**Enerji Sektöründe Sayaç Bazlı Anomali Tespiti**

Dr. Hüseyin Budak[[1]](#footnote-2), Merve Bekler2

**Özet**

Nüfus yoğunluğundaki artış ve ekonomik büyüme sonucunda artan enerji talebi, enerji tüketiminde sıkı takip ve kontrolü beraberinde getirmiştir. Enerji tüketim ölçümlerinin yapıldığı sayaçlarda oluşmuş/oluşabilecek bir hata ya da yanlış ölçüm, dağıtım firmasından mesken sahibi olan son kullanıcıya kadar birçok paydaşı etkilemektedir. Bu nedenle, oluşabilecek olası maddi kayıpların minimize edilmesi, enerji kayıplarının önüne geçilmesi ve diğer olumsuz etkilerin azaltılması amacıyla dağıtım firmaları tarafından birçok çalışma yürütülmektedir. Enerji odaklı veri analitiği çalışmaları, sunduğu etkin çözümler sayesinde, söz konusu çalışmalar içerisinde ön plana çıkmaktadır.

Enerji sektöründeki veri analitiği çalışmalarının temel amacı, gerçek zamanlı olarak sensör ve sayaçlardan toplanan enerji ve operasyonel verileri büyük veri teknolojileri ile analiz edilerek hem verimlilik hem de tasarruf arttırmaya yönelik anlaşılır ve aksiyona dönüştürülebilir çıktılar üretmektir. Bu amaç doğrultusunda yapılan analitik çalışmalardan biri de otomatik sayaç okuma sistemlerinden ölçülen enerji tüketimlerindeki anomalilerin tespitidir.

Bu çalışmada, genel aydınlatma sayaçlarıyla ölçülen aylık net tüketim değerleri üzerindeki olası anormalliklerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Genel aydınlatma, özetle, kamunun genel kullanımına yönelik cadde, sokak, alt-üst geçit, meydan, park, bahçe vb. gibi alanların aydınlatılmasını kapsamaktadır.

Genel aydınlatma sayaçlarındaki aylık bazlı net tüketim değerleri üzerindeki olası anormalliklerin tespit edilmesi problemi, zaman serilerinde anomali tespiti olarak ele alınmıştır. Problemin çözümü için Facebook ekibi tarafından geliştirilmiş Prophet kütüphanesi kullanılmıştır. Bu kütüphane doğrusal olmayan zaman serileri verileri üzerinden dönemlik, haftalık, aylık, günlük tahminlerde bulunmayı sağlayan prosedürleri içermektedir. Tahmin işlemi yaparken değişim noktaları, mevsimsellik, özel gün etkileri gibi faktörleri hesaba katma özelliğine sahiptir.

Çalışmada, Prophet kullanılarak her bir ay için net tüketim değerleri tahmin edilmiştir. Elde edilen tahmin değerinin alt ve üst sınırları kullanılarak güven aralıkları belirlenmiştir. Bu güven aralığı dışında kalan değerler anomali olarak tanımlanmıştır. Analiz sürecinde, sayaçların eş zamanlı olarak analiz edilebilmesi için Apache Spark kullanılmıştır. Spark, paralel işlem yapmaya olanak tanırken hem analiz süresini düşürmekte hem de sunduğu ara yüz (Spark-Shell) sayesinde “job” olarak tanımlanan işlemlerin görüntülenmesini ve olası bir hatanın detaylı incelenmesini sağlamaktadır.

Çalışma sonucunda, ilgili genel aydınlatma sayacının son iki yıllık verileri analiz edilerek her ay için enerji tüketiminde bir anomali olup olmadığı tespit edilmiştir. Anomali tespiti yapılırken ilgili aya ilişkin tüketim değerinin model tahmin ile belirlenen alt ve üst beklenti sınırlarının dışında kalıp kalmadığı kontrol edilmiştir. Kurulan modelin başarısını ölçmek için, literatürde sıklıkla kullanılan hata metriklerinden biri olan, MAPE (Ortalama Mutlak Yüzde Hata) kullanılmıştır. Bu metrik, tahmin değeri ile gerçek değer arasındaki mutlak yüzdelik farkın ortalamasını hesaplamaktadır. Yapılan uygulama sonucunda söz konusu hata değeri %8 olarak hesaplanmış. Ayrıca, tespit edilen anomalilerle ilgili aksiyon almayı kolaylaştırmak ve doğru önceliklendirme yapabilmek adına her bir anomali için bir önem derecesi hesaplanmıştır. Söz konusu önem derecesi hesaplanırken öncelikle, tespit edilen anomalilere ilişkin gerçek değerlerin ilgili tahmin üst veya alt sınırlarına olan mutlak uzaklıkları ölçülmüştür. Sonrasında, söz konusu uzaklıklar için min-max normalizasyonu yapılarak 0-1 arasındaki önem dereceleri elde dilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji Sektörü, Anomali Tespiti, Zaman Serileri, Prophet

**Meter-Based Anomaly Detection in the Energy Industry**

**Abstract**

Increasing energy demand as a result of the increase in population density and economic growth has brought strict monitoring and control in energy consumption. An error or an incorrect measurement in the meters in which energy consumption measurements are made affects many stakeholders, from the distribution company to the end user. For this reason, many studies are carried out by distribution companies in order to minimize possible financial losses, prevent energy losses and reduce other negative effects. Energy-focused data analytics are taking center stage in these activities, thanks to efficient solutions they offer.

The main purpose of data analytics studies in the energy industry is to analyze energy and operational data collected from sensors and meters in real time with big data technologies to produce clear and actionable outputs that aim to increase efficiency and savings. One of the analytical stusies carried out fort his purpose is the detection of anomalies in energy consumption measured by the automatic meter reading systems.

In this study, it is aimed to detect possible anomalies on monthly net consumption values measured by general lighting meters. Shortly, the general lighting covers the lighting of public areas such as streets, underpasses, squares, parks, gardens and so on.

The problem of detecting possible anomalies on monthly-based net consumption values in general lighting meters is considered as anomaly detection in time series. The Prophet library developed by the Facebook team was used to solve the problem. This library provides procedures for making periodic, weekly, monthly, daily predictions on nonlinear time series data. It has the capability to take into account factors such as changes points, seasonality, and special day effects when making estimates.

In the study, net consumption values were estimated for each month using Prophet. Confidence intervals were determined by using the upper and lower limits of the estimated value obtained. Values outside this confidence range are identified as anomalies. Apache Spark was used to analyze the counters simultaneously in the study. Spark allows parallel operations, reduces the time for analysis and provides as detailed examination of a possible error by displaying the operations described as “job” through the interface it allows (Spark-Shell).

As a result of the study, the last two years' data of the relevant general lighting meter were analyzed and it was determined whether there was an anomaly in the energy consumption for each month. While detecting the anomaly, it was checked whether the consumption value for the relevant month remained outside the lower and upper expectation limits determined by the model estimation. In order to measure the success of the established model, MAPE (Mean Absoluter Percentage Error), which is one of the error metrics frequently used in the literatüre, was used. This metric calculates the average of the absolute percentage difference between the predicted value and the true value. As a result of the application, the error value in question was calculated as 8%. In addition, a importance level has been calculated for each anomaly in order to facilitate taking action regarding detected anomalies and to make correct prioritization. While calculating the importance level, first of all, the absolute distances of the actual values of the detected anomalies to be relevant upper or lower limits of the prediction were measured. Afterwards, the min-max normalization was performed for the distances and the significance levels between 0-1 were obtained.

**Keywords:** Anomaly Detection, Energy Sector, Time Series, Prophet

1. huseyin.budak@gtech.com.tr, G Teknoloji Bilişim Sanayi ve Tic. A.Ş., İstanbul/Türkiye

   2 merve.bekler@gtech.com.tr, G Teknoloji Bilişim Sanayi ve Tic. A.Ş., İstanbul/Türkiye [↑](#footnote-ref-2)