

# Makroekonomik Değişkenlere Dayalı Kredi Riski Ölçümü: Türkiye Bankacılık Sektöründe Kredi Riski Stres Testi Uygulaması<sup>1</sup>

## Credit Risk Measurement Based On Macroeconomic Variables: Credit Risk Stress Test Application in the Banking Sectors of Turkey

İbrahim Karaaslan<sup>2</sup>, Özlem Sayılır<sup>3</sup>

### Öz

Bu çalışmanın amacı, Türkiye bankacılık sektöründe, varsayımsal senaryolar altında makroekonomik değişkenlere gelebilecek şoklar sonucunda, takipteki kredilerin, beklenen ve beklenmeyen kayıpların ve kredi riskine maruz değerlerin tahmin edilmesidir. 1997 yılında Thomas Wilson tarafından geliştirilen makroekonomik kredi riski modeli Credit Portfolio View yaklaşımından hareketle, kredi riskine etki eden makroekonomik değişkenlerle kredi riski modeli oluşturularak, kredi risk modelindeki önemli değişkenlere ilişkin Monte Carlo Simülasyonları ve senaryo analizleri uygulanmıştır. Kredi riski modellerinde bağımlı değişken olarak takip oranı, bağımsız değişkenler olarak ise işsizlik, faiz oranı, para arzı, enflasyon ve gayri safi yurt içi hasıla kullanılmıştır. Türkiye bankacılık sektörü kredi riski modelinde yer alan işsizlik, faiz ve para arzı değişkenleri üzerine çeşitli düzeylerde stres testi uygulandığında, makroekonomik değişkenlere gelen şokların takip oranı üzerinde etkili olduğu gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bankacılık sektörü, Stres testleri, Makro-ekonomik kredi riski modeli, Takipteki krediler, Monte Carlo simülasyonu.

### Abstract

The purpose of this study is to predict the ratio of non-performing loans as well as expected loss, unexpected loss and credit at risk values in the banking sector of Turkey as a result of macro-economic shocks under hypothetical scenarios. Credit risk models were developed by including macro-economic variables affecting the credit risk based on the Credit Portfolio View approach proposed by Thomas Wilson in 1997. Scenario analysis was employed as well as Monte Carlo Simulations with respect to significant variables in the credit risk models. In the credit risk models, non-performing loans was used as the dependent variable, while unemployment rate, interest rate, money supply, inflation and GDP were used as explanatory variables. When stress test was applied to macro-economic variables which affect the banking sectors in Turkey, it was observed that the shocks seemed to be influential on the non-performing loans

**Keywords:** Banking sector, Stress tests, Macro-economic credit risk model, Non-Performing loans, Monte Carlo simulation.

### Araştırma Makalesi [Research Paper]

JEL : G17, G21, G32

Submitted: 16 / 09 / 2019

Accepted: 21 / 10 / 2019

<sup>1</sup> Bu çalışma, İbrahim Karaaslan'ın doktora tez çalışmasından (Anadolu Üniversitesi, SBE, 2019) türetilmiştir.

<sup>2</sup> Dr. Öğretim Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Muhasebe ve Finansman Anabilim Dalı, ibrahimkaraaslan@gumushane.edu.tr

<sup>3</sup> Dr. Öğretim Üyesi, Anadolu Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, İşletme Anabilim Dalı, osayilir@anadolu.edu.tr

## Giriş

Finansal sistemde fonların etkin bir şekilde tahsis edilmesi, finansal aracılık işlevine gereksinim duyulurken aynı zamanda finansal aracı kurumların da varlığını gerektirir. Finansal aracılığa öncülük eden kurumların başında bankalar gelmektedir. Ticari bankalar, temel olarak fon arz ve talebine aracılık faaliyetini yürütmekle beraber, merkez bankası ile birlikte ekonominin geneli için kaydı para yaratma sürecinin bir parçası olduklarından, uygulanan para politikalarının etkinliğinin artırılmasında da önemli bir işleve sahiptir.

Uluslararası finansal piyasalarda yaşanan hareketler, bankacılık sektörü için gittikçe artan ölçüde oynaklık yaratmakta ve ülke ekonomileri açısından finansal istikrarın sağlanmasının önemini artırmaktadır. Bu konuda gerek IMF ve Dünya Bankası tarafından yürütülen FSAP (Finansal Sektör Değerlendirme Programı), gerekse Basel Komitesi tarafından getirilen düzenlemeler, geleceğin belirsizliğini azaltacak ve ülke ekonomilerinin finansal istikrarına katkıda bulunacak yöntemlerin önemini vurgulamaktadır (Altın, 2012: 82).

Kredi vermek bankaların riskli faaliyetlerinden biridir. Kredi riski, borç alan tarafın finansal sebeplerden ya da diğer başka sebeplerden dolayı üzerinde anlaşma sağlanan şartları yerine getirmekte başarısız olması sebebiyle oluşabilecek zararın riskidir (Donaldson, 1989: 14). Kredi riski, karşı tarafın yükümlülüklerini yerine getirememesinden oluşmasına rağmen, çeşitlendirilebilir. Ancak temerrüde düşme riskinin çoğunluğu sistematik riskten kaynaklandığı için, bu riski hedge (riskten kaçınma) etmek zordur (Oldfield and Santomero, 1997: 38). Kredi risklerinden dolayı oluşan kayıpların dağılımında beklenen kayıpları, bankalar ayırdıkları rezervlerle, beklenmeyen kayıpları ise provizyon ve öz sermayeleri ile karşılayacaklardır (Altıntaş, 2011:18).

Finansal sistemin ve özellikle de bankacılık sektörünün dayanıklılığının sınanmasında ve barındırdığı zayıflıkları sayısallaştırılmasında kullanılan en önemli teknik stres testleridir. Stres testleri, normal koşullarda beklenmeyen, meydana gelme olasılığı düşük ancak imkânsız olmayan, ortaya çıktıklarında ise zarar verme potansiyeli yüksek bulunan şokların, çeşitli portföyler, finansal kuruluşlar veya finansal sistem üzerindeki olası etkilerini ortaya koymayı amaçlayan ölçüm ve analizlerdir. Stres testleri, finansal kuruluşlar bakımından da çok önemli risk yönetim araçlarıdır (Jones, Hilbers and Slack, 2004: 5).

Finansal kuruluşlarca içsel risk yönetimlerinin bir parçası olarak kullanılmaya başlayan stres testleri, zaman içerisinde uluslararası kuruluşların öncülüğünde merkez bankaları ve gözetim otoriteleri tarafından finansal sistem bazında uygulanmaya başlanmıştır. Stres testleri, risk faktörlerindeki oynaklıkların finansal kuruluşlar ve/veya finansal sektöre taşınan likidite riski, kur riski, faiz riski, piyasa riski ve kredi riski üzerindeki olası etkilerini, ayrı ayrı veya birlikte ortaya koyacak şekilde, oluşturulabilir (Blaschke, 2001: 14).

Bankacılık sektörü kredi riski modellerinde, takipteki kredi oranının makroekonomik değişkenler üzerine regrese edilmesi sonucu elde edilecek katsayılar, banka borçlularının ilgili makroekonomik risk unsurlarına olan duyarlılığına ilişkin bir tahmin sağlayarak, stres testi analizi için önemli bir girdi oluşturabilir. Makroekonomik değişkenlere ilişkin uygun verilerin elde edilmesindeki kolaylık, çeşitli makroekonomik senaryolarla bankacılık sektörünün kırılganlığının ilişkilendirilmesine olanak sağlar (Blaschke vd., 2001: 25).

1997 yılında Thomas Wilson tarafından geliştirilen makroekonomik kredi riski modeli Credit Portfolio View yaklaşımı ve bu yaklaşımı kredi riski stres testleri için uyarlayan çalışmalarda, statik veya dinamik analiz yöntemlerinden yararlanılmaktadır.

Bu çalışmanın amacını, bankacılık sektörünün en önemli risk unsuru arasında sayılan kredi riskinin, sistematik yani çeşitlendirme ile ortadan kaldırılamayan bölümü ile sistemik (makroekonomik) etkiye sahip risk faktörleri arasında var olduğu bilinen ilişkilerin irdelenmesi ve makroekonomik değişkenlere dayalı kredi kayıplarının ekonometrik olarak tahmin edilmesi ve çeşitli senaryolara göre stres testi uygulamaları sonucunda Türkiye bankacılık sektörünün kredi kayıplarının ulaşacağı seviyenin tespit edilmesi oluşturmaktadır.

## 1. Literatür

Finansal stres çalışmalarına ilişkin literatür incelendiğinde, uluslararası düzeydeki çalışmaların 1990'lı yıllar itibarıyla başladığını, özellikle 2000'li yıllar sonrasında yoğunlaştığını, 2008 küresel finans krizi sonrasında ise bu konuda yapılan çalışmaların önemli bir düzeye ulaştığı gözlemlenmektedir. Ülkemizde stres testleriyle ilgili ilk çalışmaların ise, 2001 yılında bankacılık krizi sonrasında gündeme geldiği ve 2008 küresel finans krizi sonrası bu konuda yapılan çalışmaların arttığını görülmektedir.

Thomas Wilson'un (1997), McKinsey için geliştirdiği Credit Portfolio View (CPV) modelinde, temerrüdün her bir ülke için çeşitli makroekonomik değişkenlerin değerine bağlı olduğunu öne sürdüğü ve değişik derece grupları için geçiş olasılıklarını tahmin etmek amacıyla kullanılan bir çoklu faktör modeli oluşturmuştur. Kendisinden sonra yapılan kredi riski modeli çalışmalarına dayanak oluşturan CPV modeli, temerrüt oranları için açıklayıcı bir model, modelde yer alan açıklayıcı

değişkenler için bir tahmin modeli ve bir olasılıklı simülasyon algoritmasından oluşmaktadır. Aşağıda finansal stres testi literatürüne ilişkin bazı çalışmalar özetlenmiştir.

Arpa ve vd. (2000), 1990'lı yıllar Avusturya Bankalarının risk karşılıkları ve kârları üzerine makroekonomik değişkenlerden hangisinin (reel faiz oranları, reel GSYİH, enflasyon, gayrimenkul fiyatları,) etkisi bulunduğunun incelendiği bir çalışma yapmıştır. Çalışmada, Avusturya Bankalarının reel GSYİH ve banka faaliyet gelirlerinin azalmasının bankanın ayıracağı karşılıkları artıracığını, ayrıca net faiz gelirlerinin reel GSYİH ile ilişkisinin bulunmadığını, ayrıca kısa vadeli ve uzun vadeli faiz oranlarının düşmesinin yükselen gayrimenkul fiyatları ve / veya enflasyonla birlikte banka faaliyet gelirlerinin arttığını belirtmişlerdir.

Blaschke vd. (2001), IMF için, stres testlerine ilişkin başlıca teknikleri ve temel kavramları tanıtarak finansal sistemin maruz kaldığı çeşitli risklerin nasıl değerlendirileceğiyle ilgili bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada, IMF'nin FSAP programı kapsamında yapılan stres testi analizlerini değerlendirmişler ve stres testlerinin genel çerçevesini ve çözüm şemasını oluşturarak, stres testi analizlerinde veri kalitesi ve miktarının olması gerekenden daha kötü olduğu durumlarda nasıl bir yol izlenmesi gerektiğine ilişkin yaklaşımlar önermişlerdir.

Hoggarth, vd. (2005) yapmış oldukları çalışmada, İngiltere bankacılık sektöründe stres testi uygulamasına yönelik yeni bir yaklaşım geliştirmeyi hedeflemişlerdir. Bu çerçevede, stres testini değişkenler arasındaki geçmiş tarihsel ilişkilerine göre koşullamak ve kredi riskinden genel ekonomiye doğru geri bildirim etkilerine (ikincil etkilere) izin vererek, bankaların tahsili şüpheli alacakları ve temel bazı makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkileri dikkate almışlardır. Çalışmalarında ayrıca, bankalarının finansal kırılganlıklarını tespit etmek için literatürde yer alan ampirik stres testi çalışmalarından farklı olarak, doğrudan bir ölçüt olan tasfiye olunacak alacakların (TOA) kredilere oranını (takip oranını) kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda, İngiltere'deki bankaların TOA değişkeni ile ekonominin çıktı açığı (output gap) arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır. En uç ekonomik stres koşulları gerçekleşecek olsa bile, ters bir çıktı şoku sonucu TOA oranlarının yükseleceğini, ama İngiltere bankacılık sektörünün belirlenen Basel Bankacılık kriterlerini sağlamaya devam edeceği sonucuna ulaşmışlardır.

Beşe (2007) yapmış olduğu çalışmada, Hoggarth, vd.'nin (2005) çalışmasında kullandığı metodolojiyi kullanarak Türkiye Bankacılık Sektörü için bir stres testi uygulaması yapmıştır. Bağımlı değişken olarak kredi riskinin bir göstergesi olan tahsili gecikmiş alacak oranı ve finansal sağlamlık endeksi kullanılarak iki modelin tahmin edildiği çalışmada, bağımlı değişkenlerin makroekonomik değişkenlerde (faiz, tüfe, çıktı açığı, döviz kur endeksi vb.) meydana gelebilecek olağanüstü değişiklikler karşısındaki tepkileri farklı dönemler için incelenmiştir. Çalışmada, tahsili gecikmiş alacak oranının ekonominin çeşitli dönemlerinde farklı değişkenlere karşı hassasiyeti farklı olmakla birlikte, en fazla ülkenin kredi kalitesini gösteren risk primine gelebilecek bir şoktan etkileneceği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, finansal sağlamlığın, örneklem büyüklüğünün sınırlı olması sebebiyle, sadece enflasyon ve kur şoklarından kaynaklı beklentilerle uyumlu yönde anlamlı etkilere sahip olduğuna dair bulgulara ulaşılmıştır.

Espinoza ve Prasad (2010) tarafından yapılan "Körfez Arap İş Birliği Konseyi Bölgesi (GCC) Bankacılık sisteminde takibe düşen krediler ve makroekonomik etkileri" adlı panel veri analizi yönteminin kullanıldığı çalışmada, Körfez Arap İş Birliği Konseyi Bölgesi'nde faaliyet gösteren 80 bankaya ait 1995-2008 arası veriler kullanılmıştır. Çalışmada, makroekonomik değişkenlerin takibe düşen krediler üzerindeki etkisi incelenmiş ve ekonomik büyümenin azalması, faiz oranının ve riskten kaçınmadaki artışın takibe düşen kredileri artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Altıntaş (2011)'in yapmış olduğu çalışmada, Türkiye Bankacılık Sektörü için bir stres testi uygulaması yapmıştır. 2003-2010 yılları arasında çeyrek dönemlik verilerin kullanıldığı çalışmada, bağımlı değişken olarak kredi riskini temsilen toplam takip oranlarının lojistik dönüşümüyle elde edilen endeks serisi, bağımlı değişkenin açıklayıcıları olarak ise GSYİH, nominal faiz, TÜFE ve dolar kurunu modele dâhil etmiştir. VAR analizinin kullanıldığı çalışma sonucunda, çeşitli düzeylerde makroekonomik değişkenlere verilen şoklar (GSYİH'nın bir önceki yıl aynı çeyreğe göre %1, %5 ve %10 küçülmesi senaryosu, nominal faiz, enflasyon ve dolar kurunun en son düzeylerine göre %25, %50 ve %100 artış senaryosu) sonucunda GSYİH azalmanın, nominal faiz, TÜFE ve dolar kurundaki artışların kredi takip oranlarını artıracığı sonucuna ulaşılmıştır.

Messai ve Jouini (2013), panel veri analizi yöntemini kullanarak 2004-2008 döneminde İtalya, Yunanistan ve İspanya'da faaliyet gösteren 85 bankada takibe düşen kredileri etkileyen faktörlerin neler olduğunu tahmin etmeye çalışmışlardır. Bağımlı değişken olarak takibe düşen krediler kullanılırken, bağımsız değişkenler olarak işsizlik oranı, büyüme oranı ve reel faiz oranı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular, takibe düşen kredileri banka kârlılığı ve ekonomik büyümenin azalttığını; kredi kalitesinin düşük olması, işsizlik oranı, toplam borç rezervleri ve reel faiz oranlarının ise takibe düşen kredileri artırdığı sonucunu göstermiştir.

Kalkbrener ve Overbeck (2017) tarafından yapılan çalışmada ise çok faktörlü bir kredi portföy yaklaşımına stres testi uygulanmasına dair genel bir yaklaşım sunulmuş ve stres altında varlık korelasyonları, temerrüt olasılığı ve temerrüt

korelasyonları analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, model seçiminin stres koşulları altında korelasyonel ilişkilerin davranışında önemli etkilere sahip olduğunu gösterilmiştir.

## 2. Veri Seti, Yöntem ve Bulgular

### 2.1. Veri Seti

Çalışmadaki değişkenlere ait veri seti 2010/Q1–2018/Q2 dönemini kapsamakta ve 34 çeyrek dönemlik bir veri setinden oluşmaktadır. Çalışmada bağımlı değişken olarak takip oranı (NPL) kullanılmıştır. Kredi riskinin sistematik (çeşitlendirme ile ortadan kaldırılamayan) kısmını açıklama gücüne sahip bağımsız makroekonomik risk değişkenleri olarak ise, mevsimsel olarak düzeltilmiş gayri safi yurt içi hasılanın büyümesi (GDP), tüketici fiyatları endeksi (INF), işsizlik oranı (UER), para arzı (lnM2: Çalışmada M2 para arzının logaritması alınmıştır) ve 3 aylık mevduatlara uygulanan faiz oranı (IR) kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan veriler, T. C Merkez Bankası Elektronik Veri Dağıtım Sistemi (EVDS) ve Thomson Reuters veri tabanından elde edilmiştir.

### 2.2. Yöntem

Bankacılık sektöründe, olası şoklar ve kriz durumlarında kredi risklerinin gelişimini ortaya koymak amacıyla stres testleri uygulanmaktadır. Bu çalışmada Türk bankacılık sektörü stres testi analizinde, Thomas Wilson tarafından (1997) McKinsey için geliştirilen Credit Portfolio View (CPV) modelinin temel alınmıştır. Çalışmada yöntem olarak, Blaschke vd. (2001) IMF'in FSAP programı çerçevesinde finansal sistemlere yönelik stres testlerinin nasıl uygulanacağını açıkladığı çalışmada uyguladığı yaklaşım ve model kullanılmıştır.

Öncelikle, Türkiye bankacılık sektörü için zaman serisi analiziyle makroekonomik kredi riski modeli oluşturulmuştur. Bankacılık sektörü üzerinde en fazla etkisi olabileceği düşünülen makroekonomik değişkenlere, takip oranı ile aralarındaki tarihsel ilişkiler göz önünde bulundurularak, varsayımsal şoklar verilmiştir. Makroekonomik değişkenlere verilen şoklar sonrasında, takip oranının bir sonraki dönem alabileceği değer, Monte Carlo Simülasyonundan yararlanmak suretiyle tahmin edilmiştir. Makroekonomik değişkenlere ilişkin verilecek olan şokların büyüklüğü varsayımsal bir şekilde belirlenmiştir. Şokun etkisine ilişkin yönün belirlenmesinde, Türkiye bankacılık sektörü için zaman serisi analiziyle oluşturulan makroekonomik kredi riski modelinden yararlanılmıştır.

Türkiye bankacılık sektörü için bu çalışmada oluşturulan kredi riski modeli şöyledir:

$$NPL_t = \alpha + \beta_1 \Delta UER_t + \beta_2 \Delta \ln M2_t + \beta_3 \Delta INF_t + \beta_4 \Delta IR_t + \beta_5 \Delta GDP_t + \epsilon_t$$

NPL = Takip oranı (Takipteki Krediler/Toplam Krediler)

UER = İşsizlik oranı

M2 = M2 Para arzı

INF = Enflasyon oranı

IR = Faiz oranı

GDP = Gayri Safi Yurt İçi Hasıla

### 2.3. Bulgular

Türkiye bankacılık sektörü takip oranları ile makroekonomik değişkenler arasındaki zaman serisi analizine ilişkin doğrusal regresyon modeli tahmin edilmeden önce, değişkenlerin durağan olup olmadıkları, birim kök testleri ile sınanmıştır. Zira, zaman serilerine dayalı analizlerde, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin sahip olduğu trendin göz ardı edilmesiyle, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında gerçekte olmayan ilişkilerin varmış gibi ortaya çıkmasından kaynaklı sahte regresyon problemi ortaya çıkabilir (Sevüktekin ve Çınar, 2017: 51).

Çalışmada ilk olarak değişkenlerin durağanlık seviyeleri Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips Peron (PP) testi ile sınanmıştır. Bu testlerin temel hipotezleri değişkenlerin birim köklü olduğu yönünde olup, olasılık değerinin %5 ten küçük olması, bu temel hipotezin reddedilemediği anlamına gelmektedir.

Tablo 1. Değişkenlere Ait Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	ADF		PP		Sonuç
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	
NPL*	-5.453502 (0.0001)	-5.843086 (0.0002)	-4.597417 (0.0008)	-4.694077 (0.0035)	Durağan
UER	-1.786806 (0.3800)	-2.766405 (0.2191)	-2.171171 (0.2200)	-3.227763 (0.0966)	Durağan değil
lnM2***	-2.829605 (0.0651)	-2.440122 (0.3537)	-2.820054 (0.0664)	-2.412073 (0.3670)	Durağan
INF	2.236783 (0.9999)	-1.572643 (0.7781)	-1.828970 (0.3605)	-2.564355 (0.2977)	Durağan değil
IR	0.087875 (0.9599)	-1.291456 (0.8726)	0.893764 (0.9942)	-1.154957 (0.9034)	Durağan değil
GDP***	-2.691072 (0.0896)	-0.025136 (0.9934)	-3.174407 (0.0307)	-3.516865 (0.0539)	Durağan
<b>Birinci Farkları</b>					
NPL*	-4.388756 (0.0017)	-4.057031 (0.0166)	-3.735575 (0.0082)	-3.997079 (0.0191)	Durağan
UER***	-2.791961 (0.0710)	-3.024085 (0.1421)	-3.136071 (0.0338)	-3.345838 (0.0771)	Durağan
lnM2*	-4.946291 (0.0003)	-5.192453 (0.0010)	-4.881996 (0.0004)	-5.623495 (0.0003)	Durağan
INF***	-2.248290 (0.1949)	-3.303648 (0.0887)	-7.040920 (0.0000)	-8.519609 (0.0000)	Durağan
IR*	-4.828668 (0.0005)	-5.047214 (0.0015)	-4.704635 (0.0007)	-5.886364 (0.0002)	Durağan
GDP*	-1.399062 (0.5656)	-4.935176 (0.0029)	-7.671024 (0.0000)	-7.544277 (0.0000)	Durağan

\* , \*\* , \*\*\* Kritik değerler sırasıyla % 1 , % 5 ve %10 anlamlılık düzeyini vermektedir. Parantez içerisindeki değerler olasılık değerleridir.

Tablo 1'de ADF ve PP birim kök testi sonuçları verilmiştir. Serilerin durağanlık durumları sabitli ve hem sabitli hem de trendli olarak test edilmiştir. ADF ve PP birim kök testi sonuçlarına göre NPL, lnM2 ve GDP değişkenleri seviyelerinde temel hipotez reddedilmiş ve durağan oldukları belirlenmiştir. Diğer değişkenler için ise, birinci farkları alınması durumunda

temel hipotez reddedilmiştir. Diğer bir ifadeyle, değişkenlerin birinci farkları alınarak durağan hale getirilmiştir. Bu durumda, değişkenler durağan oldukları durumda modele dâhil edilmiştir.

Kredi modellerinin oluşturulmasında makro değişkenlerle takip oranı arasındaki olası gecikmeli ilişkilerin göz ardı edilmemesi gerekir. Bu yüzden, Türkiye bankacılık sektörü için oluşturulan kredi riski modeline, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin gecikmelerinden modelin anlamlılığına katkı sağlayan uygun gecikmeler açıklayıcı değişken olarak eklenmiştir. Bunun sonucunda Türkiye bankacılık sektörü kredi riski modeli sonuçları Tablo 2'de olduğu gibi elde edilmiştir.

**Tablo 2. Türkiye Bankacılık Sektörü Kredi Riski Modeli Sonuçları**

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t İstatistiği	Olasılık
NPL(-1)	0.6851*	0.1133	6.0455	0.0001
DUER	0.1760*	0.0505	3.4813	0.0021
LN2(-1)	-0.6528**	0.2701	-2.4172	0.0244
DIR(-4)	0.0386**	0.0184	2.0999	0.0474
GDP(-4)	-0.0243**	0.0107	-2.2696	0.0334
DINF(-3)	0.0194**	0.0086	2.2543	0.0345
R Kare	0.7599			
Düzeltilmiş R Kare	0.6944			
F İstatistiği	11.6063			
Olasılık (F İstatistiği)	0.0001			

\* , \*\* , \*\*\* sırasıyla % 1 , % 5 ve %10 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 2'de Türkiye bankacılık sektörü kredi riski modeline ilişkin sonuçlar görülmektedir. Modelin oluşturulma aşamasında, bağımlı değişkenin kendi gecikmesi ve bağımlı değişkenle ilişkili olabilecek bağımlı değişkeni açıklama gücüne sahip makroekonomik değişkenlerin gecikmeleri, dört gecikmeye kadar, bağımsız değişkenler olarak modele ilave edilmiştir. Anlamlı olmayan gecikme ve düzey değerlerinin model dışına atılmasıyla Tablo 2'deki gibi bir bütün olarak anlamlı nihai model elde edilmiştir.

Türkiye bankacılık sektörü kredi riski modeline ait sonuçlar incelendiğinde, R2 (belirlilik veya uyum iyiliği katsayısı) değerinin yaklaşık %76 olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, modelin açıklama gücünün yüksek olduğu söylenebilir. Ayrıca modelin bir bütün olarak anlamlı olup olmadığını gösteren F istatistiği olasılığının da % 1 de istatistiki olarak anlamlı olduğu gözlenmektedir.

Türkiye bankacılık sektörü kredi riski modeline ait sonuçları yorumlamadan önce, modele ilişkin otokorelasyon ve değişen varyans sorununun olup olmadığını test edilmesi gerekmektedir. Tablo 3'te kredi riski modeline ait otokorelasyon ve değişen varyans testi sonuçları incelendiğinde hem otokorelasyon hem de değişen varyans sorununun olmadığı gözlenmektedir.

**Tablo 3. Kredi Riski Modeli Otokorelasyon ve Değişen Varyans Sonuçları**

<b>Breusch-Godfrey Seri Korelasyon LM Testi</b>			
F-İstatistiği	0.753258	Olasılık F(12,10)	0.6834
LM	13.76819	Olasılık $\chi^2$ (12)	0.3158
<b>White Değişen Varyans Testi</b>			
F-istatistiği	0.494411	Olasılık F(6,22)	0.8056
White test değeri	3.445721	Olasılık $\chi^2$ (6)	0.7512

Türkiye bankacılık sektörü kredi riski modeline ilişkin otokorelasyon ve değişen varyans sorununun olmadığı tespit edilmesinden sonra, değişkenlerin katsayıları incelenebilir. Modelde (Tablo 2) bağımlı değişken olarak yer alan takip oranı ile modele açıklayıcı değişken olarak ilave edilen takip oranının birinci gecikmesi arasında istatistiki olarak %1 düzeyinde anlamlı güçlü pozitif ilişki olduğu görülmektedir. İşsizlik değişkeni ile takip oranı arasında, beklendiği üzere, istatistiki olarak %1 düzeyinde anlamlı güçlü bir pozitif ilişkinin olduğu model sonuçlarından görülmektedir. Takip oranı ile faiz oranının dördüncü gecikmesi ve enflasyon oranının üçüncü gecikmesi arasında ise istatistiki olarak %5 düzeyinde anlamlı pozitif ilişkinin olduğu gözlenmektedir. Son olarak ise, para arzı (lnM2) ve gayri safi yurt içi hasıla değişkenleri ile takip oranları arasında ise %5 düzeyinde anlamlı negatif ilişki tespit edilmiştir. Sonuç olarak, oluşturulacak modelde, bağımlı değişkenle olan pozitif ilişkiden dolayı takip oranının gecikmesi, işsizlik, faiz ve enflasyonda meydana gelecek bir artışın takip oranını artırması, takip oranı ile aralarındaki negatif ilişkiden dolayı para arzı ve gayri safi yurt içi hasıla değişkenlerindeki bir artışın ise takip oranı değerini azaltması beklenmektedir.

Türkiye bankacılık sektörü kredi riski modeli değişkenlerine ait anlamlı katsayılar elde edildikten sonra ise, bu katsayılar kullanılmak suretiyle kredi takip oranlarının gelecek dönem değeri (2018 yılı 3.çeyrek değeri) MS Excel programı kullanılarak Monte Carlo simülasyonlarıyla oluşturulmuştur. Aşağıda yer alan Tablo 4, Tablo 5 ve Tablo 6'da Türkiye bankacılık sektörü kredi riski modeline, sırasıyla işsizlik, faiz ve para arzı şoku %20, %30 ve %40 oranında verilerek (S1, S2, S3) stres testi analizi uygulanmıştır. Söz konusu varsayımsal senaryolar kapsamında verilen şoklar sonucunda oluşabilecek beklenen kayıp, beklenmeyen kayıp ve kredi riskine maruz değer %95 ve %99 güven düzeylerinde tahmin edilmiştir.

**Tablo 4. Türkiye Bankacılık Sektörü İşsizlik Şoku İçin Takip Oranı 2018 Yılı 3. Çeyrek Tahmini Değerleri**

			DUER S1	DUER S2	DUER S3
		2018 2. Çeyrek Takip Oranı	20%	30%	40%
Beklenen Kayıp	50%	2.90	3.027	3.039	3.051
Beklenmeyen Kayıp	95%	2.90	3.884	3.896	3.908
Kredi riskine Maruz Değer	95%	2.90	6.911	6.935	6.959
Beklenmeyen Kayıp	99%	2.90	4.201	4.214	4.226

Kredi riskine Maruz Değer	99%	2.90	7.228	7.253	7.277
---------------------------	-----	------	-------	-------	-------

Not: DUER S1, DUER S2 ve DUER S3 işsizlik değişkeninin farkına uygulanan sırasıyla 20%, 30%, ve 40% oranındaki şoku gösterir.

Yukarıdaki tabloda Türkiye bankacılık sektörü takip oranı için, işsizlik oranı fark serisi üzerine gelebilecek %20 (DUER S1), %30 (DUER S2) ve %40 (DUER S3) şok durumunda %95 ve %99 güven aralıklarında takip oranının alabileceği değerler gösterilmektedir. %95 güven düzeyinde takip oranı beklenmeyen kayıp değerlerinin sırasıyla, 3.88, 3.89 ve 3.91 olarak gerçekleşeceği modellenen öngörülmektedir. Ayrıca, yine %95 güven düzeyinde beklenen ve beklenmeyen kayıpların toplamından oluşan kredi riskine maruz değer (%95) ise 6.91, 6.93, ve yaklaşık 6.96 olarak tahmin edilmiştir.

**Tablo 5. Türkiye Bankacılık Sektörü Faiz Şoku İçin Takip Oranı 2018 Yılı 3. Çeyrek Tahmini Değerleri**

			DIR S1	DIR S2	DIR S3
		2018 2. Çeyrek Takip Oranı	20%	30%	40%
Beklenen Kayıp	50%	2.90	3.035	3.045	3.055
Beklenmeyen Kayıp	95%	2.90	4.116	4.126	4.136
Kredi riskine Maruz Değer	95%	2.90	7.151	7.171	7.191
Beklenmeyen Kayıp	99%	2.90	4.538	4.548	4.558
Kredi riskine Maruz Değer	99%	2.90	7.573	7.593	7.613

Not: DIR S1, DIR S2 ve DIR S3 faiz değişkeninin farkına uygulanan sırasıyla 20%, 30%, ve 40% oranındaki şoku gösterir.

Yukarıdaki tabloda Türkiye bankacılık sektörü takip oranı için, faiz oranı üzerine gelebilecek %20 (DIR S1), %30 (DIR S2) ve %40 (DIR S3) şok durumunda %95 ve %99 güven aralıklarında takip oranının alabileceği değerler gösterilmektedir. %95 güven düzeyinde takip oranı beklenmeyen kayıp değerlerinin sırasıyla, 4.11, 4.13 ve 4.14 olarak gerçekleşeceği modellenen öngörülmektedir. Ayrıca, yine, %95 güven düzeyinde beklenen ve beklenmeyen kayıpların toplamından oluşan kredi riskine maruz değer (%95) ise 7.15, 7.17, ve 7.19 olarak tahmin edilmiştir.

**Tablo 6. Türkiye Bankacılık Sektörü Para Arzı Şoku İçin Takip Oranı 2018 Yılı 3. Çeyrek Tahmini Değerleri**

			LnM2 S1	LnM2 S2	LnM2 S3
		2018 2. Çeyrek Takip Oranı	20%	30%	40%
Beklenen Kayıp	50%	2.90	3.699	4.095	4.491
Beklenmeyen Kayıp	95%	2.90	4.855	5.25	5.646
Kredi riskine Maruz Değer			8.554	9.345	10.137



	95%	2.90			
Beklenmeyen Kayıp	99%	2.90	5.367	5.763	6.159
Kredi riskine Maruz Değer	99%	2.90	9.066	9.858	10.65

Not: lnM2 S1, lnM2 S2 ve lnM2 S3 para arzı değişkenin logaritmasına uygulanan sırasıyla 20%, 30%, ve 40% oranındaki şoku gösterir.

Yukarıdaki tabloda, Türkiye bankacılık sektörü takip oranı için, para arzının logaritması üzerine gelebilecek negatif (Tablo 2'de kredi riski modelinde para arzı ile takip oranı arasındaki negatif ilişki nedeniyle) %20 (lnM2 S1), %30 (lnM2 S2) ve %40 (lnM2 S3) şok durumunda %95 ve %99 güven aralıklarında takip oranının alabileceği değerler gösterilmektedir. %95 güven düzeyinde takip oranı beklenmeyen kayıp değerlerinin sırasıyla, 4.86, 5.25 ve 5.65 olarak gerçekleşeceği görülmektedir. %95 güven düzeyinde beklenen ve beklenmeyen kayıpların toplamından oluşan kredi riskine maruz değer (%95) ise 8.55, 9.34, ve 10.14 olarak tahmin edilmiştir.

### Sonuç ve Değerlendirme

Son dönemlerde uluslararası finansal piyasalarda oldukça sık görülmeye başlayan, başta ülke ekonomileri olmak üzere tüm kesim üzerinde etkisini şiddetli bir şekilde hissettiren finansal sisteme ilişkin krizler, finansal istikrarın sağlanmasına yönelik çalışmaların önemini ortaya koymaktadır. Finansal sistemin özellikle de bankacılık sektörünün dayanıklılığını test edip, içerdiği zayıflıkları sayısal olarak ifade etmekte kullanılan en önemli teknik stres testleridir. Stres testleri, normal koşullarda beklenmeyen, meydana gelme olasılığı düşük ancak imkansız olmayan, ortaya çıktıklarında ise zarar verme potansiyeli yüksek bulunan şokların, çeşitli portföyler, finansal kuruluşlar veya finansal sistem üzerindeki olası etkilerini ortaya koymayı amaçlayan ölçüm ve analizlerdir.

Bu çalışmanın amacı, 1997 yılında Thomas Wilson tarafından geliştirilen makroekonomik kredi riski modeli Credit Portfolio View yaklaşımından hareketle, Türkiye bankacılık sektöründe kredi riskine etki eden ortak makroekonomik risk faktörlerinin ortaya çıkarılması; oluşturulan makroekonomik kredi riski modellerindeki önemli değişkenlere varsayımsal şoklar uygulanması ve stres testi analizi sonucunda oluşabilecek takipteki kredilerin (beklenen ve beklenmeyen kayıplar ve kredi riskine maruz değerlerin) tahmin edilmesidir. Çalışmada, Türkiye bankacılık sektörünün makroekonomik şoklar karşısındaki dayanıklılığını ölçebilmek amacıyla bağımlı değişken olarak takip oranı, açıklayıcı değişkenler olarak ise işsizlik, faiz oranı, para arzı, enflasyon ve gayri safi yurt içi hasıla kullanılmıştır.

Türkiye bankacılık sektörü üzerinde yapılan stres testi analizi sonucunda işsizlik oranı üzerine gelebilecek %20 (DUER S1), %30 (DUER S2) ve %40 (DUER S3) şok durumunda %95 güven düzeyinde takip oranı beklenmeyen kayıp değerleri sırasıyla, 3.88, 3.89 ve 3.91 olarak gerçekleşmektedir. Ayrıca yine, %95 güven düzeyinde, beklenen ve beklenmeyen kayıpların toplamından oluşan kredi riskine maruz değer (%95) ise 6.91, 6.93, ve yaklaşık 6.96 olarak tahmin edilmiştir.

Türkiye bankacılık sektörü üzerinde yapılan stres testi analizi sonucunda işsizlik oranı üzerine gelebilecek %20 (DUER S1), %30 (DUER S2) ve %40 (DUER S3) şok durumunda %95 güven düzeyinde takip oranı beklenmeyen kayıp değerleri sırasıyla, 3.88, 3.89 ve 3.91 olarak gerçekleşmektedir. Ayrıca yine, %95 güven düzeyinde, beklenen ve beklenmeyen kayıpların toplamından oluşan kredi riskine maruz değer (%95) ise 6.91, 6.93, ve yaklaşık 6.96 olarak tahmin edilmiştir.

Türkiye bankacılık sektörü takip oranı için, para arzı üzerine gelebilecek negatif %20 (lnM2 S1), %30 (lnM2 S2) ve %40 (lnM2 S3) şok durumunda, %95 güven düzeyinde takip oranı beklenmeyen kayıp değerleri sırasıyla, 4.86, 5.25 ve 5.65 olarak gerçekleşeceği %95 güven düzeyinde beklenen ve beklenmeyen kayıpların toplamından oluşan kredi riskine maruz değer (%95) ise 8.55, 9.34, ve 10.14 değerlerinden oluşmaktadır.

Türkiye bankacılık sektörü üzerinde etkisi görülen makroekonomik değişkenlere uygulanan varsayımsal şokların, takip oranı değişimine etkisinin henüz yüksek seviyelerde olmadığı gözlenmektedir. Diğer bir ifadeyle, Türk bankacılık sektörünün makroekonomik değişkenlerde ortaya çıkabilecek şoklara karşı dayanıklı olduğu söylenebilir. Ancak, şokların şiddeti arttırıldığında kredi riskine maruz değerlerin ciddi oranda artabileceği görülmektedir. Uzun süreli ve birden çok değişken üzerinde eş anlı şoklar gelmesi durumunda, Türkiye takip oranı serisinin çok daha yüksek değerlere sahip olacağı söylenebilir.

Bu çalışmanın bulguları, seçilen örneklem ve veri dönemi ile kısıtlıdır. Gelecek çalışmalarda, farklı makroekonomik değişkenlerin modellere dâhil edilmesi, makro- ekonomik değişkenlerin geçmişteki trendlerine göre senaryolar

geliştirilmesi ve birden fazla değişkene birbirleriyle etkileşimleri dikkate alınarak eş anlı şoklar verilerek oluşturulan senaryoların etkilerinin incelenmesi faydalı olacaktır. Ayrıca, takipteki kredilerin bireysel ve ticari krediler vs. gibi alt kategoriler bazında incelenmesi daha detaylı sonuçlar verebilir.

## Kaynakça

- Alexander, C. and Sheedy, E. (2008). Developing a stress testing framework based on market risk models. *Journal of Banking & Finance*, (32), 2220-2236.
- Allen, L., DeLong, G. and Saunders, A. (2004). Issues in the credit risk modeling of retail markets. *Journal of Banking & Finance*, 28(4), 727-752.
- Altın, O. (2012). Avrupa birliği bankacılık sektöründe finansal stresin değerlendirilmesi: Panel-var yaklaşımı. *Bankacılar Dergisi*, (81), 81-100.
- Altıntaş, M. A. (2011). *Kredi kayıplarının makroekonomik değişkenlere dayalı olarak tahmini ve stress testleri-Türk bankacılık sektörü için ekonometrik bir yaklaşım*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ankara: Başkent Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Altman, E. I. and Saunders, A. (1997). Credit risk measurement: Developments over the last 20 years. *Journal of Banking & Finance*, 21 (11), 1721-1742.
- Arya, O. P. (2008). *Effective techniques for stress testing and scenario analysis*. Federal Reserve Bank of New York, India: Mumbai.
- Babuşcu, Ş. (2005). *Basel II düzenlemeleri çerçevesinde bankalarda risk yönetimi*. Ankara: Akademi Consulting & Training.
- Asteriou, D. and Hall, S. G. (2007). *Applied econometrics*. New York: Palgrave Macmillan.
- Baltagi, B. H. (2015). *The Oxford handbook of panel data*. New York: Oxford University Press.
- Beşe, E. (2007). *Finansal sistem stres testi uygulamaları ve Türkiye örneği*. Uzmanlık Yeterlilik Tezi, Ankara: TCMB Bankacılık ve Finansal Kuruluşlar Genel Müdürlüğü.
- Blaschke, W., Jones, M. T., Majnoni, G. and Martinez Peria S. (2001). *Stress testing of financial systems: An overview of issues, methodologies, and FSAP experiences*.
- Bluhm, C., Overbeck, L. and Wagner, C. (2003). *An introduction to credit risk modeling*. London: Chapman & Hall/CRC Financial Mathematics Series.
- Bolgün, K. E. ve Akçay, M. B. (2016). *Türk finans piyasalarında entegre risk ölçüm ve yönetim uygulamaları risk yönetimi*. İstanbul: Scala Yayıncılık.
- Candan, H. ve Özün, A. (2006). *Bankalarda risk yönetimi ve Basel II*. İstanbul: Türkiye İş Bankası Yayınları.
- CGFS. (2000). *Stress testing by large financial institutions: Current practice and aggregation issues*. Bank for International Settlements,
- Cihak, M. (2007). *Introduction to applied stress testing*. International Monetary Fund, IMF Working Paper,
- Cihak, M. (2004). *Stress testing: A review of key concepts*. Czech National Bank, CNB Internal Research and Policy Note,
- Crouhy, M., Galai, D. and Mark, R. (2006). *The essentials of risk management*. London: McGraw-Hill Education
- Donaldson, T. (1989). *Credit risk and exposure securitization and transactions*. London: St Martin's Press.
- Dowd, K. (2002). *An introduction to market risk measurement*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Drees, B. (2007). *Credit risk models*. IMF Institute.
- Enders, W. (2015). *Applied Econometric Time Series*. USA: John Wiley Sons Inc
- Foglia, A. (2009). Stress testing credit risk: A survey of authorities' approaches. *International Journal of Central Banking*, 5 (3), 9-45.
- Hilbers, P. and Jones, M. T. (2004). *Stress testing financial systems*. International Monetary Fund,

- Hoggarth, G. and Whitley, J. (2003). Assessing the strength of UK Banks through macroeconomic stress tests. *Financial Stability Review*,
- Korkmaz, T. K. (2004). Bankalarda kredi riski ölçümünde alternatif yöntemler. *Active Bankacılık ve Finans Dergisi*, 5 (11), 49-62.
- McKinsey & Company Inc. (1997). *CreditPortfolioView*: Technical document.
- Ong, M. K. (2000). *Internal credit risk models: capital allocation and performance measurement*. London: Risk Books.
- Quagliariello, M. (2009). *Stress-testing the banking system: methodologies and applications*. UK: Cambridge University Press.
- Sevüktekin, M. ve Çınar, M. (2017). *Ekonometrik zaman serileri analizi*. Bursa: Dora Yayınevi .
- Saunders, A. and Allen, L. (2002). *Credit risk measurement, new approaches to value at risk and other paradigms* (2.ed). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Sonbul İskender, E. (2014). *Kredi riski dayanıklılığının analizi Türk bankacılık sektörü üzerine politika önerileri*. Yayınlanmamış doktora tezi, Ankara: Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Sorge, M. (2004). *Stress-testing financial systems: an overview of current methodologies*. Bank for International Settlements,
- Virolainen, K. (2004). *Macro stress testing with a macroeconomic credit risk model for Finland*. Helsinki: Bank of Finland Discussion Papers
- Vukelic, T. (2011). *Stress testing of the banking sector in emerging markets: A case of the selected Balkan Countries*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Prag: Charles University, Faculty of Social Sciences Institute of Economic Studies.

## Extended Abstract

### Aim and Scope

The purpose of this study is to predict the ratio of non-performing loans as well as expected loss, unexpected loss and credit at risk values in the banking sector of Turkey as a result of macro-economic shocks under hypothetical scenarios. The study utilizes data in the period between 2010/Q1 and 2018/Q2 and includes 34 quarters. In the credit risk models, non-performing loans was used as the dependent variable, while unemployment rate, interest rate, money supply, inflation and GDP were used as explanatory variables.

### Methods

Stress tests are usually used to identify how credit risks evolve as a result of probable shocks and crises in the economy. In this study, credit risk models were developed by including macro-economic variables affecting the credit risk based on the Credit Portfolio View approach proposed by Thomas Wilson in 1997. First, a macroeconomic credit risk model was developed for the Turkish Banking sector with time series analysis. Then, hypothetical shocks were implemented to the macroeconomic variables which are considered to be most influential on the banking sector based on the historical relationships between those variables and the non-performing loans.

Scenario analysis was employed as well as Monte Carlo Simulations with respect to significant variables in the credit risk models to predict the level of non-performing loans in the following period. The level of shocks in the Monte Carlo Simulations were determined hypothetically. The direction regarding the effect of the shock was determined by appraising the macroeconomic credit risk model estimated with time series analysis.

### Findings

The NPL for 2018 Q3 in the Turkish banking sector is predicted to be 3.88, 3.89 and 3.91 per cent, while the Value at Credit Risk, which is the total of expected and unexpected losses, is predicted to be 6.91, 6.93 and 6.96 per cent as a result of the scenarios which assume that a 20, 30 and 40 per cent shock arises in the difference of unemployment rate series with a confidence interval of 95 per cent. Similarly, 20, 30 and 40 per cent shocks in the interest rates is likely to generate NPL levels of 4.11, 4.13 and 4.14 per cent; Value at Credit Risk levels of 7.15, 7.17 and 7.19 per cent. In the same manner, 20, 30 and 40 per cent shocks in the logarithm of Money supply series is likely to cause NPL levels of 4.86, 5.25 and 5.65 per cent; Value at Credit Risk levels of 8.55, 9.34, and 10.14 per cent.

## **Conclusion**

When stress test was applied to macro-economic variables which affect the banking sector in Turkey, it was observed that the shocks seemed to be influential on the non-performing loans. The predicted influence on the NPL is limited in most of the scenarios tested in the study and the Turkish banking sector seems to be resistant to the shocks which may arise in the macroeconomic variables. However, when the magnitude of the shocks increase, Value at Credit Risk levels appear to increase significantly. In case simultaneous long term shocks arise in more than one macroeconomic variables, the NPL values may reach high levels.