

ÖNCÜ GÖSTERGELER KULLANIMININ TAHMİNİN DOĞRULUĞUNA ETKİSİ: TÜRK OTOMOTİV PAZARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Dr. Aslıhan Başaran Şen*
Dr. Gamze Kaba**

Özet

Ekonomik dalgalanmalar, şirketlerin içinde buldukları ortamın belirsizliğini arttırmaktadır. Küresel krizlerin ülke ekonomileri üzerindeki etkisinin arttığı günümüzde, buldukları pazara ait talebi doğru tahmin edebilmek şirketler açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı, öncü göstergeler kullanmanın istatistiki tahminin doğruluğuna olan etkisini araştırmaktır.

İstatistiki tahmin modelleri, temel olarak açıklayıcı modeller ve zaman serisi modelleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Genellikle de, bu ikisini bir arada kullanarak karma modeller kurmak, tahminin doğruluğunu arttırmaktadır. Araştırmamızda, istatistiki tahmin modelleri ve bu modellerde öncü göstergeler kullanımı, Türkiye'deki otomotiv satışlarının örnek olarak kullanıldığı bir analizde karşılaştırılmıştır. Otomotiv sanayi, üretim, ihracat, işgücü gibi pek çok açıdan bakıldığında, ülkemizdeki en önemli sektörlerden biridir. Dolayısıyla otomotiv sanayindeki gelişmeler, genel olarak ekonomideki gelişmelere de belirli ölçüde ışık tutmaktadır.

Yaptığımız analizde, Türkiye'de otomotiv satışlarının belirgin bir mevsimsellik içerdiği açıkça görülmektedir. Dolayısıyla analizimizde kullanılan tüm istatistiki tahmin modelleri, bu mevsimselliği dikkate alacak şekilde oluşturulmuştur. Daha sonra bu tahmin modelleri, farklı tahmin dönemleri için örnek sonrası etkinlik açısından karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Talep tahmini, Öncü göstergeler, Otomotiv sanayi, ARIMA, Regresyon, Transfer fonksiyon modelleri, Mevsimsel seriler

* Marmara Üniversitesi, İİBF, İngilizce İşletme Bölümü, aslihan.sen@marmara.edu.tr

** Marmara Üniversitesi, İİBF, İngilizce İşletme Bölümü, gamze.kaba@marmara.edu.tr

THE EFFECTS OF USING LEADING ECONOMIC INDICATORS IN INCREASING FORECAST ACCURACY: AN ANALYSES ON THE TURKISH OTOMOTİVE SECTOR

Abstract

In addition to sector specific developments, the fluctuations in the economy result in an uncertain environment for companies. Moreover, the impact of global economic and financial crisis on local economies have increased significantly over the past years, further increasing this uncertainty. Making a correct forecast of the market demand is therefore a very important issue for companies, especially in today's highly competitive environment. The aim of this study is to determine if the use of leading indicators in a statistical demand forecast model increases forecast accuracy.

There are mainly two major types of statistical forecasting models: time series models and explanatory models. And generally, combining these two types of models increases forecast accuracy. In this study, we have used Turkish otomotive sector sales as data to compare statistical forecasting models and to analyze the effects of using leading indicators in the forecast model. Otomotive sector is one of the most important sectors in Turkey, given its weight in production, exports and employment. The results of our findings on the sector, may therefore be important because of its impact on the overall economy.

Our analysis shows that there is strong seasonality in otomotive sales in Turkey and that any forecast model should take into account this seasonality. So, mainly the seasonal statistical forecasting models has been used for comparison.

Key Words: demand forecast, leading indicators, otomotive sector, ARIMA, regression transfer function models, seasonality

1. Giriş

Politik ve ekonomik ortamdaki dalgalanmaların yanı sıra rekabetin hızla arttığı bir ortamda doğru kararları almak, şirketler için yaşamsal önem taşımaktadır. Doğru kararlar alabilmek ise, geleceğe ilişkin mümkün olduğunca doğru tahminlerin yapılmasını gerektirmektedir. Şirketler, hammadde gereksinimi, tutulması gereken optimal stok miktarı, borçlanma gereksinimi, eleman ihtiyacı gibi pek çok konuda tahmin yapmak durumundadır. Ancak bunlardan herhangi birinin tahmin edilebilmesi için öncelikle pazarın talebinin ve buna bağlı olarak da şirketin satışlarının tahmin edilmesi gerekir. Dolayısıyla pazara ait talep tahmini şirkette ihtiyaç duyulan tüm diğer tahminler için bir başlangıç noktası oluşturmaktadır.

Pazar talebi, ekonomideki gelişmelerden büyük ölçüde etkilenir. Ancak ekonomideki gelişmeleri tahmin etmek genellikle çok güçtür. Ekonomideki bu belirsizliği azaltmak amacıyla, dalgalanmaların boyutunu değilse de, zamanını tahmin etmek için öncü

göstergeler kullanılmaktadır. Bunların, ekonomik konjonktürdeki dönüm noktaları öncesinde sinyal verdikleri gözlenmiştir. İnşaat izinleri, reel para arzı, işsizlik sigortası başvuruları, tüketici beklentileri endeksi, hisse senedi fiyatları öncü göstergelerden bazılarıdır. Ayrıca, TCMB ve OECD'nin ortak bir çalışması olarak 2001'de Türkiye'ye ait bir birleşik öncü göstergeler indeksi oluşturulmuştur.¹

Talep tahmini yaparken kullanılan istatistiki modellere, ekonomik konjonktürdeki değişimleri dikkate almak üzere öncü göstergeler kullanmanın etkilerini araştıran çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan çoğu (Tsay ve Wu², Westlund³) öncü göstergelerin genel ekonomik konjonktürü tahmin etmekteki performansını incelemiştir. Emerson ve Hendry⁴ ise, öncü göstergelerden bir bileşik indeksin nasıl oluşturulacağını, ve bu indeksin tahmin etkinliğini araştırmıştır. Genel olarak bulguları, ekonomik dalgalanmaların yapısının ve ekonomik değişkenlerin zaman içinde değişim gösterdiği, bu nedenle de öncü göstergelerin öncü niteliklerini korumak için sürekli revize edilmesi gerektiği yönündedir.

Njegovan⁵ (2005) ise öncü göstergeleri İngiltere'deki hava taşımacılığı talep tahmin modeline dahil etmiştir. Tahmin modelinde öncü göstergeler kullanmanın, GSMH gibi klasik makroekonomik göstergeler kullanmaya oranla tahminin doğruluğunu arttırdığını saptamıştır. Njegovan çalışmasının sonuç bölümünde, kullandığı öncü göstergelerin hisse senedi fiyatları ve döviz kurlarını içerecek şekilde genişletilmesinin faydalı olacağını belirtmiştir.⁶

Araştırmamızda öncü göstergelerin tahmin modeline katılmasının tahminin doğruluğuna etkisi incelenmiş, bu amaçla Türkiye otomotiv pazarı toplam satışları veri olarak kullanılmıştır.

2. Araştırma Hedef Kitle: Türkiye Otomotiv Pazarı

Günümüzde otomotiv sanayi ülkemizin en önemli sektörlerinden biridir: İstanbul Sanayi Odası tarafından yayınlanan "Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu" çalışması incelendiğinde, 500 büyük firma arasında otomotiv sanayinin üretimden satışlarda payının 2008 yılında %12.7'ye, ihracattaki payının ise %25'e ulaştığı görülmektedir⁷. Sektördeki bu gelişmelere rağmen, dünya ülkelerine bakıldığında 1000 kişiye düşen araç sayısı 144 adet iken, Türkiye'nin 138 adet ile Dünya ortalamasının altında kaldığı görülmektedir. Ayrıca Türkiye toplam araç yoğunluğunda Romanya, Bulgaristan ve Brezilya'nın

¹ Aslıhan Atabek, Evren Erdoğan Coşar, Saygın Şahinöz, Merkez Bankası Yayınları, **Ekonomik Faaliyet İçin Birleşik Öncü Göstergeler İndeksi'ne İlişkin Yöntemsel Açıklama**, 2005, sf:12-18

² Ruey S. Tsay and Chung-Shu Wu, Forecasting with Leading Indicators Revisited, **Journal of Forecasting**, 2003, Vol 22, sf:603-617

³ Anders H. Westlund, Business Cycle Forecasting, **Journal of Forecasting**, Vol 12, 1993, sf:187-196

⁴ Rebecca A. Emerson and David F. Hendry, An Evaluation of Forecasting Using Leading Indicators, **Journal of Forecasting**, Vol 15, 1996, sf: 271-291

⁵ Nenad Njegovan, A Leading Indicator Approach to Predicting Short Term Shifts in Demand for Business Travel by Air to and From UK, **Journal of Forecasting**, Vol: 24, 2005, sf:411-425

⁶ Njegovan, **A Leading Indicator ...agm**, sf:432

⁷ **Otomotiv Sanayicileri Derneği (OSD)**, Eylül 2009 haber bülteni, sf:16-18

gerisindedir⁸. Dolayısıyla, 1980'lerden bu yana görülen büyümeye rağmen, Türk otomotiv pazarının ülkedeki makroekonomik ve demografik gelişmelere paralel olarak büyümeye devam etmesi beklenmektedir. Dokuzuncu kalkınma planında, otomotiv sanayinin 2007-2013 yılları arasında her yıl ortalama %5 büyümesi öngörülmüştür.

Araştırmamızda, Türkiye'de Ocak 1993'ten Ağustos 2009'a kadarki 200 aya ait toplam (yerli artı ithal) otomotiv satış adetleri veri olarak kullanılmıştır. Otomotiv satışları, otomobil, hafif ticari araç ve ağır ticari araç satışlarının tamamını kapsamaktadır. Toplam pazara ait bu veriler Otomotiv Sanayi Üreticileri derneğinden alınmıştır.

Otomotiv satışlarının yanısıra, ekonomideki dalgalanmaların bir öncü göstergesi olduğu düşünülen:

1. TCMB tarafından hazırlanan birleşik öncü göstergeler indeksi,
2. Genel olarak öncü gösterge olarak kabul edilmesine⁹ rağmen, TCMB'nın birleşik öncü göstergeler indeksine katılmamış olan İMKB-100 bileşik indeksi,
3. TCMB birleşik öncü gösterge indeksine katılmayan, ancak Njegovan tarafından kullanımı önerilen¹⁰, ve otomotiv sektörü için öncü gösterge olabileceği düşünülen reel efektif döviz kuru indeksinin,

Ocak 1993'ten Ağustos 2009'a kadarki 200 adet aylık değeri veri olarak kullanılmıştır. Bunlardan birleşik öncü göstergeler indeksi ve reel efektif kur indeksi TCMB, İMKB-100 İndeksi ise İstanbul Menkul Kıymetler Borsası web sitelerinden alınmıştır. İMKB indeks değerleri enflasyon etkisi taşıdığından, hesaplamalarda enflasyon indeksine bölünerek elde edilen reel değerleri kullanılmıştır.

Beklenti anketlerinin genellikle iyi birer öncü gösterge oldukları gözlenmiştir¹¹. Reel kesim güven indeksi ve tüketici beklenti indeksi, öncü gösterge olmalarına rağmen geriye dönük uzun veri bulunmaması (Ocak 2004'ten beri hazırlanıp yayınlanmaktadır) ve, hesaplanmaya başladıkları tarihten beri de birleşik öncü göstergeler indeksine dahil edilmiş olmaları nedeniyle analize katılmamıştır.

3. Araştırma Verilerinin Yapısı

⁸ Otomotiv Sanayicileri Derneği (OSD), **2007 yılı Otomobil ve Toplam Araç Parkı "Dünya ve Türkiye"**, 2008, sf:1-3

⁹ www.conference-board.org/publications, Conference Board Leading Economic Index (LEI) for USA, (21.09.2009)

¹⁰ Njegovan, **A Leading Indicator ...agk**, sf:432

¹¹ Westlund, **Business Cycleagm**, 1993, sf:9

Toplam otomotiv pazarının zaman grafiği Grafik1'de görülmektedir.

Grafik 1: Türkiye'de Yıllar İtibariyle Otomotiv Satışları



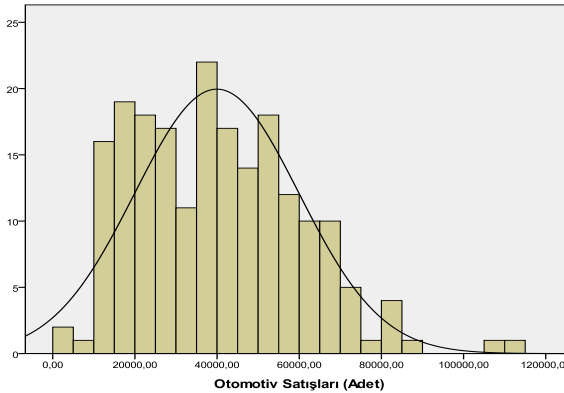
Kaynak: Otomotiv Sanayicileri Derneği

Otomotiv satışları serisine ait istatistiksel analiz Tablo1'de ve histogram Grafik2'de görülmektedir. Bunlara bakarak, serinin yaklaşık olarak normal dağılıma uyduğunu söyleyebiliriz:

Tablo 1: Ocak 1993 – Ağustos 2009 Aylık Otomotiv Satışları (adet)

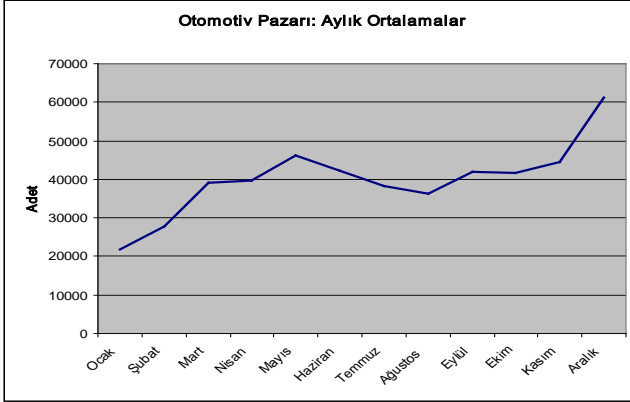
Ortalama	39897	arpıklık Katsayısı	0,59
Medyan	38781	Standart Hatası	0,17
Mod	44418	Basıklık Katsayısı	0,25
Std. Sapma	20085	Standart Hatası	0,34

Grafik 2: Histogram



Grafik1'deki zaman grafiği, mevsimsellik, trend, tesadüfi etkenler gibi, serinin tüm bileşenlerini içermektedir. Seride bulunması muhtemel mevsimselliği daha iyi gözlemleyebilmek için ayların ortalaması mevsim grafiği (Grafik3) oluşturulmuştur.

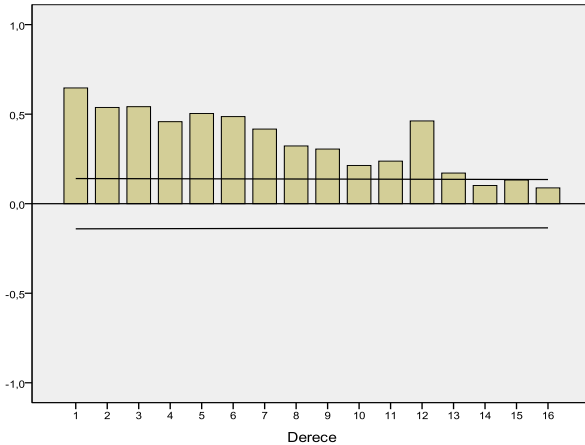
Grafik 3: 1993-2009 yılları arasında Otomotiv Satışlarının Aylık Ortalamaları



Kaynak: Otomotiv Sanayicileri Derneği

Görüldüğü gibi, Ocak-Şubat aylarında en düşük seviyelerde olan otomotiv satışları daha sonra Mayıs ayına kadar düzenli yükselmekte, yaz aylarında yıl ortalamasının biraz altında kaldıktan sonra sonbaharda toparlanmaya başlamakta, ve nihayet Aralık ayında en yüksek seviyesine ulaşmaktadır. Serinin otokorelasyon grafiğinde (Grafik4) görüldüğü gibi birinci derecede en yüksek seviyede olan otokorelasyon ilerleyen derecelerde azalırken, 12. derecede tekrar yükselmekte, ve serideki mevsimselliği belirgin şekilde ortaya koymaktadır.

Grafik 4: Otomotiv Satışları Otokorelasyon Grafiği



Otomotiv satışlarındaki mevsimsellik saptandıktan sonra, gerek serinin mevsim bileşenini hesaplamak gerekse mevsimsel düzeltilmiş seriyi oluşturmak amacıyla, seri bileşenlerine ayrılmıştır. Bu amaçla SPSS paket programı kullanılmış, ve mevsim bileşeni Tablo3'deki şekilde hesaplanmıştır. Bu işlemin sonunda, mevsimsel düzeltilmiş serinin mevsimselliğin getirdiği periyodik (aylık) dalgalanmaları içermemektedir.

Tablo2: Otomotiv Satışları Serisi Mevsim Bileşeni

Mevsim İndeksleri	
Ocak	0,50
Şubat	0,68
Mart	0,95
Nisan	0,93
Mayıs	1,10
Haziran	1,06
Temmuz	1,01
Ağustos	0,94
Eylül	1,07
Ekim	1,05
Kasım	1,14
Aralık	1,56

Otomotiv pazarı verisi analiz edilirken, tahmin modelinde açıklayıcı değişken olarak kullanılacak üç öncü gösterge ile arasındaki ilişki de incelenmiştir. Bu öncü göstergelerden hiçbiri mevsimsellik içermediğinden, bu değişkenlerin mevsimsel olarak düzeltilmiş otomotiv satışları ile korelasyonları hesaplanmıştır (Tablo3).

Tablo 3: Öncü Göstergelerin Mevsimsel Düzeltilmiş Otomotiv Satışları ile Korelasyonu

	Otomotiv Satışları (Mevsimsel Düzeltilmiş)	Birleşik Öncü Göstergeler İndeksi	İMKB-100 İndeksi (reel)	Reel Efektif Kur İndeksi
Otomotiv Satışları (Mevsimsel Düzeltilmiş)	1	0,544	0,481	0,619
Birleşik Öncü Göstergeler İndeksi	0,544	1	0,394	0,892
İMKB-100 İndeksi (reel)	0,481	0,394	1	0,423
Reel Efektif Kur İndeksi	0,619	0,892	0,423	1

* Korelasyon katsayılarının hepsi 0.01 seviyesinde önemlidir

4. Araştırmada kullanılan İstatistiki Tahmin Yöntemlerinin Özellikleri

İstatistiki tahmin yöntemleri iki ana kategoride toplanmaktadır¹²:

1) Tahmin edilmek istenen (bağımlı) değişkeni, diğer bazı (bağımsız) değişkenlere ilişkisine dayanarak tahmin yapmayı amaçlayan ve bu nedenle ilişki analizi olarak da adlandırılan açıklayıcı modeller,

2) Tahmin edilmek istenen değişkeni, tamamen kendi geçmiş değerlerine dayanarak tahmin etmeyi amaçlayan zaman serisi modelleri

Her iki modelin, birbirlerinin eksik noktalarını tamamlayacak şekilde birleştirilmesiyle de, transfer fonksiyon modelleri geliştirilmiştir.

Bir tahmin modeli oluşturmanın başlangıç noktasını, serinin yapısını ve bileşenlerini tanımlamak oluşturur. Bu tanıma aşamasında serinin zaman grafiğinin, mevsim ve otokorelasyon grafiklerinin incelenmesi faydalı olacaktır. Ayrıca serinin normal dağılıma uygunluğunun saptanması da kurulacak tahmin modellerinin varsayımları açısından önemlidir. Bu incelemelerde seride bir mevsimsellik gözlemlendiğinde, bu mevsimselliğin ayrıştırılması faydalı olacaktır: Serideki mevsimselliğin ayrıştırılması, genellikle hareketli ortalamalara oranlama yöntemiyle yapılmaktadır. Serideki mevsim etkisinin güçlü olduğu, yıllar itibariyle çok fazla değişkenlik göstermediği ve ölçüm hatalarının olmadığı durumlarda, mevsim faktörü bir katsayı olarak hesaplanır¹³. Hareketli ortalamalara oranlama yöntemini, Amerikan Census Bureau mevsimselliği daha iyi ortaya çıkacak şekilde geliştirmiş ve X-12 ARIMA olarak adlandırmıştır.

Seriye, mevsim bileşenini ayırdıktan sonra tahmin etmek ve daha sonra, bu tahmine ait dönemin mevsim indeksiyle birleştirip nihai tahmine ulaşmak mümkün olsa da, genellikle bu fazla başvurulan bir yöntem değildir: genelde mevsimselliğin, kurulacak bir modelin parçası olarak tahmin edilmesi tercih edilir. Hatta, mevsim bileşeni ile diğer bileşenlerin birbirinden ayrılamaz olduğunu savunan görüşler de vardır¹⁴. Bu nedenle, bileşenlerine ayırma yöntemi, genelde serinin yapısını biraz daha iyi anlamak, ve mevsimsellikten arındırılmış seriyi grafiksel olarak daha iyi gözlemleyebilmek amacıyla kullanılmaktadır¹⁵.

4.1. Zaman Serisi Modelleri

Zaman serisi modelleri, tahmin edilmek istenen seriyi tamamen kendi eski değerlerinin hareketine bağlı olarak tahmin eden modeller olduklarından, “kapalı kutu” olarak adlandırılırlar. Zaman serisi modellerinin arasında en gelişmiş olanları Holt-Winter’s üstel düzleştirme modeli ve ARIMA modelleridir. Seride bulunabilecek trend (genel

¹² Spyros Makridakis ve diğerleri, **Forecasting Methods and Applications**, third edition, 1998

¹³ J.Scott Armstrong, **Principles of Forecasting**, 2001, sf:224

¹⁴ Eric Ghylses, Denise R. Osborn, Paula M.M. Rodrigues, **Forecasting Seasonal Time Series, Handbook of Economic Forecasting**, 2006, sf:662

¹⁵ Makridakis, **Forecasting Methodsagk**, sf:126

eğilim) ve mevsimselliği dikkate alan Holt-Winters üstel düzgünleştirme modelinde, serinin her bir bileşeni ayrı bir denklem kullanılarak tahmin edilir¹⁶:

$$L_t = \alpha Y_t / S_{t-s} + (1 - \alpha) (L_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) b_{t-1}$$

$$S_t = \gamma Y_t / L_t + (1 - \gamma) S_{t-s}$$

Burada L_t serinin genel seviyesini, b_t genel eğilimi, S_t de mevsimsellik bileşenini, α , β , γ ise sırasıyla bu üç bileşene ait düzgünleştirme katsayısını temsil eder. Son olarak bu üç bileşen birleştirilerek, (m) dönem ilerisine ait tahmin denklemi oluşturulur:

$$Y_{t-m} = (L_t + b_{tm}) S_{t-s+m}$$

ARIMA modelleri, seriyi kendi eski değerlerinin (Y_{t-1} , Y_{t-2} , . . . Y_{t-k}) bir fonksiyonu olarak değerlendiren (AR) modelleriyle, kendi eski değerlerinin (e_{t-1} , e_{t-2} , . . . e_{t-k}) bir fonksiyonu olarak değerlendiren (MA) modellerinin kombinasyonundan oluşur. (I) ise bu kombine modelde serinin durağan olmaması halinde farklar alma yöntemiyle durağan hale getirme işlemi temsil eder¹⁷.

Örneğin ARIMA(1,0,1) modelinin doğrusal denklemi:

$$Y_t = c + \emptyset_1 Y_{t-1} + e_t + \theta_1 e_{t-1}$$

şeklinde oluşturulur. Serinin mevsim etkisi taşınması durumunda, ARIMA modelleri bu mevsim etkisini kapsayacak şekilde geliştirilir. Böylece kurulan tahmin modeli, serinin bir mevsim dönemi (örneğin veri aylık 12) önceki değerini (Y_{t-12}) ve hata terimini (e_{t-12}) de tahmin denklemine katar.

Örneğin ARIMA(1,0,1)(1,0,1)₁₂ modelinin doğrusal denklemi:

$$Y_t = c + \emptyset_1 Y_{t-1} + \Phi_1 Y_{t-12} + e_t + \theta_1 e_{t-1} + \phi_1 e_{t-12}$$

şeklinde dir. ARIMA modelleri, Holt-Winters üstel düzgünleştirme modellerine oranla daha komplike olsa da, bu her zaman daha doğru tahmin sağladıkları anlamına gelmez; tersine, ampirik çalışmalar Holt-Winters yönteminin değişimlere daha iyi adapte olduğunu göstermektedir¹⁸.

¹⁶ Bovas Abraham-Johannes Ledolter, **Statistical Methods for Forecasting**, 2005, sf:170

¹⁷ Abraham-, **Statistical Methodsagk**, sf:231

¹⁸ Chris Chatfield, Model Uncertainty and Forecast Accuracy, **Journal of Forecasting**, Vol 15, 1996, sf:7

4.2. Transfer Fonksiyon Modelleri

Mevsimsel bileşene oranla, mevsimsel olarak düzeltilmiş seriyi tahmin etmek çok daha güçtür: mevsim bileşenindeki dalgalanmalar periyodiktir, yani aralıklar kesindir, ve mevsim etkisi gücü de genellikle büyük değişiklikler göstermez. Ancak mevsimsel olarak düzeltilmiş serilerdeki dalgalanmalar arasındaki süre belirsiz olduğu gibi, yükseliş ve düşüşlerin büyüklüğü de bir seferden diğerine farklılık gösterir. Kimi zaman sektöre özel nedenlere bağlı olarak ortaya çıksa da, çoğu zaman bu tip dalgalanmalara ekonomideki gelişmeler, yani dışsal faktörler neden olur¹⁹.

Bu dışsal faktörleri tahmin modeline dahil etmek için, açıklayıcı (bağımsız) değişkenler (X_1, X_2, \dots, X_k) ve regresyon denklemi kullanılır. Modele dahil edilmeden önce, bu açıklayıcı değişkenlerle tahmin edilecek seri arasındaki ilişkinin derecesini belirlemek faydalı olacaktır. İki değişken arasında doğrusal bir ilişki olup olmadığını belirlemek için, bu değişkenlerin birlikte değişme oranları incelenir. Bu amaçla hesaplanan pearson korelasyon katsayısı, iki değişkenin birlikte değişmelerinde ne derece uygunluk olduğunu gösterir²⁰:

$$r_{xy} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{S_x S_y}$$

Tahmin edilmek seri ile korelasyonu yüksek, ve anlamlı bir sebep-sonuç ilişkisi olan açıklayıcı değişkenler, tahmin modeline katılmak üzere seçilir. Bu açıklayıcı değişkenlerin bugünkü ve geçmiş değerlerinin ($X_{1,t-1}, X_{2,t-1}, \dots, X_{k,t-k}$), ARIMA modelleriyle beraber kullanıldıkları modeller transfer fonksiyon modelleri olarak adlandırılır. Bir tek açıklayıcı değişken içeren bir transfer fonksiyon modelinin denklemi:

$$Y_t = a + v_0 X_t + v_1 X_{t-1} + v_2 X_{t-2} + \dots + v_k X_{t-k} + N_t$$

olarak yazılır, ve buradaki N_t , ARIMA modeli denklemdir.

Ancak bu denklem kullanılarak geleceğe dönük tahmini yapılmak istendiğinde, bu açıklayıcı değişkenlerin gelecekte alacakları değerlerin tahmin edilmesi gerekmektedir. Edilemediği sürece, sektör talebi ile aralarındaki ilişki analitik olarak ne kadar iyi kurulmuş olursa olsun, tahminin doğruluğu süprizlere açık olacaktır²¹

Açıklayıcı değişkenlerin gelecekteki değerlerini tahmin etmekteki güçlük nedeniyle, genellikle açıklayıcı modeller tahmin yapmak için kullanılamamakta, bunun yerine bu modellerle senaryo analizi yapılmaktadır. Senaryo analizi, bir veya birden çok açıklayıcı değişkenin gelecekte alabileceği olası değerlere göre tahmin edilecek değişkenin hangi değerleri alacağını belirlemektedir. Açıklayıcı modellerin, bu şekilde senaryo analizi

¹⁹ Llyod M. Valentine-Carl A. Dauten, **Business Cycles and Forecasting**, 1983

²⁰ Neyran Orhunbilge, **Uygulamalı Regresyon ve Korelasyon Analizi**, 2002

²¹ Dale G. Bails- Larry C. Peppers, **Business Fluctuations: Forecasting Techniques and Applications**, 1982, sf:67

için kullanılması, bu modellerin tahmin yapmak yerine karar alma, strateji belirleme gibi konularda faydalı olmasına neden olmaktadır. Burada amaç geleceği tahmin etmek değil, belirsizliği sınırlamaya çalışmaktır²².

5.Araştırma Bulguları

5.1. Otomotiv Talebinin Zaman Serisi Modelleriyle Tahminine Ait Bulgular

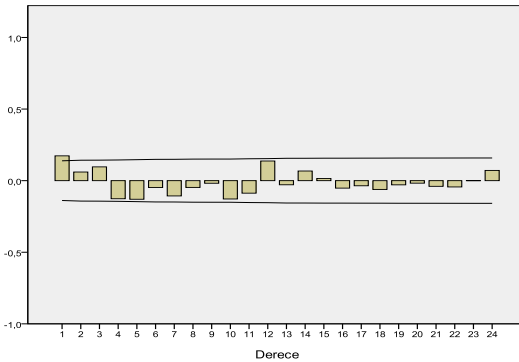
Otomotiv sektör talebini en doğru tahmin eden zaman serisi modelini belirlemek için, serideki mevsimsellik dikkate alınarak, Holt-Winters düzgünleştirme modeli ve mevsimsel ARIMA modelleri kullanılmıştır. Bu modellerin arasından en doğru tahmini verecek modeli seçmek için R-kare, ortalama hata karelerinin karekökü (RMSE), Bayesian Information Criteria (BIC)²³, hata terimleri otokorelasyon tablosu kriterleri dikkate alınmıştır.

Tüm bu kriterlere göre en iyi tahmini veren zaman serisi modeli Holt-Winters üstel düzgünleştirme yöntemi olmuştur. Holt-Winters üstel düzgünleştirme modelinin tahmin doğruluğuna ilişkin temel istatistikî sonuçları Tablo 4, ve modelin hata terimlerinin otokorelasyon grafiği Grafik 5'te görülmektedir.

Tablo 4: Holt-Winters Üstel Düzgünleştirme Modeli

	Ortalama
R-kare	,797
RMSE	9100,5
MAPE	21,384
MAE	6552,0
BIC	18,312

Grafik 5: Holt-Winters Hata Terimleri Otokorelasyon Grafiği



²² Paul J. H. Schoemaker, When and How to Use Scenario Planning: A Heuristic Approach with Illustration, **Journal of Forecasting**, Vol 10, 1991, sf:2

²³ Chatfield, **Model Uncertainty ...agm**, sf:1

5.2. Otomotiv Talebinin Öncü Göstergeler Kullanan Transfer Fonksiyonu Modelleriyle Tahminine Ait Bulgular

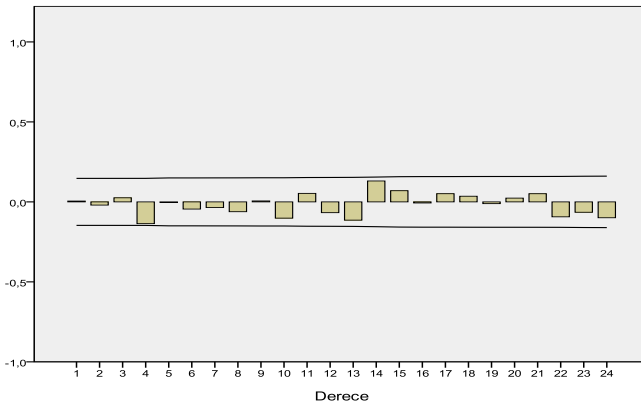
Otomotiv sektör talebini belirlemek üzere transfer fonksiyon modelleri oluştururken, açıklayıcı (bağımsız) değişkenler olarak öncü göstergeler kullanılmış, serideki mevsimsellik dikkate alınarak ARIMA modelleri arasından mevsimsel ARIMA modelleri kullanılmıştır. Açıklayıcı değişkenlerle ARIMA modelleri kombinasyonları arasında en doğru tahmini veren modeli belirlerken R-kare, Bayesian Information Criteria (BIC), ortalama hata terimleri karesinin karekökü (RMSE) ve otokorelasyon tablosu kriterleri dikkate alınmıştır. Bu kriter değerlerinin hesaplanması ve seçilen modelin parametrelerinin belirlenmesinde SPSS paket programı kullanılmıştır. Tüm kriterler dikkate alındığında, en iyi tahmini veren zaman serisi modeli, reel efektif kur indeksi ve İMKB endeksini açıklayıcı değişken olarak kullanan ARIMA (0,1,1)(1,1,1) modeli olmuştur.

Tahmin modelinde kullanılan açıklayıcı değişkenlerin birbirinden bağımsız olması gerekirken, birleşik öncü göstergeler indeksi ile reel efektif kur indeksi arasında yüksek bir korelasyon bulunmaktadır. Bu nedenle, bu iki açıklayıcı değişkenden sadece (otomotiv satışlarıyla daha yüksek korelasyonu olan) reel efektif kur indeksi modele katılmıştır. Oluşturulan modelin sonuçları Tablo 5, ve modelin hata terimlerinin otokorelasyon grafiği Grafik 6'da görülmektedir.

Tablo 5: Transfer fonksiyon modeli

	Ortalama
R-kare	,807
RMSE	9111,4
MAPE	26,439
MAE	6611,4
BIC	18,409

Grafik 6: Transfer Fonksiyon Modeli Hata Terimleri



5.3 Tahmin Modellerinin Karşılaştırması

Holt-Winters zaman serisi modelini öncü göstergeler kullanan transfer fonksiyon modelleriyle karşılaştırdığımızda, öncü göstergeler kullanmanın tahminin doğruluğu açısından önemli bir fark oluşturmadığı görülmektedir: Hata terimlerinin karesi ve BIC değerleri dikkate alındığında Holt-Winters modeli biraz daha iyi sonuç verirken, transfer fonksiyon modeli de R-kare ve hata terimlerinin otokorelasyonlarının güven sınırlarının dahilinde kalması açısından biraz daha etkilidir.

Ancak tahmin modellerini, sadece örnek seriye uygulayarak değerlendirmek yerine, bu serinin sondaki bir kısmını test amaçlı ayırdıktan sonra, modelleri kurmak ve bu modellerin doğruluğunu bu örnek sonrası seri üzerinde karşılaştırmak daha doğru bir yaklaşım olacaktır²⁴. Kurulan tahmin modellerinin örnek sonrası etkinliğini ölçmek amacıyla, iki ayrı zaman dilimi örnek sonrası test seti olarak kullanılmıştır:

- 1) Otomotiv satışları serisinin son 6 ayı test seti olarak ayrılmıştır (Otomotiv-6 serisi)
- 2) Otomotiv satışları serisinin son 12 ayı test seti olarak ayrılmıştır (Otomotiv-12 serisi)

Örnek seri için hesaplanan parametre değerlerinin, test veri setleri üzerinde kullanılması doğru değildir, her bir test set için bu modellere ait parametrelerin yeniden hesaplanması gerekmektedir²⁵. Bu nedenle, bölüm 4.1 ve 4.2’de belirlenen zaman serisi ve transfer fonksiyon modelleri, bu iki serinin her biri için yeniden uygulanmıştır. Otomotiv-6 ve Otomotiv-12 serilerine, her iki modelin uygulanması ile elde edilen tahmin doğruluğu kriter değerleri Tablo 6’da görülmektedir.

Tablo 6: Zaman Serisi ve Transfer Fonksiyon Modelleri Sonuçlarının Karşılaştırması – Ortalama Hata Terimleri Karesinin Karekökü (RMSE)

	Otomotiv-6 Serisi	Otomotiv-12 Serisi
Holt-Winters Üstel Düzgünleştirme Modeli	10,529	11,355
ARIMA(0,1,1)(1,1,1) ₁₂ ve Öncü Göstergeler Transfer Fonksiyon Modeli	10,955	11,102

Tablo 6’ya bakarak, Holt-Winters zaman serisi modeliyle öncü göstergeler kullanan transfer fonksiyon modelinin örnek sonrası tahmin etkinliği karşılaştırıldığında, öncü göstergeler kullanmanın tahminin doğruluğu açısından 6 Ay ve 12 aylık test set verisinde de önemli bir fark yaratmadığını söyleyebiliriz. Bu durum, test veri seti döneminde (Otomotiv-6 serisi için: Mart 200–Ağustos 2009) otomotiv sanayinde uygulanan ötv indiriminin, otomotiv satışlarında öncü göstergelerle açıklanamayacak önemli değişkenlik yaratmasından, veya genel olarak aylık serilerde tesadüfi etkenlerin daha belirgin olmasından kaynaklanmış olabilir.

²⁴ Makridakis, **Forecasting Methodsagm** , sf:46

²⁵ Todd E. Clark, Can Out-of-Sample Forecast Comparisons Help Prevent Overfitting?, **Journal of Forecasting**, Vol 23, 2004, sf:3

6. Araştırma Sonuçları

Geleceği öngörmek mümkün değildir, ancak kabul edilebilir bir hata payıyla gelecek üzerinde tahmin yapabilmek, şirketler açısından büyük önem taşımaktadır. İstatistiki tahmin modellerinin kullanım amacı, tahmindeki bu hata payını mümkün olduğunca düşürmektir. Bilgisayarların gelişmesi ve maliyetlerinin azalması, istatistiki paket programlarının çoğalması ve kapsamlarının genişlemesi, istatistiki tahmin modellerinin daha fazla kullanımına olanak sağlamıştır. Bu çalışmada, sektör talep tahmini yaparken kurulan modellerde, ekonomideki dalgalanmaları da dikkate alacak şekilde öncü göstergeler kullanımının tahminin doğruluğuna olan etkisi araştırılmıştır.

Türk otomotiv pazarını örnek alarak yaptığımız analize göre, birleşik öncü göstergeler indeksi, İMKB-100 indeksinin ve reel efektif kur indeksinin öncü gösterge olarak kullanımının tahminin doğruluğunu arttırmadaki katkısı son derece sınırlı kalmaktadır. 1993'ten günümüze Türkiye'deki aylık otomotiv satışlarının örnek veri olarak kullanıldığı çalışmamızda, sadece serinin kendi eski değerlerini kullanan zaman serisi modelleri yerine, öncü göstergeleri de açıklayıcı değişken olarak kullanan transfer fonksiyon modellerini kullanmanın, örnek sonrası veri dikkate alındığında da, tahmin doğruluğuna katkısı sınırlı kalmıştır.

Kaynakça:

- ABRAHAM Bovas-LEDOLTER Johannes , **Statistical Methods for Forecasting**, 2005,
- ARMSTRONG J.Scott , **Principles of Forecasting**, 2001,
- ATABEK Aslıhan, ve diğerleri, Merkez Bankası Yayınları, **Ekonomik Faaliyet İçin Birleşik Öncü Göstergeler İndeksi'ne İlişkin Yöntemsel Açıklama**, 2005, s:12-18,
- BAILS Dale G. – PEPPERS Larry C. , **Business Fluctuations: Forecasting Techniques and Applications**, 1982.
- CHATFIELD Chris, Model Uncertainty and Forecast Accuracy, **Journal of Forecasting**, Vol 15, 1996,
- CLARK Todd E. , Can Out-of-Sample Forecast Comparisons Help Prevent Overfitting?, **Journal of Forecasting**, Vol 23, 2004,
- www.conference-board.org/publications**, Conference Board Leading Economic Index (LEI) for USA, (21.09.2009)
- EMERSON Rebecca A. , HENDRY David F. An Evaluation of Forecasting Using Leading Indicators, **Journal of Forecasting**, Vol 15, 1996, s: 271-291.
- GHYLSSES Eric , OSBORN Denise R. RODRIGUES Paula M.M. , Forecasting Seasonal Time Series, **Handbook of Economic Forecasting**, 2006.
- MAKRIDAKIS Spyros ve diğerleri, **Forecasting Methods and Applications**, third edition, 1998
- NJEGOVAN Nenad, A Leading Indicator Approach to Predicting Short Term Shifts in Demand for Business Travel by Air to and From UK, **Journal of Forecasting**, Vol: 24, 2005, s:411-425
- ORHUNBİLGE Neyran , **Uygulamalı Regresyon ve Korelasyon Analizi**, 2002.
- OSD - Otomotiv Sanayicileri Derneği** , Eylül 2009 haber bülteni, s:16-18.
- OSD - Otomotiv Sanayicileri Derneği , **2007 yılı Otomobil ve Toplam Araç Parkı “Dünya ve Türkiye”**, 2008, s:1-3.
- SCHOEMAKER Paul J. H. , When and How to Use Scenario Planning: A Heuristic Approach with Illustration, **Journal of Forecasting**, Vol 10, 1991.
- TSAY Ruey S. – WU Chung-Shu , Forecasting with Leading Indicators Revisited, **Journal of Forecasting**, 2003, Vol 22, s:603-617.
- VALENTINE Llyod M. –DAUTEN Carl A., **Business Cycles and Forecasting**, 1983.
- WESTLUND Anders, Business Cycle Forecasting, **Journal of Forecasting**, Vol 12, 1993, s:187-196.