



Original Research / Orijinal Araştırma

Çoklu bağlantı durumunda kentleşme göstergelerinden agrega üretim miktarının tahmini

Estimation of aggregate production amount from urbanization indicators showing multicollinearity

Adnan Konuk^{a,*}, Mehmet Aksoy^{a,**}, Hakan Ak^{a,***}^a Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, TÜRKİYE

Geliş - Received: 2 Mart - March 2021 • Kabul - Accepted: 11 Mart - March 2021

Ö Z

Agrega üretimi, kentleşmenin hızla arttığı günümüzde ülkelerin sürdürülebilir kalkınmasında hayati bir unsurdur. Kentli nüfus oranlarının yükselmesiyle birlikte, kentlerin ihtiyacı olan yapıların yapım ve bakımı için temel hammadde olan agrelara talep artmaktadır. Bu talep artışını uzun dönemde, kentli nüfus oranı ve kentleşme göstergelerine bağlı olarak çoklu doğrusal regresyon modelleriyle tahmin etmek mümkündür. Bununla birlikte, bu modellere girecek bağımsız değişkenlerin arasında var olabilecek çoklu bağlantının bu modellerle yapılacak tahminleri, anlamsız ve tutarsız yapabilme ihtimali söz konusudur. Bu çalışmada, regresyon modeline girecek değişkenlerin seçiminde kullanılacak en uygun yöntem belirlenmiş ve agrega üretim miktarının, önerilen regresyon modeliyle istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde tahmin edilebileceği belirlenmiştir. Yapılan tahminlere göre, Türkiye'de mevcut agrega üretim kapasiteleri 2022 yılından sonra yetersiz kalacaktır. Artacak agrega ihtiyacı için yeni agrega üretim alanlarının planlanması ve/veya geri dönüşümden uygun kalitede agrega üretim olanaklarının araştırılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Keywords: Agrega, Kentleşme, Regresyon, Çoklu bağlantı.

A B S T R A C T

Aggregate production is a vital element in the sustainable development of countries where urbanization is rapidly increasing. With the urban population rise, the demand for aggregates which are the basic raw material for the construction and maintenance of buildings needed by cities is increasing. It is possible to estimate this increase in demand in the long run with multiple linear regression models depending on the urban population ratio and urbanization indicators. However, the possible presence of multicollinearity among the independent variables can make the predictions meaningless and inconsistent due to the inclusion of the multicollinear variables in the models. In this study, the most appropriate method to be used in the selection of variables to enter the regression model was determined and it is also found that the statistically significant and meaningful estimates of aggregate production can be done by using the proposed regression model. According to estimates, the current capacity in Turkey will be insufficient after 2022. It was concluded that new aggregate areas should be planned and/or production possibilities from recycling should be investigated to meet the demand.

Keywords: Aggregate, Urbanization, Regression, Multicollinearity.

Giriş

Kum, çakıl ve kırılmış taşlar da dâhil olmak üzere agregalar, dünyada sudan sonra en çok kullanılan ikinci doğal malzemedir ve üretim hacmi açısından en büyük madencilik faaliyetidir. Doğal agregalar, konutlar, ticari işyerleri, hastaneler, yol ve oto yol, demiryolu, köprü, havaalanı v.b. ulaştırma yapıları yapım ve bakım inşaat projelerinin yanı sıra tarım, kimya ve metalürji sektörleri içinde kullanılan temel bir hammadde. Tükenebilir ve yenilenemez doğal

kaynak olan agregalar, dünyada tüketilen hammaddeler içerisinde en büyük tüketim hacmine sahip olmakla birlikte, tükenme potansiyeli en düşük hammadde. Bununla birlikte, jeolojik koşullar ve yoğun yerleşimler nedeniyle Avrupa'daki bazı ülkelerde (örneğin Hollanda ve İsviçre) arz sıkıntısı da ortaya çıkabilmektedir (Bleischwitz ve Bhan-Walkowiak, 2007). Agrega madenciliği, diğer madencilik faaliyetlerine göre iki açıdan farklılık göstermektedir. Birincisi, agrega üretim sahasının, yüksek talep alanlarının yakınında

* akonuk@ogu.edu.tr • <https://orcid.org/0000-0002-9577-6674>** Corresponding author/Sorumlu yazar: maksoy@ogu.edu.tr • <https://orcid.org/0000-0002-3650-8493>*** hak@ogu.edu.tr • <https://orcid.org/0000-0002-5010-1382>

ve uygun kalitede malzemeyi içeren jeolojik oluşumlar bölgesinde olma zorunluluğudur. Diğeri ise, agrega üretiminin; inşaat, çimento ve hazır beton sektörlerindeki gelişmelere ve rekabet gücüne bağlı olmasıdır (Bleischwitz ve Bhan-Walkowiak, 2007). Agrega rezerv/kaynaklarının gelecekte insanlığın ihtiyaçlarını karşılamada da sürdürülebilir büyüklükte olması oldukça önemlidir. Bir doğal kaynağın insan ihtiyaçlarını karşılamada sürdürülebilir olması için, en az 1000 yıl boyunca ihtiyaçları karşılamaya yeterli rezerv/kaynakların olması gerekir (Escavy v.d., 2020).

Dünya genelinde üretilen agregaların yaklaşık %65'i hazır beton üretiminde tüketilmektedir (O'Neal ve Guis, 2018). Son yıllarda artan kentleşme hamleleri sonucunda konutlarda ve ulaştırma alt yapılarında artan talebe göre agrega endüstrisi daha yüksek bir büyüme yaşamıştır. Ülkenin eskiyen binalarının kentsel dönüşümle yenileme ihtiyacı ile altyapısını onarmak ve genişletmek için yapılan altyapı harcamaları, agrega ürünlerine, çimento ve hazır betona talebi daha da artırmaktadır. Bununla birlikte, ekonomik kriz ve durgunluk dönemlerinde agrega, hazır beton, çimento ve inşaat sektörlerinde önemli kayıplar yaşanmakta ve bunun sonucunda da birçok girişimci sektörden çekilme eğilimine girmektedir. Ekonomik durgunluktan çıkmak için ise dünyada birçok ülkede öncelikle inşaat sektörünün canlandırılmasına önem verilmektedir. Ekonomik canlanma ile birlikte talep artışları meydana geldiğinde, birçok sektörde olduğu gibi agrega sektöründe de gelecekteki talebin nasıl sağlanacağı konusunda endişeler ortaya çıkmaktadır (Delannoy, 2017). Özellikle, agrega üretimi yapılan maden ruhsat sahalarının hukuki yapısının durgunluk dönemlerinde korunamaması durumunda, yeniden ruhsat sahalarının satın alınması ve çevresel izinlerinin sağlanması, büyük maddi ve zaman kayıplarına yol açabilmektedir. Yeni bir maden sahası için ruhsatların ve işletme izinlerinin alınması çevresel etki değerlendirme kanunu gereği ile orman, mera, tarım v.b izinlerin alınması ortalama 3-5 yıl sürmektedir.

Kentleşme ilk olarak sanayi devrimi sırasında yüksek gelirli ülkelerde, insanların fabrikalarda çalıştırılması amacıyla kırsal alanlardan kentsel alanlara çekilmesiyle başlamıştır. Ayrıca, teknolojiadaki gelişmelerin çiftliklerde makineleşmeye yol açması, bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişim ve kentlerin sunduğu eğitim, sağlık, kültürel ve iş imkânlarına erişim kolaylığı da kırsaldan kentlere göçü arttırmıştır. Kırsaldan kente göçün temel nedeni dünyanın birçok yerinde olduğu gibi ekonomik fırsattaki farklılıklar olup, kentlerin istihdam açısından kırsal kesimden daha fazla imkân sunmasıdır. Kentlerde üretilen mal ve hizmetlerin değerinin ve verimliliğinin daha yüksek olması, kentlerde altyapının, hizmetlerin ve bilgilerin paylaşılması; firmalar ve diğer kurumlar arasında karşılıklı öğrenme nedeniyle kentlerdeki yoğunlaşma kırsaldan kente göçü teşvik etmiştir. Kentlerin genelde kamu kurumlarının merkezi olmaları, finansal ve ticari hizmetler sunmaları, üniversiteleri ve büyük hastaneleri barındırmaları da cazibe merkezi olmalarına neden olmuştur (Turok, 2012).

Agrega talebi büyük çoğunlukla inşaat sektörü talebine bağlı olduğundan, agrega talep tahminlerinde literatürde, inşaat ve çimento endüstrisini etkileyen makroekonomik, demografik ve sosyal gelişmelere odaklanılmıştır. Çimento talebinde özellikle toplum nüfustaki artışların, kentli nüfus oranlarının ve GSYH'daki gelişmelerin etkileri üzerinde yoğun bir şekilde durulmuştur (Lopes, 2003; Lopes v.d., 2011; Dlamini, 2012; Berk ve Biçen, 2017; Kuzu Yıldırım, 2019). Agrega talebi konusunda yapılan çalışmalarda, Coulter (2003), EBA (2013), O'Neal ve Guis (2018) yıllık nüfus büyüme oranını ve hızının, Bleischwitz ve Bhan-Walkowiak (2007) kişi başına GSYİH'nın, Menegaki ve Kaliampakos (2010) konut inşaat sektörünün, Delannoy (2017) nüfus artış eğilimine bağlı olarak ev inşası ve altyapı da dâhil olmak üzere inşaat ihtiyaçlarının, Ford ve Spiwak (2017) GSYİH ve Case-Shiller Konut Fiyat Endeksinin, Smith (2017) evlerin, okulların, otoyolların ve toplam kullanılan diğer projelerin inşası ve bakımı ile ilgili tahminlerin, Escavy v.d. (2020) işsizlik oranının, Douglas ve

Lawson (2002), nüfus büyüklüğü ve enerji tüketiminin ve Assefa ve Gebregziabher (2020) çevresel etkilerin agrega talebine etkilerini araştırmışlardır. Kentleşme konusunda yapılan çalışmalarda ise, Altıntaş ve Koçbulut (2014) kentleşmenin elektrik tüketimine etkilerini, Bide v.d. (2020) kentleşmenin inşaat malzemeleri talebine etkilerini, Pereira ve Ng (2004) kentsel gelişim için inşaat agregalarının tüketiminde çevresel etkileri, Haque v.d. (2018) ve Gedefaw v.d. (2018) kentleşmenin su talebine etkilerini araştırmışlardır.

Bu çalışmada; ticari, kamusal ve kişisel konutları ifade edecek şekilde yapı ruhsatı alanı, bölünmüş devlet yolu, bölünmüş il yolu ve otoyol uzunlukları toplamından oluşan bölünmüş karayolu uzunlukları, demiryolu hat uzunlukları, ilköğretim, ortaöğretim ve okul öncesi toplam derslik sayıları, özel ve kamu hastanelerinin yatak sayıları ile elektrik santralleri kurulu gücü yıllık verilerinden oluşan kentleşme göstergelerinden hangilerinin agrega üretimi üzerinde etkili olduğu farklı çoklu regresyon yöntemleri kullanılarak araştırılmıştır. Agrega üretimini etkileyen kentleşme göstergeleri belirlendikten sonra ilgili kentleşme göstergeleri ile kentli nüfus oranları arası ilişki araştırılarak gelecekteki agrega üretim miktarı tahminleri yapılmıştır. Uzun vadeli agrega üretim tahminleri yapılırken, bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı olması halinde değişken seçimi üzerine yoğunlaşmıştır. Yapılan tahmin sonuçları göz önünde bulundurularak gelecekte mevcut agrega maden işletmelerinin üretim kapasitelerinin yeterli olup olmayacağı tartışılmıştır.

1. Yöntem ve veri seti

1.1. Yöntem

Bu çalışmada, derlenen verileri analiz etmek ve agrega üretimini tahmin etmek için çoklu doğrusal regresyon yöntemi seçilmiştir. Çoklu doğrusal regresyon analizi, bağımlı değişkeni etkilediği düşünülen bağımsız değişkenlerden hangisi ya da hangilerinin bağımlı değişkeni daha çok etkilediğini bulmak ve bağımlı değişkeni etkilediği belirlenen değişkenler yardımıyla bağımlı değişken değerini tahmin edebilmek için gerçekleştirilir. Çoklu doğrusal regresyon modelinin genel formu Eşitlik 1'de verilmiştir:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik} + \epsilon_{ij} \quad (1)$$

Y_i bağımlı değişken

X_{ij} bağımsız değişken,

β_j regresyon katsayısı (modelin parametrelerini),

ϵ_{ij} hata terimi

k bağımsız değişken sayısı

Çoklu doğrusal regresyon modelleri parametrelerinin tahmininde en küçük kareler yöntemi kullanılmakla birlikte, en küçük kareler yönteminin uygulanabilmesi için bir takım varsayımların yerine getirilmiş olması gerekmektedir. Bu varsayımlar; hata terimlerinin varyansının sabit olması ve birbirinden bağımsız olmaları, hata terimlerinin beklenen değerinin "0" olması ve bağımsız değişkenler arasında bir ilişki olmamasıdır. Bu varsayımlardan biri ya da bir kaç gerçekleşmediğinde elde edilen tahmin sonuçlarının yanlı çıkması kaçınılmazdır (Büyükuysal ve Öz, 2016). Bunun için hata terimlerinin normal dağılıp dağılmadığının, gözlemler arasında ardışık bağımlılığın (otokorelasyonun) bulunup bulunmadığının, bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantının olup olmadığının mutlaka test edilmesi gerekir.

Çoklu doğrusal bağlantı, iki ya da daha fazla açıklayıcı değişkenin birbirleri arasında doğrusal bir ilişki içerisinde olmasıdır. İki değişken arasında yüksek korelasyon olduğunda, her ikisi de aslında aynı bilgiyi aktarmaktadırlar. Bu durumda her iki değişken birlikte modelde olduklarında etkileri çok fazlayken, her ikisi de diğerinden sonra modele eklendiğinde anlamlı derecede bir katkı yapmayabilir. Eğer her iki değişken de modelden çıkartılırsa modelin uyumu düşecektir (Büyükuysal ve Öz, 2016).

Literatürde, bu çoklu doğrusal bağlantı sorununu çözmek için farklı değişken seçim yöntemlerinin denenip sonuçlarının karşılaştırıldığı çalışmalar mevcuttur. Haque v.d. tarafından yapılan çalışmada, doğrusal regresyon temelli uzun vadeli kentsel su talebi tahmin modellerinde çoklu bağlantı problemini ortadan kaldırmak için farklı değişken seçim yöntemleri karşılaştırılmış ve farklı değişken seçim yöntemlerinin farklı tahminci değişken kümeleriyle sonuçlandığı belirlenmiştir [Haque v.d., \(2018\)](#). Yine aynı çalışmada, kısa vadeli su talebi tahmini için yapay sinir ağları ve zaman serisi modellerinin benimsendiği ve uzun vadeli tahmin için ise çoklu doğrusal regresyon analizinin kullanıldığı belirtilmektedir. Benzer şekilde yapılan bir diğer çalışmada, Etiyopya'da uzun dönemli kentsel su talebi tahmininde, doğrusal regresyon modelindeki çoklu bağlantı problemlerinin ortadan kaldırılmasına yönelik farklı değişken seçim yöntemleri karşılaştırılmış ve aralarında çoklu bağlantı olan birçok bağımsız değişkenin modele dâhil edilmesinin, modellerin performans verimliliğini mutlaka iyileştiremeyeceği gösterilmiştir ([Gedefaw v.d., 2018](#))

Literatürde, değişkenler arasında çoklu bağlantı mevcutken agrega üretimi ve talebi tahmininde değişken seçim yöntemleri üzerine çalışma bulunmadığı tespit edilmiştir. Bağımsız değişkenler arasında yüksek derecede çoklu bağlantı olması durumunda, uygulanan değişken seçim yöntemine göre mantıksız ve gerçekçi olmayan bağımsız değişkenlerin tahmin modeline girmesi söz konusu olabilmektedir.

Bu çalışmadaki agrega üretim miktarının bağımlı değişken ve kentleşme göstergelerinin bağımsız değişkenler olarak ele alındığı çoklu doğrusal regresyon analizlerinde, agrega üretim miktarı üzerinde etkili olduğu düşünülen kentleşme göstergelerinden çoklu doğrusal regresyon modeline girmesi gerekenlerin belirlenmesi önemli olmaktadır. Bu nedenle; regresyon modeline girecek bağımsız değişkenlerin belirlenmesinde varyans artış faktörünü (VIF) azaltarak eleme, ileriye doğru seçim, geriye doğru eleme ve adım adım regresyonla seçim-eleme yöntemleri kullanılmıştır.

1.1.1. VIF Azaltarak Eleme

Bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı bulunup bulunmadığını, değişkenler arası korelasyon katsayılarının veya çoklu regresyon modelindeki varyans artış faktörü (VIF) yardımıyla belirlemek mümkündür. Bağımsız değişkenler arası korelasyon katsayıları ± 1 'e yakın ise değişkenler arasında güçlü çoklu bağlantı olduğu, korelasyon katsayılarının ise 0'a yakın olması halinde çoklu bağlantı olmadığını söylemek mümkündür.

Bağımsız değişkenler arası çok bağlantının belirlenmesinde VIF değeri kullanılabilir. Tek bir bağımlı değişken için VIF değeri, bu değişkenin diğer tüm bağımsız değişkenlere karşı regresyonunun R^2 değeri ile Eşitlik 2 kullanılarak hesaplanır:

$$VIF_j = \frac{1}{1-R_j^2} \quad (2)$$

Bağımlı değişkeni etkilemesi beklenen tüm bağımsız değişkenler çoklu doğrusal regresyon modeline dâhil edilerek VIF değerleri hesaplandığında, VIF değeri 5'den küçük olan değişkenlerin diğerleriyle arasında çoklu bağlantı olmadığına, 5 ile 10 arasında olan değişkenlerin diğerleriyle arasında çok bağlantı ihtimalinin zayıf olduğuna ve 10'dan büyük olan değişkenlerin ise diğerleriyle arasında güçlü çoklu bağlantı olduğu verilebilir. VIF değeri 10'un üzerindeki en büyük VIF değerine sahip bağımsız değişkenlerin her seferinde çoklu doğrusal modelden çıkarılması işlemleri yapılarak, çoklu doğrusal bağlantısı olmayan değişkenleri belirlemek mümkündür ([Craney ve Surles, 2002](#); [Topal v.d., 2003](#); [Murray vd, 2012](#); [Thompson, 2013](#)).

1.1.2. Aşamalı Regresyonla Eleme ve Seçim

[Wang ve Chen \(2016\)](#), değişkenler arasında çoklu bağlantı olması durumunda, değişkenin modele giriş veya silinme sırasının kesinlikle etkilendiğine dair kanıtlar bulunduğunu ve değişken seçiminde olası hatalar yapılabileceğini belirtmektedir. Bu nedenle bu çalışmada, aşamalı regresyonla eleme ve seçim yöntemlerinden ileriye doğru, geriye doğru ve adım adım olmak üzere üç yönteminde uygulanması ve sonuçları yorumlanarak en iyi modelin belirlenmesi amaçlanmıştır.

İleriye Doğru Regresyonla Seçim

İleriye doğru seçim yönteminde değişken seçme işlemine modelde sadece sabit terimin bulunduğu denklemle başlanır ve değişkenler modele en uygun birleşim sağlanıncaya kadar teker teker eklenir. Modele alınması düşünülen ilk bağımsız değişken, bağımlı değişken ile en yüksek korelasyona sahip değişken olup, aynı zamanda bu değişken Y bağımlı değişkeni ile en yüksek F istatistiğini üretecek olan değişkendir. Hesaplanarak bulunan F istatistiği, önceden seçilmiş α önem düzeyinde anlamlı ise, bu değişken modele alınır ve ileriye doğru seçim yöntemi devam eder. Bu işlem, herhangi bir bağımsız değişken için hesaplanan F istatistiği değerinin, seçilen α önem düzeyi F istatistiği değerini aşmadığı durumda veya modele son aday bağımsız değişken eklendiğinde sona erer ([Topal v.d., 2010](#); [Maxwell, 2019](#)). [Haque v.d. \(2018\)](#), uzun vadeli kentsel su talep tahmini yaptıkları çalışmalarda, ileriye doğru eleme yönteminin bazı değişkenlerin katsayılarında gerçekçi olmayan sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir.

Geriye Doğru Regresyonla Eleme

Geriye doğru eleme yönteminde, başlangıç aşamasında model içine tüm aday bağımsız değişkenler dâhil edilir. Daha sonraki kademelerde her defasında en düşük kısmi F istatistik değerine sahip olan bağımsız değişken, seçilen α önem düzeyi F istatistiği değerine göre önemsiz ise modelden kaldırılmak sureti ile işleme devam edilir. En düşük kısmi F istatistik değerine sahip değişkenin katkısı istatistiki olarak önemli ise kaldırma işlemi gerçekleştirilmez ve işlem orada durdurulur ([Kayaalp v.d., 2015](#); [Maxwell, 2019](#)). [Yalçın, \(2020\)](#) çoklu bağlantı olduğu durumlarda geriye doğru regresyonla eleme yönteminin genelde kabul gördüğünü belirtmektedir. [Haque v.d. \(2018\)](#) ise çalışmalarında, geriye doğru eleme yönteminin bazı değişkenlerin katsayılarında mantıksız sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir.

Adım Adım Regresyonla Seçme ve Eleme

Adım adım seçme ve eleme yöntemi, regresyonda kullanılan ileriye doğru seçme ve geriye doğru eleme yöntemlerinin kombinasyonudur. Adım adım regresyonda, her değişkenin modelde yer alabilmesi için sahip olması gereken en düşük F değerinin (veya p değeri) belirlenmesinin ardından, her seferinde bir değişkenin modele eklenmesi, eklenen değişkenin modelde kalması ya da çıkartılması konusunda kararın F değerine göre verildiği bir yöntemdir. Adım adım regresyonda, modele en son giren değişken dışındaki tüm bağımsız değişkenlerin kısmi korelasyonları hesaplanır ve test edilir. Bu kısmi korelasyon katsayılarının incelenmesinin nedeni modelde mutlaka kalması gereken en güçlü değişken sabit tutulduğunda Y'yi en fazla etkileyen değişkeni bulmaktır. Böylece ilk modele eklenen bağımsız değişken ile çoklu doğrusal bağlantısı olmayan ve aynı zamanda Y bağımlı değişkenini en fazla etkileyen bir değişken seçilmiş olmaktadır. Adım adım regresyon yöntemi, her adımda daha önce birinci modele girilen tüm tahmincilerin kısmi F-istatistikleri yoluyla geri çekildiği ileri seçimin bir modifikasyonu olduğu söylenebilir. Daha önceki bir adımda eklenen bir tahminci, denklemdaki tahminciler ile arasındaki ilişki nedeniyle artık gereksiz olabilir ([Kayaalp v.d., 2015](#); [Maxwell, 2019](#)).

Yalçın, (2020), çoklu bağlantı olmadığı durumlarda adım-adım regresyon yönteminin uygulanmasının genelde kabul gördüğünü belirtmektedir. Bununla birlikte Kayaalp v.d. (2015) adım adım regresyonla eleme yönteminin en önemli yararının, çoklu doğrusal bağlantı sorununa çözüm getirmesi olduğunu belirtmektedir.

En iyi çoklu regresyon modelinin elde edilmesinde yeterlilik ölçütü olarak belirlilik katsayısı (R^2) kullanılmaktadır. Modele her giren yeni bağımsız değişkenden etkilenmediği için düzeltilmiş belirlilik katsayısının 0 kullanılması önerilmektedir (Maxwell, 2019). Elde edilen çoklu doğrusal modelin sapmasız ve anlamlı olsa dahi otokorelasyonun varlığı halinde en küçük varyanslı olmamaktadır (Çil, 2020). Elde edilen model istatistiksel açıdan anlamlı tahminler yapmaya uygun görünse de, otokorelasyonun varlığı halinde yanlıtıcı sonuçlar verme ihtimaline karşı seçilen modelin otokorelasyon içerip içermediğini belirlemek için de Durbin-Watson testi yapılmasına karar verilmiştir.

1.2. Veri Seti

Çalışmada yıllık agrega üretim miktarları bağımlı değişken ve kentleşme göstergeleri olan yapı ruhsatı alanı, kara yolu uzunluğu, demir yolu uzunluğu, derslik sayısı, hastane yatak sayısı ve elektrik kurulu gücü bağımsız değişken olmak üzere yedi değişken kullanılmıştır. Bu değişkenlere ait veri seti, Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) İstatistik Veri Portalındaki ilgili tablolardan 2005-2019 yılları arasındaki yıllık verilerden derlenerek oluşturulmuştur. 2005 yılının başlangıç yılı olarak seçilmesinde TÜİK tarafından agrega üretimine ait verilerin bu yılda yayınlanmaya başlamış olması etkili olmuştur. Bu değişkenler aşağıda kısaca tanımlanmıştır:

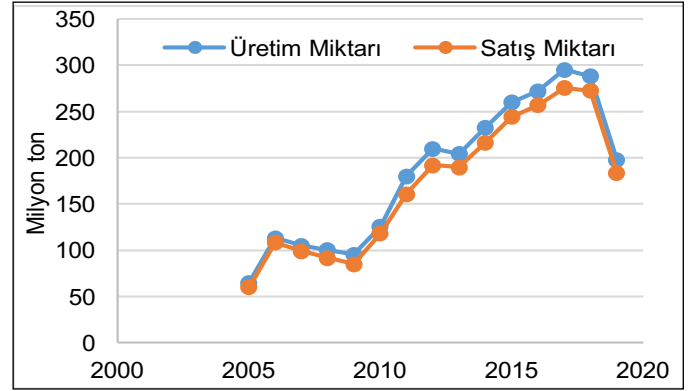
- **Agrega Üretim Miktarı (AGR):** Ürün kodu 08.12.12.30 olan "Kırılmış taşlar (beton agregaları, kara yolu yapımı veya demir yolu balastı ya da diğer balastlama işleri için kullanılanlar) (çakıl taşı, yuvarlak çakıl ve çakmaktaşı hariç)" verileri (TÜİK (a), 2021).
- **Yapı ruhsatı alanı (YPR):** "Yapı Sahipliğine Göre Yapılacak Yeni ve İlave Yapılar" başlığı altında verilen Toplam Yapı Ruhsatı Yüzölçümü verileri (TÜİK (c), 2021).
- **Karayolu Uzunlukları (KRY):** Karayolu Uzunlukları başlığı altında verilen bölünmüş devlet yolu, bölünmüş il yolu ve otoyol uzunlukları toplamından oluşan bölünmüş yol toplam uzunluk verileri (TÜİK (d), 2021).
- **Demiryolu Uzunlukları (DMY):** Demiryolları Uzunluğu, Tren, Yolcu, Yük Taşımaları başlığı altında verilen Hat Uzunluğu verileri (TÜİK (e), 2021).
- **Derslik Sayısı (DRS):** "Öğretim yılına göre ilköğretimde, orta-öğretimde ve okul öncesinde net okullaşma oranı, okul, öğretmen, öğrenci, derslik ve şube sayısı, şube ve öğretmen başına düşen öğrenci sayısı" başlığı altında verilen toplam derslik sayıları birleştirilerek elde edilen veriler (TÜİK (f), 2021).
- **Hastane Yatak Sayısı (HYS):** "Sağlık kurumu sayısı, toplam yatak sayısı ve 1000 kişi başına düşen yatak sayısı" başlığı altında verilen toplam yatak sayısı verileri (TÜİK (g), 2021). 2019 yılı toplam yatak sayısı ise Sağlık Bakanlığı verilerinden elde edilmiştir.
- **Elektrik Santralleri Kurulu Gücü (EKG):** "Elektrik santrallerinin toplam kurulu gücü, brüt üretimi, net elektrik tüketimi" başlığı altında verilen toplam kurulu güç verileri (TÜİK (h), 2021).

Çoklu doğrusal regresyon analizleri MINITAB paket programından yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Model oluşturmadan önce değişkenlerin her birine ilişkin bazı tanımlayıcı istatistik testler uygulanmıştır.

1.2.1. Agregada Üretim Miktarı

Türkiye'de 2005-2019 yılları arasında gerçekleşen agrega üretimi ve satış miktarları grafiksel olarak Şekil 1'de verilmiştir (TÜİK (a), 2021; TÜİK (b), 2021). Bu grafikten agrega üretim ve satış miktarlarının birbirine paralel hareket ettiği ve üretim ve satışlar arasında güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Bu yıllar arasında üretim miktarı, satış miktarından ortalama %7 oranında daha yüksek gerçekleşmiş olup, yıllık %7 oranında arz fazlası veya stok bulunduğunu söylemek mümkündür.

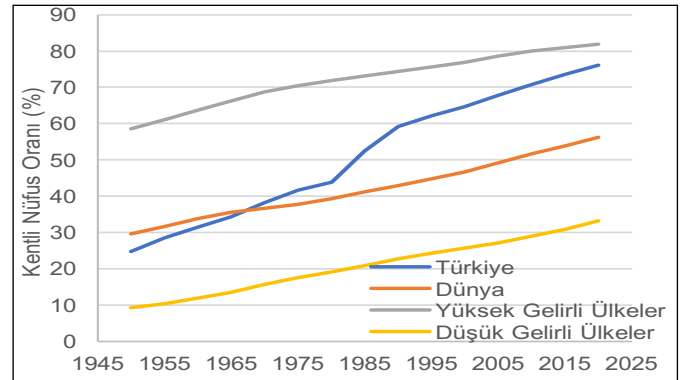
Türkiye'de agrega üretimi ve satış rakamları arasında güçlü bir ilişki bulunduğundan, bu çalışmada sadece üretim miktarı tahmini yapılacaktır. Bu nedenle regresyon analizlerinde bağımsız değişken olarak yıllık agrega üretim miktarları (AGR) seçilmiştir.



Şekil 1. Agregada üretim ve satış miktarları

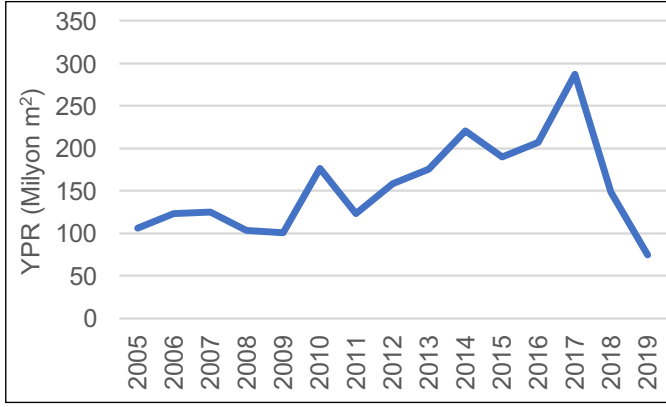
1.2.2. Kentleşme Göstergeleri

Dünyada kentlerde yaşayan nüfus oranı, yüksek gelirli gelişmiş ülkelerde yüksek, düşük gelirli az gelişmiş ülkelerde ise düşüktür. Birleşmiş Milletler Nüfus Bölümü'nün Dünya Kentleşme Beklentileri 2018 yılı raporu verilerine göre, 1950-2020 yılları arasında Türkiye'nin, yüksek ve düşük gelirli ülkelerin kentli nüfus oranları ve dünya ortalaması Şekil 2'de grafiksel olarak gösterilmiştir (UN, 2019). Şekil 2'de görüldüğü gibi yüksek gelirli ve düşük gelirli ülkeler arasında kentli nüfus oranlarında büyük farklar bulunmaktadır. Türkiye'nin 1968 yılından itibaren kentli nüfus oranının dünya ortalamasının üzerine çıktığı, 1982 yılından sonra ise %50'leri aşarak önemli bir sıçrama yaptığı ve son yıllarda ise yüksek gelirli ülkeler seviyesine yaklaştığı görülmektedir.

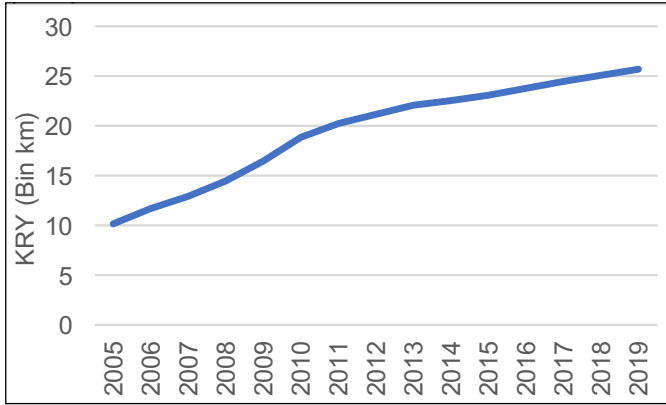


Şekil 2. Kentli nüfus oranları

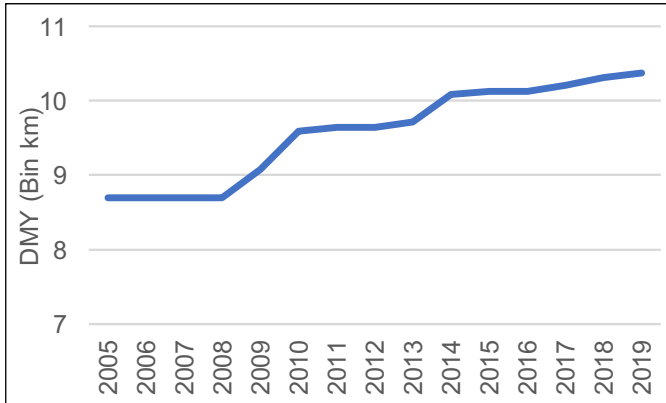
Modelin bağımsız değişkenleri olan kentleşme göstergelerinin 2005-2019 yılları arası değişimi grafiksel olarak Şekil 3'de verilmiştir.



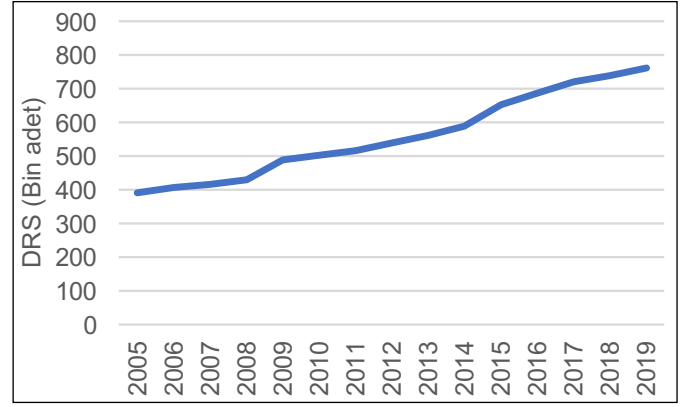
a) Yapı ruhsatı alanı



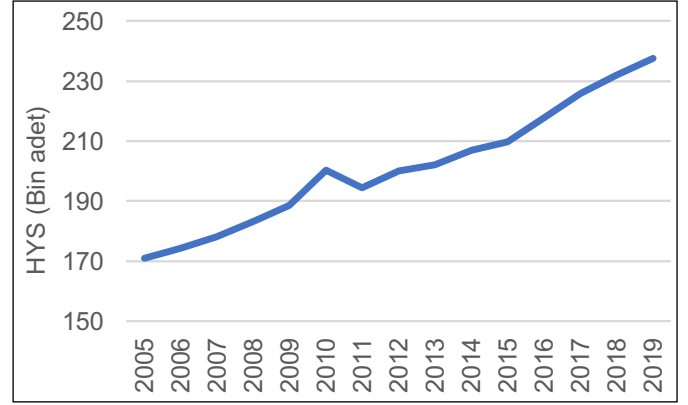
b) Karayolu uzunlukları



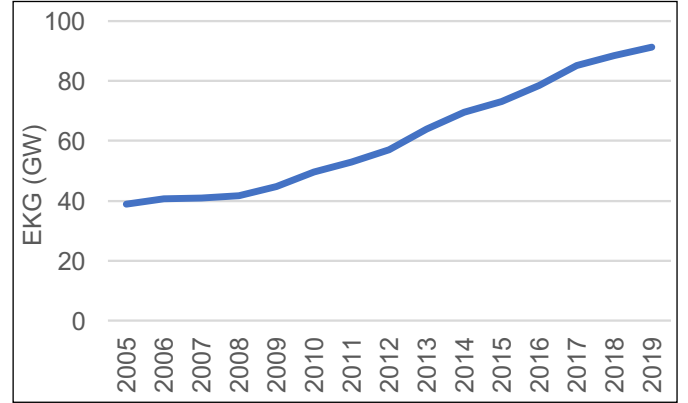
c) Demiryolu uzunlukları



d) Derslik sayısı



e) Hastane yatak sayısı



f) Elektrik santralleri kurulu gücü

Şekil 3. Kentleşme göstergelerinin değişimi

2. Analiz ve Bulgular

Bu çalışmada, kentleşmenin en önemli göstergeleri YPR (m²), KRY (km), DMY (km), DRS, HYS ve EKG (MW) bağımsız değişkenler olarak ele alınarak, çoklu doğrusal regresyon modeli ile bağımlı değişken GKR tahmin edilmiştir. Çoklu doğrusal regresyon analizi sonucunda elde edilen en iyi tahmin modeline giren bağımsız değişkenlerin gelecekteki değerleri ise Türkiye'nin kentli nüfus oranına (KNO) bağlı olarak tahmin edilmiştir.

Çoklu doğrusal regresyon analizindeki bağımlı ve bağımsız değişkenlerin 2005 -2019 yıllarına ait verilerinin tanımlayıcı istatistikleri belirlenerek Çizelge 1'de verilmiştir. Değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için, tekli örneklemelerde yaygın kullanılan Kolmogorov-Smirnov (KS) testi

yapılmıştır. KS testi sonuçları Çizelge 2'de verilmiş ve bağımlı ve bağımsız değişkenlerin tümünün normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir.

Değişkenler arası çoklu bağlantı bulunup bulunmadığını belirlemek için öncelikle değişkenler arası korelasyonlar hesaplanarak Çizelge 3'de verilen korelasyon matrisi oluşturulmuştur. Bu matrise göre, YPR ile diğer bağımsız değişkenler arasında zayıf korelasyon bulunmakla birlikte, diğer bağımsız değişkenler arasında ise güçlü korelasyonlar bulunmaktadır.

Ayrıca, bağımsız değişkenler arası birebir varyans artış faktörlerinin (VIF) verildiği Çizelge 4 incelendiğinde, YPR ile diğer bağımsız değişkenler arası ilişkinin VIF değerleri 5'den küçük iken, diğer değişkenler arası ilişkilerin VIF değerleri ise 5'den bü-

yüktür. Hatta KRY ile DMY, DMY ile DRS, DRS ile HYS, DRS ile EKG ve HYS ile EKG arası ilişkilerde VIF değerleri 10'unda üzerindedir. Bu durumda, AGR tahmini için tüm bağımsız değişkenlerin çoklu doğrusal modele dâhil edilmesi halinde, açıkça varlığı gözlemlen-

nen çoklu bağlantı sorunu nedeniyle, R^2 büyük olsa da ve model F testini geçse de elde edilecek model ile yapılacak tahminler güvenilir tahminler olmayacaktır.

Çizelge 1. Değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri

Değişken	Birimi	Örnek Sayısı (N)	Ortalama	Std. Sapma	En Küçük	En Büyük
AGR	ton/yıl	15	183.039.531	77.558.182	65.115.197	295.432.050
YPR	m ² /yıl	15	154.785.300	5.6043.346	74.549.318	287.333.966
KRY	km	15	19.536	5.154	10.178	25.705
DMY	km	15	9.581	645	8.697	10.378
DRS	sayı	15	560.376	126.955	390.488	762.044
HYS	sayı	15	201.434	20.615	170.972	237.504
EKG	MW	15	61.100	18.814	38.844	91.267

Çizelge 2. Değişkenlerin KS normallik testi sonuçları

Değişken	Birimi	Örnek Sayısı (N)	KS Değeri	P-Değeri	Sonuç
AGR	ton/yıl	15	0,171	>0,150	Normal dağılım
YPR	m ² /yıl	15	0,169	>0,150	Normal dağılım
KRY	km	15	0,159	>0,150	Normal dağılım
DMY	km	15	0,184	>0,150	Normal dağılım
DRS	sayı	15	0,115	>0,150	Normal dağılım
HYS	sayı	15	0,088	>0,150	Normal dağılım
EKG	MW	15	0,141	>0,150	Normal dağılım

Çizelge 3. Korelasyon matrisi

	AGR	YPR	KRY	DMY	DRS	HYS	EKG
AGR	1						
YPR	0,696	1					
KRY	0,899	0,501	1				
DMY	0,901	0,527	0,977	1			
DRS	0,884	0,441	0,940	0,950	1		
HYS	0,842	0,403	0,947	0,947	0,986	1	
EKG	0,893	0,457	0,924	0,943	0,991	0,974	1

Çizelge 4. Değişkenler arası doğrusal bağlantıların varyans artış faktörleri

	YPR	KRY	DMY	DRS	HYS	EKG
YPR						
KRY	1,34					
DMY	1,38	21,99				
DRS	1,24	8,59	10,26			
HYS	1,19	9,69	9,69	35,97		
EKG	1,26	6,84	9,03	55,81	19,48	

Çoklu bağlantı sorununu ortadan kaldırmak için verilerin logaritmaları (ln) alınarak da korelasyon matrisi oluşturulmuş ve değişkenler arası ilişkilerin VIF değerleri hesaplanmıştır. Ancak, yeni VIF değerleri normal değerlere benzer sonuç verdiği için bağımsız değişkenler arası çoklu bağlantı logaritmik değerlerle de ortadan kaldırılamamıştır. Bu nedenle, değişkenlerin normal verileriyle VIF azaltarak eleme ve aşamalı regresyonla seçme-elim yöntemiyle çoklu doğrusal regresyon modeline girecek bağımsız değişkenlerin seçilmesine karar verilmiştir.

VIF azaltarak eleme yönteminin uygulanmasından önce tüm bağımsız değişkenler modele dâhil edilerek çoklu regresyon denklemi oluşturulmuş ve regresyon katsayılarının VIF değerle-

ri hesaplanmıştır. Daha sonra en yüksek VIF değerine sahip bağımsız değişken modelden çıkarılarak yeniden çoklu regresyon modeli oluşturulmuş ve regresyon katsayıları VIF değeri en yüksek bağımsız değişkenin modelden çıkarılması işlemine devam edilmiştir. Bu işleme, çoklu regresyon denklemi parametrelerinin VIF değerleri 5'in altına düşüncüye kadar devam edilmiştir. Aynı zamanda, elde edilen regresyon denklemin parametrelerinin anlamlı olup olmadığı t testi (p değeri) ile kontrol edilmiştir. VIF azaltarak eleme yönteminin uygulanması sonucunda 5'inci aşamada YPR ve EKG bağımsız değişkenlerinin regresyon katsayıları VIF değerlerinin tümünün 5'in altında olduğu ve katsayılarının $\alpha=0,05$ düzeyine göre anlamlı oldukları belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Elde edilen çoklu doğrusal regresyon denklemlerinin analiz sonuçları

Yöntem	Bağımsız Değişkenler	Katsayı	t	p	VIF	R ² _{adj}	F	DW
VIF	Sabit	-78.009.557	-3,03	0,010	-	0,886	56,63	2,132
	YPR	0,504	3,59	0,004	1,3			
	EKG	2997	7,18	0,000	1,3			
Adım adım	Sabit	-78.009.557	-3,03	0,010	-	0,886	56,63	2,132
	YPR	0,504	3,59	0,004	1,3			
	EKG	2997	7,18	0,000	1,3			
İleriye doğru	Sabit	618.000.000	1,41	0,192*	-	0,918	32,48	2,384
	DMY	-31.300	-0,61	0,556*	31,1**			
	YPR	0,357	2,61	0,028	1,7			
	EKG	4844	3,08	0,013	24,9**			
	HYS	-3673	-2,22	0,053*	33,1**			
	KRY	12970	2,15	0,060*	27,6**			
Geriye doğru	Sabit	387.000.000	1,81	0,100*	-	0,923	43,21	2,291
	YPR	0,340	2,62	0,025	1,6			
	KRY	10.163	2,68	0,023	11,6**			
	HYS	-3629	-2,27	0,047	33,0**			
	EKG	4520	3,15	0,010	22,1**			

* p > 0,05 olduğundan katsayı anlamsızdır.

** VIF > 10 olduğundan modelde çoklu doğrusallık sorunu vardır.

Çizelge 5’de aşamalı regresyonla seçme-eleme yöntemlerinin sonuçları verilmektedir. İleriye ve geriye doğru eleme yöntemlerinin R² değerleri daha yüksek olmasına karşın, bazı regresyon katsayılarının VIF değerlerinin 5’in üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, Çizelge 5’de, ileriye doğru regresyonda seçilen bağımsız değişkenlerle elde edilen çoklu doğrusal regresyon denkleminde YPR ve EKG değişkenlerinin katsayıları haricinde, t testi sonucuna göre (p>0,05) sabit katsayı da dâhil diğer katsayılar anlamsızdır. Geriye doğru regresyonda ise modelin sabiti anlamsız olmaktadır. Adım adım regresyonla seçme-eleme yöntemi sonucunda, çoklu doğrusal regresyon modeline YPR ve EKG bağımsız değişkenleri girmekte olup, bu bağımsız değişkenlerin modele girmesiyle VIF değerleri 5’in altına düşmekte ve katsayıların tümü anlamlı hale gelmektedir. Bu durumda, adım adım regresyonla seçme-eleme yöntemi de, bağımsız değişkenler arası çoklu bağlantı sorununu ortadan kaldırarak çoklu doğrusal regresyon modelini oluşturmaktadır.

VIF ve adım adım regresyon seçme-eleme yöntemlerinin her ikisi de, AGR ile YPR ve EKG arasında çoklu doğrusal ilişki olduğunu göstermekte olup, bu ilişkide ve F=56,63’dür. İleriye ve geriye doğru regresyon yöntemleriyle elde edilen modellerin değerleri, VIF ve adım adım regresyon yöntemlerine göre daha yüksek olmakla birlikte, F değerleri daha küçüktür. Bu sonuçlar ışığında, sadece ‘ye göre en iyi model seçimi uygulanması durumunda, anlamsız regresyon katsayılarını içeren ve çoklu doğrusal bağlantılı modellerin seçilebilmesinin söz konusu olabileceği söylenebilir.

Seçme-eleme yöntemleri ile elde edilen modeller için Durbin-Watson (DW) yöntemiyle otokorelasyon testi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 6’da verilmiştir. Bu testte, dL ve dU sınır değerleri α=0,05 güven seviyesi, n=15 ve k=modeldeki bağımsız değişken sayıları dikkate alınarak Durbin-Watson Çizelgelerinden elde edilmiştir (Zaiontz, 2021). Buna göre, VIF ve adım adım regresyon yöntemleriyle elde edilen modellerin otokorelasyon içermedikleri tespit edilmiştir.

Çizelge 6. Seçme-eleme yöntemleri ile elde edilen en iyi modeller için otokorelasyon testi sonuçları

Yöntem	Hesaplanan DW	d _L	d _U	4-d _U	4-d _L	Karar
VIF	2,132	0,946	1,543	2,457	3,054	Otokorelasyon yok
Adım adım	2,132	0,946	1,543	2,457	3,054	Otokorelasyon yok
İleriye	2,384	0,562	2,220	1,780	3,438	Kararsızlık
Geriye	2,291	0,685	1,977	2,023	3,315	Kararsızlık

Seçme-eleme yöntemlerinin değerlendirilmesi sonucunda elde edilen en iyi çoklu regresyon modeli Eşitlik 3’de verilmiştir.

$$AGR = -78.009.557 + 0,504 YPR + 2997 EKG \quad (3)$$

$$S = 26.138.184 \quad R^2(\text{adj}) = 88,6\%$$

Elde edilen bu model ile tahmin yapılabilmesi için öncelikle YPR ve EKG bağımsız değişkenlerinin 2005-2019 yılları arası kentli nüfus oranlarına (KNO) bağlı değişimleri incelenmiştir. Bu inceleme sırasında, 2008 Kasım ayından itibaren derinlik kazanan küresel finansal krizin 2009 yılında Türkiye’yi de etkilediği (Darıcan, 2013), ayrıca bu krizin yanı sıra 2018 yılında başlayan finansal krizin de 2019 Covid-19 pandemisinin etkisiyle 2019 yılında da devam ettiği göz önüne alınarak, YPR ve EKG tahmin modellerinin araştırılmasında kukla değişkenlerin kullanılmasına karar verilmiştir. Kukla değişken (KUK) olarak kriz yılları 2009, 2018 ve 2019 için “1”, kriz olmayan yıllar için “0” değerleri kullanılarak elde edilen kukla değişkenle tahmin modelleri Çizelge 7’de verilmiştir.

Bu çizelgeye göre, finansal krizlerin YPR’nin KNO ile tahmininde önemli bir etkisi söz konusu iken, EKG’nin KNO ile tahmininde ise herhangi bir etkisi söz konusu olmamıştır. Bu nedenle, YPR ve EKG’nin KNO’ya bağlı tahminlerinde Eşitlik 4-5’de verilen modellerin kullanılmasına karar verilmiştir.

$$YPR = -986.000.000 + 16.133.237 KNO - 93.854.181 KUK \quad (4)$$

$$S = 36.966.117 \quad R^2(\text{adj}) = 56,5\%$$

$$EKG = -472.482 + 7.424 KNO \quad (5)$$

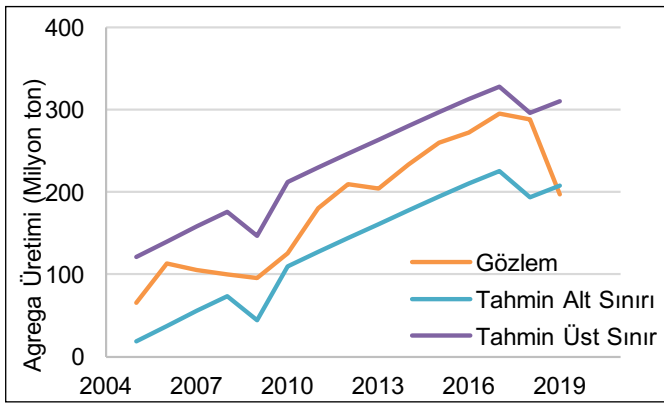
$$S = 3.993,39 \quad R^2(\text{adj}) = 95,5\%$$

Çizelge 7. Kukla değişkenle tahmin modelleri

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişkenler	Katsayılar	t	p	S	F	p	
YPR	-	-591.000.000	-1,48	0,163*	51.655.716	0,150	3,48	0,085
	KNO	10.381.015	1,78	0,085*				
YPR	-	-986.000.000	-3,22	0,007	36.966.117	0,565	10,09	0,003
	KNO	16.133.237	3,77	0,003				
	KUK	-93.854.181	-3,66	0,003				
EKG	-	-472.482	-15,27	0,000	3993,39	0,955	297,7	0,000
	KNO	7.424	17,26	0,000				
EKG	-	-468.270	-13,68	0,000	4.135,52	0,952	138,9	0,000
	KNO	7.363	15,37	0,000				
	KUK	1.001	0,35	0,733*				

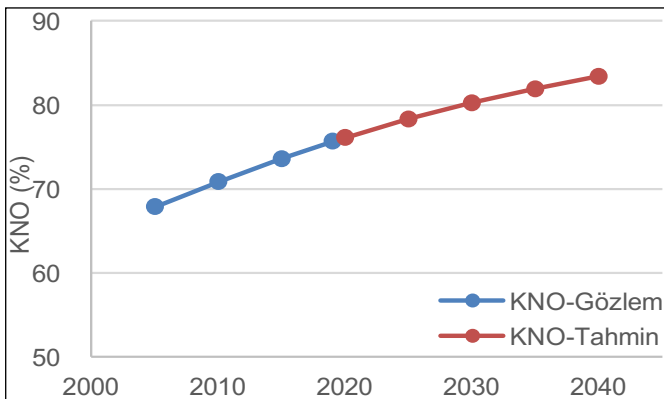
* p > 0,05 olduğundan katsayı anlamsızdır.

YPR ve EKG tahmin değerleri kullanılarak gözlem yılları olan 2005-2019 yılları için AGR'nin %95 güvenilirlikle alt ve üst sınır değerleri tahmin edildiğinde, AGR gözlem verilerinin 2019 yılı haricinde %95 güven sınırları içerisinde kaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4).



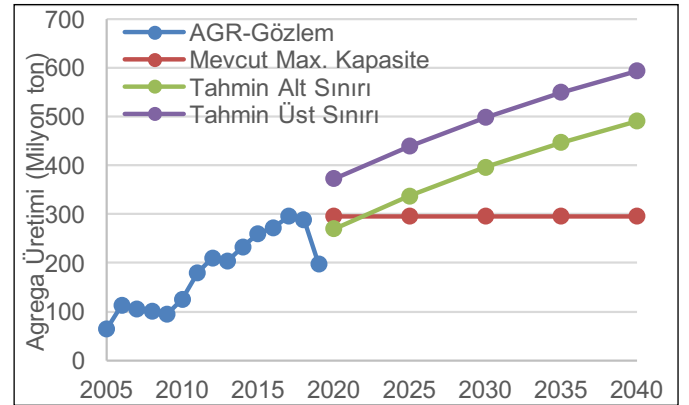
Şekil 4. AGR gözlem ve tahmin değerlerinin %95 güvenilirlik alt ve üst sınırları

Birleşmiş Milletler Nüfus Bölümü'nün Dünya Kentleşme Beklentileri raporunda, Türkiye için 2020-2040 yılları için yapmış olduğu kentli nüfus oranı tahminleri Şekil 5'de verilmiştir (UN, 2019).



Şekil 5. Türkiye kentli nüfus oranları (KNO) tahminleri

Bu KNO tahminleri dikkate alınarak, herhangi bir ekonomik ve finansal kriz olmaması koşulu için %95 güvenilirlikle AGR alt ve üst sınır üretim miktarı değerleri tahmin edilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Türkiye AGR üretimi gözlem ve tahminleri

Şekil 6'dan da görüldüğü gibi, AGR tahminlerinin en olumsuz durumunu temsil eden alt sınır tahminleri dikkate alındığında, 2022 yılından itibaren agrega üretiminde 2017 yılında ulaşılan mevcut en büyük kapasitenin de üzerinde üretim kapasitesine ihtiyaç olacağı tahmin edilmektedir. Bu durumda, KNO'da beklenen artışlar nedeniyle, en olumsuz durumda dahi 2022 yılından itibaren mevcut AGR üretim kapasitelerinin yetersiz kalacağını söylemek mümkündür.

Sonuçlar

Bu çalışmanın ilk aşamasında 2005-2019 yılları arasında Türkiye'de üretilen agrega ve kentleşme göstergelerine ait veriler TÜİK'in verilerinden derlenerek bir veri seti oluşturulmuştur. Oluşturulan bu veri setindeki bağımlı ve bağımsız değişkenler istatistiksel analize tabi tutulmuştur. İstatistiksel analiz esnasında bağımsız değişkenlerin arasında çoklu bağlantılar bulunduğu belirlenmiştir. Daha sonra çoklu bağlantı sorununu ortadan kaldırmak için çoklu doğrusal regresyon modeline girecek değişkenleri belirlemek amacıyla, dört farklı seçme-eleme yöntemi uygulanmıştır. Uygulanan bu yöntemler içinde, agrega üretim miktarlarını etkileyen kentleşme göstergeleri arasındaki çoklu bağlantı sorununu ortadan kaldırmada ve çoklu doğrusal regresyon modeline girecek değişkenlerin seçiminde VIF ve adım adım regresyon yöntemlerinin en uygun yöntemler olduğu belirlenmiştir. İleriye doğru seçim ve geriye doğru seçim yöntemleri ile elde edilen tahmin modelleri katsayılarının ise anlamsız ve tutarsız oldukları bulunmuştur. Elde edilen en iyi tahmin modelinin bağımsız değişkenleri olan YPR ve EKG'nin kentli nüfus oranına (KNO) bağlı tahmininde ise, YPR'nin ekonomik krizlere de duyarlı olduğu belirlenmiştir.

En iyi AGR ve KNO'ya bağlı YPR ve EKG tahmin modelleri kullanılarak AGR alt ve üst sınır değerleri tahmin edilmiştir. Bu tahminler ve agrega maden işletmelerinin 2017 yılında ulaştığı en büyük 295,4 milyon tonluk üretim kapasitesi dikkate alındığında, 2022 yılından itibaren agrega maden işletme kapasitelerinin yetersiz kalacağı sonucuna varılmıştır.

Yapılan analizlerden elde edilen bulgular ışığında, mevcut agrega üretim kapasitelerinin 2040 yılında %66 ile %100 arasında artırılması gerektiği sonucuna %95 güvenilirlikle ulaşılmıştır. Bununla birlikte, ulaşım maliyetleri göz önüne alındığında kentlere 50 km (Escavy vd., 2020) yarıçaplı bir alan içerisinde yeni agrega ocağı olarak kullanılacak sahaların belirlenmesinin zorlukları ve her yıl çevre koruma tepkilerinin ve önlemlerinin arttığı bir ortamda, mevcut üretim kapasitesini arttırmanın çok zor olacağı açıktır. Bu nedenle, Türkiye'de gelecek 20 yılda ortaya çıkabilecek agrega talebini karşılayabilmek için, bugünden inşaat, seramik, maden ve diğer sektörlerin geri dönüştürülmüş katı atıklarından agrega üretiminin planlanması gerekliliği göz önünde bulundurulmalıdır.

Artacak agrega talebini karşılamak için geri dönüştürülmüş malzeme kullanımında, agrega kalitesinde tutarlılığın sağlanması oldukça önemlidir. Bu nedenle, geri dönüştürülmüş malzemelerin doğal agregalarla birleştirilerek kalite tutarlılığı olan agregaların üretilmesi için, bu alanda teknolojik ve bilimsel araştırmalara öncelik ve destek sağlanması günümüzün öncelikli konusu olacaktır.

Kaynaklar

- Altıntaş, H., Koçbulut Ö., 2014. Türkiye'de elektrik tüketiminin dinamikleri ve ekonomik büyüme: sinir testi ve nedensellik analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (43), 37-65.
- Assefa G., Gebregziabher, A., 2020. Environmental impact and sustainability of aggregate production in ethiopia. *IntechOpen*. DOI 10.5772/intechopen.90845.
- Berk, N., Biçen S., 2017. Causality between the construction sector and GDP growth in emerging countries: The case of Turkey, 10th Annual International Conference on Mediterranean Studies.
- Bide, T., Petavratzi, E., Brown, T., Kresse, C., Mankelov, J., 2020. A case study for Hanoi, Vietnam: Urbanisation and demand for construction materials.
- Bleischwitz, R., Bahn-Walkowiak, B., 2007. Aggregates and construction markets in Europe: towards a sectoral action plan on sustainable resource management. *Minerals & Energy-Raw Materials Report*, 22 (3-4), 159-176.
- Büyükuysal, M. Ç., Öz, İ.İ., 2016. Çoklu doğrusal bağıntı varlığında en küçük karelere alternatif yaklaşım: Ridge regresyon. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6 (2), 110-114.
- Coulter, T. S., 2003. Changes in aggregate production and use in Victoria, BC, Annual Conference of the Transportation Association of Canada, Recycling Materials for Use in Highway Design Session. St. John's, Newfoundland and Labrador.
- Craney, T. A., Surles, J.G., 2002. Model-dependent variance inflation factor cutoff values. *Quality Engineering*, 14 (3), 391-403.
- Çil, N., 2020. Ekonometri, İstanbul Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. https://cdn-acikogretim.istanbul.edu.tr/auzefcontent/20_21_Guz/ekonometri/14/index.html [Erişim: 08.01.2021].
- Darıcan, M. F., 2013. Ekonomik krizler ve Türkiye. *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*, Yıl, 5 (17), 39-46.
- Delannoy, A., 2017. Long-term aggregates demand & supply scenarios, 2016-30.
- Dlamini, S., 2012. Relationship of construction sector to economic growth, International Congress on Construction Management, Canada.
- Douglas, I. L., N., 2002. Material flows due to mining and urbanization. *Handbook of Industrial Ecology*. S. ISBN 1843698900.
- EBA, 2013. Aggregate Supply, Demand Update and Analysis, EBA Engineering Consultants Ltd File: K23103029-01-001.
- Escavy, J., Herrero, M., Trigos, L., Sanz-Pérez, E., 2020. Demographic vs economic variables in the modelling and forecasting of the demand of aggregates: The case of the Spanish market (1995–2016). *Resources Policy*, 65 101537.
- Ford, G. S., Spiwak, L. J., 2017. The Economic Impact of the Natural Aggregates Industry: A National State and County Analysis.
- Gedefaw, M., Hao, W., Denghua, Y., Girma, A., 2018. Variable selection methods for water demand forecasting in Ethiopia: Case study Gondar town. *Cogent Environmental Science*, 4 (1), 1537067.
- Haque, M. M., Rahman, A., Hagare, D., Chowdhury, R.K., 2018. A comparative assessment of variable selection methods in urban water demand forecasting. *Water*, 10 (4), 419.
- Kayaalp, G. T., Güney, M.Ç., Cebeci, Z., 2015. Çoklu doğrusal regresyon modelinde değişken seçiminin zootehniye uygulaması. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30 (1), 1-8.
- Kuzu Yıldırım, S., 2019. The construction sector and economic growth: a sustainable relationships? *International Journal of Economic & Social Research*, 15 (1).
- Lopes, J., 2003. The relationship between construction outputs and gdp: long-run trends from Portugal, Proceedings of the Nineteenth Annual Conference of Association of Researchers Construction Management.
- Lopes, J., Nunes, A., Balsa, C., 2011. The long-run relationship between the construction sector and the national economy in Cape Verde. *International Journal of Strategic Property Management*, 15 (1), 48-59.
- Maxwell, O., 2019. Comparison of some variable selection techniques in regression analysis. *Am J Biomed Sci & Res*. 2019 - 6(4). *AJBSR*. MS.ID.001044.
- Menegaki, M., Kaliampakos, D., 2010. European aggregates production: Drivers, correlations and trends. *Resources Policy*, 35 (3), 235-244.
- Murray, L., Nguyen, H., Lee, Y.F., Remmenga, M.D., Smith, D.W., 2012. Variance inflation factors in regression models with dummy variables, Conference on Applied Statistics in Agriculture.
- O'Neal, M.D., Gius, F. W. 2018. Mineral land classification: concrete aggregate in the greater sacramento area production-consumption region, Special Report 245. Matt D. O'Neal, Fred W. Gius.
- Pereira, J., Ng, T., 2004. Construction aggregates for urban development: Consumption, sterilisation and the environment.
- Smith, G., 2017. Estimation of the demand for construction aggregate. *Natural Resource Modeling*, 30 (4), e12144.
- Thompson, S., 2013. Collinearity and stepwise VIF selection. <https://beckmw.wordpress.com/2013/02/05/collinearity-and-stepwise-vif-selection/> [Erişim: 06.01.2021].
- Topal, M., Eydurhan, E., Yağanoğlu, A.M., Sönmez, A., Keskin, S., 2010. Çoklu doğrusal bağlantı durumunda ridge ve temel bileşenler regresyon analiz yöntemlerinin kullanımı. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41 (1), 53-57.
- Topal, M., Yıldız, N., Esenbuğa, N., Aksakal, V., Macit, M., Özdemir, M., 2003. Determination of best fitted regression model for estimation of body weight in Awassi sheep. *Journal of Applied Animal Research*, 23 (2), 201-208.
- Turok, I., 2012. Urbanisation and development in South Africa: Economic imperatives, spatial distortions and strategic responses. Human Settlements Group, International Institute for Environment and Development. S. ISBN 1843698900.
- TÜİK (a), 2021. Sanayi ürünleri üretim miktarı, Türkiye İstatistik Kurumu, 2005-2019. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=sanayi-114&dil=1> [Erişim: 01.02.2021].
- TÜİK (b), 2021. Sanayi ürünleri satış miktarı, Türkiye İstatistik Kurumu, 2005-2019. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=sanayi-114&dil=1> [Erişim: 01.02.2021].
- TÜİK (c), 2021. Yapı Ruhsatı, Yapı sahipliğine göre yapılacak yeni ve ilave yapılar, Türkiye İstatistik Kurumu, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=inaaat-ve-konut-116&dil=1> [Erişim: 01.02.2021].

- TÜİK (d), 2021. Ulaştırma ve Haberleşme, İstatistik Tablolar, Karayolu uzunlukları, Türkiye İstatistik Kurumu, [https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori? p=ulastirma-ve-haberlesme-112&dil=1](https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=ulastirma-ve-haberlesme-112&dil=1) [Erişim: 01.02.2021].
- TÜİK (e), 2021. Ulaştırma ve Haberleşme, İstatistik Tablolar, Demiryolları Uzunluğu, Tren, Yolcu, Yük Taşımaları, Türkiye İstatistik Kurumu, [https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori? p=ulastirma-ve-haberlesme-112&dil=1](https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=ulastirma-ve-haberlesme-112&dil=1) [Erişim: 01.02.2021].
- TÜİK (f), 2021. Eğitim, Kültür, Spor ve Turizm, İstatistik Tablolar, Örgün Eğitim İstatistikleri, Öğretim yılına göre ilköğretimde, ortaöğretimde ve okul öncesinde net okullaşma oranı, okul, öğretmen, öğrenci, derslik ve şube sayısı, şube ve öğretmen başına düşen öğrenci sayısı, Türkiye İstatistik Kurumu, 1997-2019. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=egitim-kultur-spor-ve-turizm-105&dil=1> [Erişim: 01.02.2021].
- TÜİK (g), 2021. Sağlık ve Sosyal Koruma, İstatistik Tablolar, Yataklı ve Yataksız Sağlık Kurumları, Kamu ve Özel Yataklı Sağlık Kurumlarının Yatak Sayıları, Türkiye İstatistik Kurumu, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=saglik-ve-sosyal-koruma-101&dil=1> [Erişim: 01.02.2021].
- TÜİK (h), 2021. Çevre ve Enerji, İstatistik Tablolar, Elektrik İstatistikleri, Elektrik Santrallerinin Toplam Kurulu Gücü, Brüt Üretimi, Net Elektrik Tüketimi, Türkiye İstatistik Kurumu, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=cevre-ve-enerji-103&dil=1> [Erişim: 01.02.2021].
- UN, 2019. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420). United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York: United Nations.
- Wang, K., Chen Z., 2016. Stepwise regression and all possible subsets regression in education. Electronic International Journal of Education, Arts, and Science (EIJEAS), 2.
- Yalçın, S., 2020. Davranış Bilimlerinde İstatistik Regresyon Analizi. https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/180247/mod_resource/content/0/10.regresyon.pdf [Erişim: 08.01.2021].
- Zaiontz, C., 2021. Real Statistics Using Excel, Durbin-Watson Table. <https://www.real-statistics.com/statistics-tables/durbin-watson-table/> [Erişim: 08.01.2021].