsizlik yüklemesinin muafiyetli sigortaların iflas olasılığını düşürücü etkisi, muafiyetsiz sigortalara oranla daha düşük,

## Başlangıç Rezervi Etkisi

- ▶ 400.000 YTL üzerinde ayrılan rezerv için iflas olasılığını düşürücü marjinal etki azalmakta,
- ▶ Aynı belirsizlik yüklemesi için muafiyet limiti artışının iflas olasılığını düşürücü etkisinin azalması, başlangıç rezervi için geçerli değil,
- ▶ Muafiyetli sigortalarda risk primine yapılan yüklemelerin tutarsal yapılması iflas olasılığının düşüşünü olumlu etkilemekte,

# Sonuç ve Öneriler

---

- Hasar dağılımlarının doğru tespit edilmesi fiyatlandırma açısından önemlidir.
- Risk primine, beklenen hasarlardaki sapmalara karşı bir belirsizlik yüklemesi eklenmesi gereklidir.
- Şirketin mali gücü ve sermaye yeterliliğinin artışı ile birlikte belirsizlik yüklemesi ihtiyacı azalır.
- Şirket için en avantajlı durum; belirsizlik yüklemesi, başlangıç rezervi ve reasürans faktörünün birarada kullanıldığı durumdur.



# Sonuç ve Öneriler

---

- Fakat hepsinin birarada uygulanmasının mümkün olmadığı halde reasürans,
  - Piyasadaki rekabet şansını canlı tutar,
  - Başlangıç rezervinin alternatif maliyetini ortadan kaldırır.
- Rizikonun türüne uygun reasürans alınmalıdır. Bu çalışma sonucuna göre; Hasar Fazlası anlaşmasının şirketin iflas olasılığını düşürmede daha etkili olduğu görülmüştür.
- Muafiyetli sigortalara yapılacak yükleme oranları muafiyetsiz sigortalara göre daha yüksek olmalıdır

# *Teşekkürler.....*

*Bu çalışma, Bahcesehir Universitesi Aktuarya Bilimi  
Yuksek Lisans Programı Uzmanlık Projesi olarak  
hazırlanmıştır.*