FIRAT ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER DERGİSİ
Journal of Social Sciences
p-ISBN:1300-9702 e-ISBN: 2149-3243

BÜYÜKŞEHİRLERİN ÇOK YILLI GİDER BÜTÇELERİNİN GRİ TAHMİN MODELİ İLE ANALİZİ: İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ ÖRNEĞİNDE BİR UYGULAMA

Analysis of Multi-Year Expenditure Budgets of Metropolitan Municipalities with Grey Prediction Model: An Application on Istanbul Metropolitan Municipality

Onur AKÇAKAYA[1]

[1]*Ardahan Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, Ardahan, onurakcakaya@ardahan.edu.tr,* orcid.org/ 0000-0002-7328-5380

Araştırma Makalesi/Research Article

Makale Bilgisi
Geliş/Received: 18.03.2021
Kabul/Accepted: 21.04.2021

DOI:
10.18069/firatsbed.899037

Anahtar Kelimeler
yerel yönetimler, mali özerklik, bütçeleme, gri tahmin yöntemi

ÖZ

Yerel yönetimlerin gelir ve giderlerinin öngörülebilir olmaması, stratejik planlama sürecini sekteye uğrattığı gibi mali özerkliği de olumsuz etkilemektedir. Bu bağlamda, yerel yönetimlerde gider bütçesinin nasıl öngörülebilir kılınabileceği önemli bir sorunsaldır. Bu çalışmanın amacı, Gri Tahmin Yöntemi'nin büyükşehir belediyelerinin gider bütçelerinin tahmininde kullanılmaya ne denli elverişli olabileceğinin incelenmesidir. Bu çerçevede, İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin (İBB) gider bütçesi, 2021-2024 dönemi için analiz edilmektedir. Çalışmada iki aşamalı bir yol izlenmiştir. Öncelikle İBB'nin 2018-2020 yılları arasındaki verilerine Gri Tahmin Yöntemi'nin uygulanmasıyla sonuçların tutarlı olup olmadığı test edilmiştir. Bu aşamada sapma oranı, yöntemin geçerli ve güvenilir olduğunu gösterecek şekilde %1.88 olarak tespit edilmiştir. Nitekim İBB'nin hali hazırda yaptığı tahminler ile gerçekleşen rakamlar arasındaki sapma oranının %12 gibi nispeten yüksek bir seviyede olduğu göz önünde bulundurulduğunda, çalışmanın sapma oranı makul seviyededir. Bu tespit, göz önünde bulundurularak ikinci aşamaya geçilmiş ve yöntem tekrar uygulanarak kuruluşun 2021-2024 yılları arasındaki döneme ilişkin gider-bütçesi tahminlemesi yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, İBB gider bütçesi toplamı, 2021 yılı için 29.492.566.776 TL, 2022 yılı için 33.321.097.278 TL, 2023 yılı için 37.646.622.359 TL ve 2024 için 42.533.658.577 TL olarak tahmin edilmiştir.

Keywords
local governments, financial autonomy, budgeting, grey prediction model

ABSTRACT

The fact that the revenues and expenditures of local governments are not predictable interrupts the strategic planning process and affects financial autonomy negatively. In this context, how to make the expense budget predictable in local governments is an important problematic. The purpose of the study is to examine how convenient the Grey Prediction Method can be used in estimating the expense budgets of metropolitan municipalities. In this framework, the expenditure budget of the Istanbul Metropolitan Municipality (IMM) is analyzed for the 2021-2024 period. A two-stage pathway was followed in the study. First of all, it has been tested whether the results are consistent or not by applying the Grey Prediction Method to IMM's data between 2018-2020. At this stage, the deviation rate was determined as 1.88%, indicating that the method is valid and reliable. As a matter of fact, considering that the deviation rate between the current estimates made by IMM and the actual figures is at a high level of 12%, the deviation rate of the study is at a reasonable level. Considering this determination, the second stage was passed and the method was applied again for expenditure-budget estimation for the period between 2021-2024. According to the findings obtained, the total expenditure budget of IMM is estimated as 29.492.566.776 TL for 2021, 33.321.097.278 TL for 2022, 37.646.622.359 TL for 2023 and 42.533.658.577 TL for 2024.

Atıf/Citation: AKÇAKAYA, O. (2021). Büyükşehirlerin Çok Yıllı Gider Bütçesinin Gri Tahmin Modeli ile Analizi: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Örneğinde Bir Uygulama. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi.* 31, 2(875-885).

Sorumlu yazar/Corresponding author: Onur AKÇAKAYA**,** onurakcakaya@ardahan.edu.tr

1. Giriş

Yerel yönetimlerin gelir ve giderlerinin öngörülebilir olmaması, mali özerkliği ve sürdürülebilirliği olumsuz etkilediği gibi stratejik planlama sürecinin başarısız olmasına da sebebiyet verebilmektedir. Bu sorunun gelirler ve giderlerle ilgili olan iki boyutu bulunmaktadır. Meselenin gelirlerle ilgili boyutunda yerel yönetimlerin mali kaynaklarının önemli kısmının merkezi yönetime bağlı olmasının; giderlerle ilgili boyutunda ise harcama kalemlerinin öngörülebilir olmamasının payı bulunmaktadır. Bu sorunun en fazla yerel yönetimlerin özerkliği üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir.

Yerel yönetimlerin özerkliğinden söz edebilmenin çeşitli unsurları vardır. Gözler (2018, ss.182-183), *'Mahalli İdareler Hukuku'* isimli eserinde bu unsurları üç bağlamda incelemektedir. *Bunlardan birincisi,* merkezi idare ile mahalli idareler arasında yetki paylaşımı yapılarak belli başlı görevlerin mahalli idarelere bırakılmasıdır. *İkincisi*, mahalli idarelerin kendilerine has karar organlarının bulunmasıdır. *Üçüncüsü* ise yerel yönetimlerin kendilerine has ve görevlerini yürütmelerine imkân tanıyacak mali kaynaklara sahip olmalarıdır. Gözler'in burada ifade ettiği unsurların yerel yönetimlerin idari ve mali özerkliğine ilişkin olduğunu belirtmek gerekir (Gözler, 2018, ss. 182–183).

Türk Hukuku, mahalli idarelere (belediye, il özel idaresi ve köy) idari ve mali özerklik tanımaktadır. Bu durum, metropoliten yerleşim yerlerine özgü bir yerel yönetim biçimi olan büyükşehir belediyeleri için de geçerlidir. Ancak bir yerel yönetimin gerçek anlamda özerk olarak nitelendirilebilmesi için pozitif hukuk kuralları tek başına yeterli olmamaktadır. Bu bağlamda, hukuken *(de jure)* teslim edilen hak, yetki ve imtiyazların uygulamaya *(de facto)* geçirilmesi de bir o kadar gereklidir. Ancak Türkiye'de yerel yönetimlerin gelir ve giderlerinin yeterince öngörülebilir olmamasından kaynaklı sorunlar yaşandığı bilinmektedir.

Bu çalışma, yerel özerkliğin idari boyutu ile ilgilenmemekte; mali boyutuna odaklanmaktadır. Mali özerklik bağlamında, yerel yönetimler için öngörülebilir gelir ve gider kaynaklarının elzem olduğu düşüncesinden hareket edilerek büyükşehir belediyeleri örneğinde, gider bütçesinin nasıl daha öngörülebilir kılınabileceği sorunsalına odaklanılmaktadır. Bu bağlamda, çalışmanın amacı, İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) gider bütçesini Gri Tahmin Yöntemi ile analiz etmek; böylelikle söz konusu yöntemin belirlenen amaç doğrultusunda yerel yönetimlerde ne denli uygulanabilir olduğunu değerlendirmektir.

Çalışmada Gri Tahmin Yöntemi'nin seçilmesindeki gerekçe, yöntemin sistemsel davranışlar hakkında yeterli tecrübenin bulunmadığı ya da ancak sınırlı bir veri setine ulaşılabildiği durumlarda işlevsel bir tahmin yöntemi olarak kabul edilmesidir (Köse et al., 2015, s. 82). Nitekim literatürde bu yönteme sıklıkla başvurulduğu görülmektedir. Gri Tahmin Yöntemi, Wu ve Chen (2005) tarafından internet erişimi olan nüfusun tahmininde; Luo, Ogst Chen ve Pan (2005) tarafından kablosuz sensör ağına mobil kullanıcı yerleştirilmesinde; Hsu (2003) tarafından küresel entegre devre endüstrisinde; Ren, Tang, Li ve Yang (2012) tarafından toprağın kümülatif plastik deformasyonunun tahmin edilmesinde; Yılmaz ve Yılmaz (2013) tarafından Türkiye için karbondioksit emisyonlarının tahmin edilmesinde; Hsu ve Chen (2003) tarafından Tayvan'ın toplam güç talebinin tahmin edilmesinde; Hu, He, Cai, Wen ve Ren (2019) tarafından izleme devre hatalarının tahmin edilmesinde; Başakın ve Özger (2018) tarafından İstanbul'un su tüketiminin modellenmesinde; Özer Keçe, Ömürbek ve Acar (2016) tarafından işletmelerin maliyetlerinin tahmin edilmesinde; Es (2020) tarafından Türkiye'nin toplam enerji talebinin tahmin edilmesinde; Eren ve Kaçtıoğlu (2017) tarafından Türkiye'deki doğalgaz tüketiminin tahmin edilmesinde; Başakın, Ekmekcioğlu, Özger ve Çelik (2020) tarafından Türkiye'deki buğday veriminin tahmin edilmesinde; Erden ve Ceviz (2015) tarafından Türkiye'nin büyüme oranına ilişkin faktörlerin analiz edilmesinde; Kaynak ve Eren (2015) tarafından Türk İmalat Sanayi'nin satış gelirinin tahmin edilmesinde kullanılmıştır.

Gri Tahmin Yöntemi, literatürde sıklıkla başvurulan ve olumlu sonuçlar veren bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Ancak kamu yönetimi çalışmalarında bu yönteme neredeyse hiç başvurulmadığı, dolayısıyla literatürde bir boşluk bulunduğu söylenebilir. Bu bağlamda, a) literatürdeki mevcut boşluğun doldurulması; b) kamu yönetimindeki reform hareketlerinin ruhuna uygun bir modelin bir kamu yönetimi çalışmasında kullanılması; c) yeni bir perspektifin kamu yönetimi araştırmacılarının kullanımına sunulması; d) yerel yönetimlerin giderlerini öngörülebilmelerine katkı sağlanması; çalışmanın hedefleri arasındadır. Sayılan bu hedefler aynı zamanda çalışmanın özgün yanlarını oluşturmaktadır.

Çalışma beş kısımdan oluşmaktadır. Giriş bölümünün ardından ikinci kısımda, kamu idarelerinde planlama ve bütçeleme sürecinin teorik çerçevesi değerlendirilmektedir. Üçüncü kısımda, çalışmada kullanılan materyal ve yöntem hakkında bilgiler verilmektedir. Dördüncü kısımda elde edilen veriler çerçevesinde, İBB gider bütçesi toplamı çok yıllı olarak tahmin edilmektedir. Bu kısımda ayrıca yapılan tahminlerin sapma oranları belirlenerek yöntemin güvenilirliği de değerlendirilmektedir. Beşinci kısımda, çalışma bulguları değerlendirilmektedir. Ayrıca Gri Tahmin Yöntemi kullanılarak yapılan tahminler ile İBB tarafından yapılan tahminler, kuruluş bütçesindeki gerçekleşen tutarlar dikkate alınarak karşılaştırılmaktadır. Çalışma genel bir değerlendirme ve sonuç kısmı ile nihayete erdirilmektedir.

2. Kamu İdarelerinde Planlama ve Bütçeleme Sürecinin Teorik Çerçevesi

Türkiye'de kamu kurum ve kuruluşları stratejik plan, performans programı, bütçe ve faaliyet raporlarını 5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu çerçevesinde hazırlanmakta ve uygulamaktadır. Dolayısıyla stratejik yönetim süreci bakımından merkezi yönetim kapsamındaki kamu idareleri, sosyal güvenlik kurumları ve yerel yönetimler bu kanun hükümlerine tabidir (*Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu*, 2003).

5018 sayılı kanuna göre kamu idareleri, stratejik planlarını kalkınma planları, hükümet programları ve ilgili mevzuata uygun olarak hazırlamak zorundadırlar. Ayrıca stratejik plana ek olarak bütçeyle uyumlu şekilde yürütülecek faaliyetleri ve bunlarla ilgili kaynak ihtiyaçlarını gösteren performans programlarını hazırlamakla yükümlüdürler. Kamu idareleri, bütçelerini ve gerekli kaynak tahsislerini ise stratejik planlarına ve performans göstergelerine dayandırmak mecburiyetindedirler (*Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu*, 2003, md.9).

Mahalli idareler ise stratejik plan, performans programı ve bütçenin hazırlanmasında, 5018 sayılı kanunun yanı sıra özel kanun hükümlerini de gözetmek durumundadır. Bu kanunlar, 5302 sayılı İl Özel İdaresi Kanunu, 5393 sayılı Belediye Kanunu ve 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu'dur.

5216 sayılı kanuna göre büyükşehir belediyelerinde stratejik plan, performans programı, bütçe ve faaliyet raporunu hazırlama görev ve sorumluluğu, büyükşehir belediye başkanına aittir (*Büyükşehir Belediyesi Kanunu*, 2004, md.18). Söz konusu süreçlerde büyükşehir belediye başkanına mali hizmetler birimi personeli yardım etmektedir. Mali hizmetler birimi, bütçeyi izleyen iki yılın tahminlerini de içerecek şekilde, stratejik plan ve performans programına uygun bir şekilde hazırlamakla yükümlüdür (*Büyükşehir Belediyesi Kanunu*, 2004, md.60). Mali yıl bütçesini izleyen iki yılın bütçe tahminlerinin yapılabilmesi ise gelir ve giderlerin belirli ölçüde öngörülebilir olmasını gerektirmektedir.

Gelirler bağlamında bir değerlendirme yapmak gerekirse, Türkiye'de merkezi yönetim tarafından büyükşehir belediyelerine aktarılan transfer gelirlerinin 'öngörülebilirlik ilkesine' tam anlamıyla uygun olmadığını belirtmek gerekir. Zira merkezi yönetim aktarılan paylar ve payların dağıtım yöntemi üzerinde yüksek inisiyatife sahip olup bu parametreleri kolaylıkla değiştirebilmektedir (Arıkboğa, 2008, s. 280).

Gelir bütçesinde yaşanan sorunlar, gider bütçesi için de geçerlidir. Bu hususta, İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin çok yıllı gider bütçesi üzerinden somut iki değerlendirmede bulunmak mümkündür. *Birinci olarak,* kuruluşun bütçesinde yer alan personel giderleri kalemi tutarı, 2017 yılında 1.080.421.378 TL, 2018 yılında 1.169.482.000 TL, 2019 yılında 1.393.636.000 TL ve 2020 yılında 1.662.894.000 TL olarak gerçekleşmiştir (İBB, 2016, s. 80; İBB, 2017, s. 78; İBB, 2018, s. 64; İBB, 2019, s. 61). Görüleceği gibi dört yıl gibi kısa bir zaman zarfında, söz konusu ödenek kaleminde yaklaşık olarak %54 oranında bir artış gerçekleşmiştir. Personel giderlerinin söz konusu kuruluşa ait gider bütçesinin sadece bir kalemini oluşturduğu düşünüldüğünde, meselenin boyutu daha açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır. *İkinci bir değerlendirme* ise İBB'nin gider bütçesi toplam tutarına yönelik öngörülerinin bütçedeki gerçekleşen tutarlarla karşılaştırılması neticesinde yapılabilir. Şöyle ki, İBB tarafından 2019 yılında 20.300.000.000 TL olarak öngörülen giderler toplamı tutarı 23.800.000.000 TL; 2020 yılı için 22.350.000.000 TL olarak öngörülen giderler toplamı tutarı ise 25.850.000.000 TL olarak gerçekleşmiştir (İBB, 2018, 2019). Öngörülen ve gerçekleşen tutarlar arasındaki sapma oranı, 2019 mali yılı için %17,2; 2020 mali yılı için ise %15,5 olarak gerçekleşmiştir. Bu bağlamda, tahmini tutarlar ile gerçekleşen tutarlar arasındaki sapma oranları her iki mali dönemde de yüksek düzeyde gerçekleşmiştir.

Yukarıda İBB'nin gider bütçesi üzerinden yapılan iki farklı değerlendirme bile kuruluşun gider bütçesini tutarlı bir şekilde öngöremediğini göstermektedir. Gider tahminleri ile ilgili bu tarz sorunlar kuruluşun stratejik yönetim sürecinde sorunlar yaşamasını beraberinde getirebilir. Nitekim stratejik yönetim sürecinin başarısı, plan, program, bütçe ve faaliyet raporlarının birbiriyle eşgüdümlü olarak hazırlanmasını ve uygulanmasını gerektirmektedir. Bütçenin öngörülebilirliği ile ilgili bu sorunlar, mali özerkliği ve mali sürdürülebilirliği de olumsuz etkileme potansiyeline sahiptir.

3. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, İBB gider bütçesi Gri Tahmin Yöntemi kullanılarak 2021-2024 dönemi için tahmin edilmiştir. Yöntemin uygulanması için ihtiyaç duyulan veriler, kuruluşun 2017, 2018, 2019 ve 2020 mali yıl bütçelerinden elde edilmiştir. İlgili bütçelere kuruluşun resmi web sitesinden ulaşılmıştır.

Çalışmada Gri Tahmin Yöntemi kullanılmıştır. Gri Tahmin Yöntemi Gri Sistem Teorisi'nin bölümlerinden birisidir. Gri Sistem Teorisi, 1982 yılında Ju-Long Deng tarafından ortaya atılmıştır (Deng, 1982: 288). Sınırlı sayıda veri ya da eksik bilgi içeren problemlerin incelenmesine odaklanan Gri Sistem Teorisi, belirsiz sistemleri ele alarak az sayıda veriden anlamlı bilgiler elde edebilmek amacıyla geliştirilmiştir (Liu ve Lin, 2010: 2).

Gri Sistem Teorisi'nde bilgileri tam olarak bilinen sistemler beyaz, bilinmeyen sistemler siyah, kısmen bilinen sistemler ise gri olarak adlandırılmaktadır (Liu ve Lin, 2006: 3-6). Yönetim ve organizasyon, ekonomi analizleri, endüstriyel sistemler, sosyal sistemler, eğitim sistemleri, çevresel ve ekolojik sistemler, trafik uygulama sistemleri ve askeri sistemler gibi pek çok alanda kullanılan Gri Sistem Teorisi, altı ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar Gri Üretim, Gri Tahmin, Gri İlişki Analizi, Gri Karar Verme, Gri Modelleme ve Gri Kontrol olarak sıralanabilir (Aydemir, Bedir ve Özdemir, 2013: 188).

Bu yöntemler içerisinde, Gri Tahmin Yönteminin bir takım avantajları bulunmaktadır. Bu avantajları, bilinmeyen bir sistemi sadece birkaç ayrık veri ile karakterize edilebilme; sınırlı sayıda tarihsel veriye erişilebildiği durumlarda karar vericilerin kolaylıkla tahmin yapabilmelerini sağlayabilme (Hsu, 2003: 565) ve yöntemin uygulanması için sadece dört gözleme ihtiyaç duyma (Deng, 2005: 1) olarak sıralamak mümkündür.

Gri Tahmin Yönteminin (1) Kümülatif Üretim, (2) Ters Kümülatif Üretim ve (3) Gri Modelleme olmak üzere üç temel operatörü vardır. Model, diferansiyel denklemler oluşturmak için kümülatif üretim işlemlerini kullanmaktadır (Tseng, Yu ve Tzeng, 2001: 294). Gri Tahmin Yönteminin adımları aşağıda verilmiştir (Deng, 1989: 8-9; Hsu ve Chen, 2003: 2242-2243):

Adım 1: Başlangıç verileri ile $X^{(0)}$ ham veri seti oluşturulmaktadır.

$$X^{(0)} = \left(x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(n)\right) \quad (1)$$

Adım 2: Kümülatif üretim operatörü kullanılarak monoton şekilde artan $X^{(1)}$ serisi oluşturulmaktadır.

$$x^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^{k} x^{(0)}(i) \quad (2)$$

$$X^{(1)} = \left(x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), x^{(1)}(3), \dots, x^{(1)}(n)\right) \quad (3)$$

Adım 3: $x^{(1)}$ serisinden yararlanılarak $Z^{(1)}$ serisi oluşturulmaktadır.

$$z^{(1)}(k) = 0.5x^{(1)}(k) + 0.5x^{(1)}(k-1) \quad (4)$$

$$Z^{(1)} = (z^{(1)}(2), z^{(1)}(3), z^{(1)}(4), \dots, z^{(1)}(n)) \quad (5)$$

Adım 4: $x^{(0)}(k) + az^{(1)}(k) = b$ *eşitliğinde yer alan "a" ve "b" parametre değerleri bulunmaktadır.*

$$\hat{a} = [a\ b]^T = (B^T B)^{-1} B^T Y \quad (6)$$

Burada B ve Y matrisleri aşağıda verilmiştir.

$$B = \begin{bmatrix} -Z^{(1)}(2) & 1 \\ -Z^{(1)}(3) & 1 \\ -Z^{(1)}(4) & 1 \\ \dots & 1 \\ -Z^{(1)}(n) & 1 \end{bmatrix} \qquad Y = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ x^{(0)}(4) \\ \dots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix} \quad (7)$$

Adım 5: Gri diferansiyel denklemin çözülmesi ile gri tahmin denklemi oluşturulur.

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = \left[x^{(0)}(1) - \frac{b}{a}\right] e^{-ak} + \frac{b}{a} \qquad \text{k=1,2,..,n} \quad (8)$$

Adım 6: Elde edilen tahmini değerler kümülatif değerler olduğu için ters kümülatif işlemi uygulanmaktadır.

$$\hat{x}^{(0)}(k+1) = \hat{x}^{(1)}(k+1) - \hat{x}^{(1)}(k) \quad (9)$$

4. İBB Gider Bütçesi Üzerine Bir Uygulama

Çalışmanın bu kısmında mevcut veriler, Gri Tahmin Yöntemi ile analiz edilerek İBB'nin gider bütçesine yönelik tahminler gerçekleştirilmektedir. Tahminler iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada, veriler yardımıyla oluşturulan GM (1,1) modeli (Grey Model) ile İBB'nin 2018-2020 yılları arasındaki çok yıllı gider bütçelerine ait toplam tutarlar tahmin edilmiştir. Tahminler daha sonra gerçekleşen değerlerle karşılaştırılmış; böylelikle yöntemin sapma oranı hesaplanmıştır. İkinci aşamada ise mevcut verilerden yararlanılarak İBB'nin 2021-2024 yılları arasındaki çok yıllı gider bütçesi tahmin edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Gider Bütçesi Verileri (2017-2020)

Yıllar	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Gider Bütçesi Toplamı (TL)	18.500.000.000	20.100.000.000	23.800.000.000	25.850.000.000

Kaynak: İBB 2017,2018, 2019 ve 2020 Mali Yılı Bütçeleri.

$X^{(0)}$ *ham veri seti Eşitlik (1) yardımıyla elde edilmiştir.*

$X^{(0)} =$ (18500000000; 20100000000; 23800000000; 25850000000)

$X^{(1)}$ *serisi Eşitlik (2) yardımıyla elde edilmiştir.*

$X^{(1)} =$ (18500000000; 38600000000; 62400000000; 88250000000)

Yarı düzgünlük ve yarı üssellik kuralları kontrol edilmiştir.

$X^{(0)}$ dizisi için yarı düzgünlük (quasi-smooth) kontrolü:

$$p(3): \frac{X_3^0}{X_2^1} = \frac{23800000000}{38600000000} \cong 0{,}62$$

$$p(4): \frac{X_4^0}{X_3^1} = \frac{25850000000}{62400000000} \cong 0{,}42$$

Koşul: k>3 olduğu durumlarda değerler 0,5'den küçük olmak zorundadır. p(4)<0,5 olduğu için $X^{(0)}$ dizisi yarı düzgünlük kuralına uymaktadır.

$X^{(1)}$ dizisi için yarı üssellik (quasi exponentiality) kontrolü:

$$\sigma^{(1)}{}_{(3)} = \frac{X_3^1}{X_2^1} = \frac{62400000000}{38600000000} \cong 1{,}62$$

$$\sigma^{(1)}{}_{(4)} = \frac{X_4^1}{X_3^1} = \frac{88250000000}{62400000000} \cong 1{,}42$$

Koşul: k>3 olduğu durumlarda $\sigma^{(1)}{}_{(k)\in}$ [1,1.5] olmalıdır. $\sigma^{(1)}{}_{(4)\in}$, [1,1.5] olduğu için $X^{(1)}$ dizisi için yarı üssellik kuralına uymaktadır.

GM (1,1) modeli için gerekli olan yarı düzgünlük ve yarı üssellik kuralı sağlandığından model kurulabilir.

$Z^{(1)}$ serisi Eşitlik (4) yardımıyla elde edilmiştir.

$Z^{(1)} =$ (18500000000; 28550000000; 50500000000; 75325000000)

"a" ve "b" parametrelerinin hesaplanabilmesi için B ve Y matrisleri Eşitlik (7) yardımıyla oluşturulmuştur.

$$B = \begin{bmatrix} -Z^{(1)}(2) & 1 \\ -Z^{(1)}(3) & 1 \\ -Z^{(1)}(4) & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -28550000000 & 1 \\ -50500000000 & 1 \\ -75325000000 & 1 \end{bmatrix}$$

$$Y = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ x^{(0)}(4) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 20100000000 \\ 23800000000 \\ 25850000000 \end{bmatrix}$$

B ve Y matrislerinin elde edilmesinden sonra Eşitlik (6) yardımıyla a ve b parametre değerleri hesaplanmıştır.

$$(B^TB)^{-1}=\begin{pmatrix}9.12969E-22 & 4.69798E-11\\ 4.69798E-11 & 2.750837744\end{pmatrix}$$

$$(B^TB)^{-1}B^TY=\begin{pmatrix}-0.12205249\\ 16969382266\end{pmatrix}$$

a= -0.12205249 ve b= 16969382266 parametre değerleri elde edilmiştir.

Eşitlik (8) ve Eşitlik (9) yardımıyla model belirlenmiştir.

$\hat{x}^{(1)}$ = (18500000000; 38949957143; 62054592846; 88158519970)

$\hat{x}^{(0)}$ = (18500000000; 20449957143; 23104635703; 26103927124)

Gri Tahmin Modeli'nin ürettiği sonuçlarla gerçek veriler karşılaştırılmış ve hata analizi ile modelin doğruluğu test edilmeye çalışılmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Hata Analizi

	Ham veri $x^{(0)}(k)$	**Tahmini Veri** $\hat{x}^{(0)}(k)$	**Hatalar** ε(k)	**Göreli Hatalar (%)** Δ_k	**Ortalama Göreli Hata Δ**
2	20100000000	20449957143	-349957143	1.74	
3	23800000000	23104635703	695364297	2.92	% 1.88
4	25850000000	26103927124	-253927124	0.98	

Tablo 2'de ortalama hata oranının analizine ilişkin hesaplamalar yer almaktadır. Bu hesaplamalara göre yöntemin hata oranının %1.88 olduğu görülmektedir. Hesaplanan hata oranı oluşturulan modelin 2021-2024 yılları arasındaki gider bütçe tahminlerini çok düşük bir sapma ile gerçekleştirdiğini göstermektedir. Gri Tahmin Modelinin kullanılması ile elde edilen gider bütçe tahmini (T) ve gerçekleşen (G) Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Tahmin Sonuçları

	2017	**2018**	**2019**	**2020**
(T)	18500000000	20449957143	23104635703	26103927124
(G)	18500000000	20100000000	23800000000	25850000000
	2021	**2022**	**2023**	**2024**
(T)	29492566776	33321097278	37646622359	42533658577
(G)	…	…	...	…

5. Bulgular ve Tartışma

İBB Bütçesi gelir ve gider bütçesi olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Gelir bütçesi, vergi gelirleri, teşebbüs ve mülkiyet gelirleri, bağış ve yardımlar, sermaye gelirleri, alacaklardan tahsilatlar, ret/iadeler ve diğer gelirler gibi kalemlerden oluşmaktadır. Gider bütçesi ise personel giderleri, sosyal güvenlik kurumu devlet primi giderleri, mal ve hizmet alımı giderleri, faiz giderleri, cari transferler, sermaye giderleri, sermaye transferleri, borç verme ve yedek ödenekler gibi kalemleri içermektedir. Bütçede gelir ve giderlerle ilgili ekonomik sınıflandırma icmal tabloları da yer almaktadır. Tablo 4'te İBB 2020 Mali Yılı Bütçesi'nde giderlerin ekonomik sınıflandırmasına göre icmali gösterilmiştir. Buna göre, İBB 2020 Mali Yılı Bütçesi'nde giderlerin genel toplamına ilişkin gerçekleşen tutarın 25.850.000.000 TL olduğu görülmektedir (İBB, 2019, s. 211-212).

Tablo 4. İBB 2020 Mali Yılı Bütçesi'nde Giderlerin Ekonomik Sınıflandırmaya Göre İcmali

Gider Kalemi	Gider Tutarı (TL)
Personel Giderleri	1.662.894.000
Sosyal Güv. Kur. Devlet Primi Gideri	243.098.000
Mal ve Hizmet Alım Giderleri	7.341.825.000
Faiz Giderleri	1.506.300.000
Cari Transferler	2.576.403.000
Sermaye Giderleri	9.874.330.000
Sermaye Transferleri	570.150.000
Borç Verme	275.000.000
Yedek Ödenekler	1.800.000.000
Genel Toplam	**25.850.000.000**

Kaynak: İBB 2020 Yılı Mali Bütçesi, s.211.

İBB'ye ait bütçelerde, gider bütçesinin tahminlemelerine ve gerçekleşen tutarlara yer verilmektedir. Tablo 5'te çeşitli yıllara ait giderler toplamı tahminleri ve gerçekleşen tutarlar gösterilmektedir.

Tablo 5. İBB Bütçelerinde Giderler Toplamına Yönelik Tahmini (T) ve Gerçekleşen (G) Tutarlar

	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(T)	-	19.400.000.000	20.300.000.000	22.350.000.000	27.150.000.000	28.500.000.000
(G)	18.500.000.000	20.100.000.000	23.800.000.000	25.850.000.000	-	-

Kaynak: İBB 2017 Mali Yılı Bütçesi, s. 81; İBB 2018 Mali Yılı Bütçesi, s. 79; İBB 2020 Mali Yılı Bütçesi, s.61.

Tablo 5'e göre, kuruluşun gider bütçesine yönelik 2018 yılı tahmini 19.400.000.000 TL, gerçekleşen tutar 20.100.000.000 TL; 2019 yılı tahmini 20.300.000.000 TL, gerçekleşen tutar 23.800.000.000 TL; 2020 yılı tahmini 22.350.000.000 TL, gerçekleşen tutar 25.850.000.000 TL olmuştur. Bu rakamlar, kuruluşun gider bütçesi tahminleri ile gerçekleşen bütçe rakamları arasında tutarsal ve oransal açıdan önemli bir sapma olduğunu göstermektedir (Tablo 6).

Tablo 6. Gider Bütçesine İlişkin Tahmini ve Gerçekleşen Rakamlar Arasındaki Farklar

Yıllar	2018	2019	2020
Sapma Tutarı	700 Milyon TL	3 Milyar 500 Milyon TL	3 Milyar 500 Milyon TL
Sapma Oranı	%3,6	%17,2	%15,5

Tablo 6 incelendiğinde, İBB'nin gider bütçesine ilişkin tahminleri ile gerçekleşen tutarlar arasında 2018 yılı için 700 Milyon; 2019 yılı için 3 Milyar 500 Milyon; 2020 yılı için ise 3 Milyar 500 Milyon TL'lik bir sapma gerçekleştiği görülmektedir. Bu bağlamda, tahmini ve gerçekleşen tutarlar arasında 2018 yılı için %3,6; 2019 yılı için %17,2; 2020 yılı için ise %15,5'lik bir sapma oranı ortaya çıkmıştır. Ortalama sapma oranı ise yaklaşık olarak %12 olmuştur. Tablo 7'de ise kuruluşun gider bütçesinin Gri Tahmin Yöntemi ile analizine ilişkin bulgular yer almaktadır.

Tablo 7. İBB'nin Giderler Bütçesinin Gri Tahmin Yöntemi ile Analizine İlişkin Bulgular

2018 Tahmin	2019 Tahmin	2020 Tahmin	2021 Tahmin	2022 Tahmin	2023 Tahmin	2024 Tahmin
20.449.957.143	23.104.635.703	26.103.927.124	29.492.566.776	33.321.097.278	37.646.622.359	42.533.658.577

Tablo 7'den anlaşılacağı üzere, İBB Bütçesi'nde yer alan gider bütçesinin Gri Tahmin Yöntemi ile analiz edilmesi neticesinde, söz konusu gider kalemi 2018 yılı için 20.449.957.143 TL; 2019 yılı için 23.104.635.703 TL; 2020 yılı için 26.103.927.124 TL; 2021 yılı için 29.492.566.776 TL; 2022 yılı için 33.321.097.278 TL; 2023 yılı için 37.646.622.359 TL ve 2024 yılı için 42.533.658.577 TL olarak tahmin edilmiştir. Bu aşamada, çalışma bulgularının mukayeseli bir şekilde değerlendirilebilmesi için çalışmanın ortaya koyduğu tahminlerin, İBB'ye ait tahminler ve gerçekleşen tutarlar ile karşılaştırılması gerekli görülmüştür (Tablo 8).

Tablo 8. Çalışmanın ve İBB'nin Tahminlerinin Gerçekleşen Rakamlar ile Karşılaştırılması

	2018	**2019**	**2020**
İBB Tahmin	19.400.000.000	20.300.000.000	22.350.000.000
İBB Gerçekleşen	20.100.000.000	23.800.000.000	25.850.000.000
İBB Sapma (Tutar)	700.000	3.500.000.000	3.500.000.000
İBB Sapma (Oran)	%3,6	%17,2	%15,5
Gri Tahmin	20.449.957.143	23.104.635.703	26.103.927.124
İBB Gerçekleşen	20.100.000.000	23.800.000.000	25.850.000.000
Gri Tahmin Sapma (Tutar)	349.000	704.000	258.000
Gri Tahmin Sapma (Oran)	%1.7	%3	%0.9

Tablo 8 incelendiğinde görüleceği gibi gider bütçesine yönelik İBB'nin tahminleri ile gerçekleşen tutarlar arasında 2018 yılı için 700 Milyon TL, 2019 yılı için 3 Milyar 500 milyon TL; 2020 yılı için ise 3 milyar 500 milyon TL'lik bir sapma bulunmaktadır. Çalışma bulguları ile gerçekleşen tutarlar arasında bir mukayese yapmak gerekirse, 2018 yılı için yaklaşık 350 milyon, 2019 yılı için yaklaşık 704 milyon, 2020 yılı için ise yaklaşık 258 milyonluk bir sapma olduğu görülmektedir. Bu çerçevede, İBB tarafından yapılan tahminler ile gerçekleşen rakamlar arasındaki sapma oranı 2018 yılı için %3,6; 2019 yılı için %17,2 ve 2020 yılı için %15,5 olarak hesaplanmıştır. Üç yılın sapma oranlarının ortalaması ise yaklaşık %12 düzeyinde gerçekleşmiştir. Gri Tahmin Yöntemi ile yapılan hesaplamalarda ise ortalama sapma oranı sadece %1,88'dir. Bu bağlamda, Gri Tahmin Modeli ile gerçekleştirilen tahminlerin İBB tarafından yapılan tahminlerine göre oldukça tutarlı olduğunu söylemek mümkündür (Tablo 9).

Tablo 9. Sapma Oranlarının Mukayesesi

	İBB	**Gri Tahmin**
Sapma Oranı (Ortalama)	%12	%1.8

6. Sonuç ve Değerlendirme

Büyükşehir belediyelerinin gelirlerinin önemli bir kısmı, merkezi yönetim tarafından aktarılan paylardan oluşmaktadır. Bu nedenle, büyükşehirler belediyelerinin gelirleri bağlamında merkezi yönetimin önemli bir belirleyiciliği bulunduğu söylenebilir. Merkezi yönetimin inisiyatif yetkisinin yüksek olması, gelir bütçelerinin öngörülmesinde büyükşehir belediyelerinin işini zorlaştırmaktadır. Buna karşın, gider bütçelerinde yer alan harcama kalemlerinde inisiyatif yetkisi büyük oranda büyükşehir belediyelerine aittir. Bu bakımdan, büyükşehir belediyelerinin gider bütçelerini gelir bütçelerine göre daha sağlıklı öngörülebilmeleri beklenebilir.

İlgili mevzuat mali yıl bütçesinin hazırlanmasında izleyen yıllara ait bütçe tahminlerine yer verilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu zorunluluk bütçeyi hazırlamakla görevli büyükşehir belediye başkanına ve başkana bağlı olarak faaliyet gösteren mali hizmetler birimine önemli sorumluluklar yüklemektedir. Ayrıca gider bütçesi bakımından sağlıklı tahminlerin yapılması, stratejik yönetim sürecinin başarıya ulaşması, mali özerkliğin güçlendirilmesi ve mali sürdürülebilirliğin sağlanması bakımlarından oldukça elzemdir.

Bu çalışmada, büyükşehirlerin gider bütçelerini öngörebilmelerine katkı sağlamak amacı güdülmüştür. Bu amaç doğrultusunda, İBB gider bütçesinde yer alan giderler toplamı kalemi, 2021-2024 dönemi için tahmin edilmiştir. Tahminlerin yapılması için Gri Tahmin Yöntemi'nden faydalanılmıştır. Yöntemin uygulanabilmesi

için gerekli veriler, kuruluşun 2017-2020 yılları arasındaki mali bütçelerinden elde edilmiştir. İlgili yıllara ait bütçelere kuruluşun resmi web sitesinden ulaşılmıştır.

Çalışma iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada, eldeki veri setinden yararlanılarak kuruluşun 2018-2020 yılları arasındaki gider toplamı hesaplanmıştır. Bu hesaplama sonucunda elde edilen bulgular, aynı dönem için gerçekleşen tutarlarla karşılaştırılmış ve sapma oranı tespit edilmiştir. Bu analiz neticesinde, sapma oranının %1.88 olduğu tespit edilmiştir. Bu oran, İBB'nin tahminlerindeki ortalama %12'lik sapma oranı ile mukayese edildiğinde, oldukça makul seviyededir. İkinci aşamada İBB gider bütçesi 2021-2024 dönemini kapsayacak şekilde tahmin edilmiştir.

Bu bağlamda, Gri Tahmin Yöntemi'nin İBB gider bütçesi örneğinde olumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bu tespit doğrultusunda, söz konusu yöntemin gider bütçesinin makul bir sapma oranı ile tahmin edilmesinde, tüm yerel yönetim birimleri için faydalı olabileceği değerlendirilmiştir. Ayrıca yöntemin gider bütçelerinde yer alan tüm kalemlere uygulanabileceği düşünülmüştür. Böylelikle gider bütçesinin öngörülebilirliğinin sağlanmasında, kayda değer bir iyileşme kaydedilebileceği değerlendirilmiştir.

Gri Tahmin Yöntemi, Excel programı yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Yöntemin aşamalarının uygulanması, belirli bir uzmanlık ve tecrübe gerektirmektedir. Bu nedenle, özellikle mali hizmetler birimi personelinin Gri Tahmin Yöntemi ve işlevsel olabilecek diğer yöntemlerle ilgili eğitilmesi elzemdir. Bunun yanı sıra yöntemin otomasyonunun sağlanması bakımından tüm kamu kurum ve kuruluşlarının kullanımına sunulabilecek bir yazılım geliştirilmesi faydalı olabilir.

Son söz olarak çalışmanın büyükşehir belediyeleri başta olmak üzere tüm mahalli idareler ve hatta tüm kamu kurum ve kuruluşlarında bütçeleme sürecine katkı sağlayabileceği; başta stratejik liderler ve mali hizmetler birimi olmak üzere karar alıcı ve uygulayıcılar için faydalı olabileceği belirtilebilir. İleride bu alanda çalışma yapmayı planlayan araştırmacılara ise bu çalışmada gerçekleştirilen tahminlerin sağlamasını yapmaları önerilmektedir. Bu sağlama, İBB'nin 2021-2024 yıllarına ait gerçekleşen rakamları açıklandığında farklı ampirik çalışmalarla yapılabilir.

Kaynaklar

Arıkboğa, Ü. (2008). Yerel Yönetimlerin Gelir Kaynakları. R. Bozlağan ve Y. Demirkaya (Ed.), *Türkiye'de Yerel Yönetimler* içinde (1. Baskı., ss. 251–285). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Aydemir, E., Bedir, F. ve Özdemir, G. (2013). Gri Sistem Teorisi ve Uygulamaları: Bilimsel Yazın Taraması. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *18*(3), 187–200.

Başakın, E. E., Ekmekcioğlu, Ö., Özger, M. ve Çelik, A. (2020). Dalgacık Bulanık Zaman Serisi Yöntemi ile Türkiye Buğday Verimi Tahmini. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, *7*(3), 246–252. doi:10.19159/tutad.685342

Başakın, E. E. ve Özger, M. (2018). Gri Tahmin Yöntemi İle İstanbul Su Tüketiminin Modellenmesi. *Journal of Polytechnic*, *22*(3), 755–761. doi:10.2339/politeknik.422727

Büyükşehir Belediyesi Kanunu. (2004). https://www.mevzuat.gov.tr/Metin1.Aspx?MevzuatKod=1.5.5216&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=&Tur=1&Tertip=5&No=5216 adresinden erişildi.

Deng, J.-L. (1982). Control Problems of Grey Systems. *Systems & Control Letters*, *1*(5), 288–294. doi:10.1016/S0167-6911(82)80025-X

Deng, J.-L. (1989). Introduction to Grey System Theory. *The Journal of Grey System*, *1*, 1–24.

Deng, J.-L. (2005). Proving GM(1,1) Modeling via Four Data (at Least). *The Journal of Grey System*, *1*, 1–6.

Erden, C. ve Ceviz, E. (2015). Gri sistem teorisi kullanılarak Türkiye'nin büyüme oranı faktörlerinin analizi. *SAÜ Fen Bilimleri Dergisi*, *19*(3), 361–369.

Eren, T. ve Kaçtıoğlu, S. (2017). Türkiye'deki Doğal Gaz Tüketimi ve Gri Tahmin Metoduyla Tahmin Edilmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, *16*(31), 23–41.

Es, H. A. (2020). Gri Tahmin Modelleri ile Toplam Enerji Talep Tahmini: Türkiye Örneği. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. doi:10.17714/gumusfenbil.676909

Gözler, K. (2018). *Mahalli İdareler Hukuku* (Birinci Ba.). Bursa: Ekin Basın Yayın Dağıtım.

Hsu, C.-C. ve Chen, C.-Y. (2003). Applications of improved grey prediction model for power demand forecasting. *Energy Conversion and Management*, *44*(14), 2241–2249. doi:10.1016/S0196-

8904(02)00248-0

Hsu, L.-C. (2003). Applying the Grey prediction model to the global integrated circuit industry. *Technological Forecasting and Social Change*, *70*(6), 563–574. doi:10.1016/S0040-1625(02)00195-6

Hu, L.-Q., He, C.-F., Cai, Z.-Q., Wen, L. ve Ren, T. (2019). Track circuit fault prediction method based on grey theory and expert system. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, *58*, 37–45. doi:10.1016/j.jvcir.2018.10.024

İBB. (2016). *İBB 2017 Mali Yılı Bütçesi*. ibb.istanbul adresinden erişildi.(Erişim Tarihi: 22.02.2021)

İBB. (2017). *İBB 2018 Mali Yılı Bütçesi*. ibb.istanbul adresinden erişildi.(Erişim Tarihi: 22.02.2021)

İBB. (2018). *İBB 2019 Mali Yılı Bütçesi*. ibb.istanbul adresinden erişildi.(Erişim Tarihi: 22.02.2021)

İBB. (2019). *2020 Mali Yılı Bütçesi*. ibb.istanbul adresinden erişildi. (Erişim Tarihi: 22.02.2021)

İBB. (2019). *İBB 2020 Mali Yılı Bütçesi*. ibb.istanbul adresinden erişildi. (Erişim Tarihi: 22.02.2021)

Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu. (2003). Türkiye. https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5018.pdf adresinden erişildi.

Kaynak, S. ve Eren, M. (2015). Gri Tahmin ve Markov Modeli ile Türk İmalat Sanayinin Satış Gelirinin Öngörüsü. *Business and Economics Research Journal*, *9*(3), 531–542.

Köse, E., Aplak, H. S. ve Kabak, M. (2015). Yetersiz Veri Ortamında Tahminler İçin Örnek Bir Uygulama: Gri Tahmin Yöntemi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *31*(1), 82–88.

Liu, S. ve Lin, Y. (2006). *Grey Information Theory and Practical Applications*. London: Springer.

Liu, S. ve Lin, Y. (2010). *Grey Systems Theory and Applications*. Understanding Complex Systems (C. 68). Berlin, Heidelberg: Springer. doi:10.1007/978-3-642-16158-2

Luo, R. C., Ogst Chen ve Pan, S. H. (2005). Mobile user localization in wireless sensor network using grey prediction method. *31st Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society, 2005. IECON 2005.* içinde (s. 6 pp.). IEEE. doi:10.1109/IECON.2005.1569330

Özer Keçe, F., Ömürbek, V. ve Acar, D. (2016). Gri Temelli Maliyet Tahmini. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *21*(2), 453–461.

Ren, X.-W., Tang, Y.-Q., Li, J. ve Yang, Q. (2012). A prediction method using grey model for cumulative plastic deformation under cyclic loads. *Natural Hazards*, *64*(1), 441–457. doi:10.1007/s11069-012-0248-8

Tseng, F.-M., Yu, H.-C. ve Tzeng, G.-H. (2001). Applied Hybrid Grey Model to Forecast Seasonal Time Series. *Technological Forecasting and Social Change*, *67*(2–3), 291–302. doi:10.1016/S0040-1625(99)00098-0

Wu, W.-Y. ve Chen, S.-P. (2005). A prediction method using the grey model GMC(1,n) combined with the grey relational analysis: a case study on Internet access population forecast. *Applied Mathematics and Computation*, *169*(1), 198–217. doi:10.1016/j.amc.2004.10.087

Yılmaz, H. ve Yılmaz, M. (2013). Forecasting CO2 Emissions for Turkey by Using the Gerey Prediction Method. *Journal of Engineering and Natural Sciences*, *31*, 141–148.