



Konferans Bildirisi

Open Source LLM ile Tableau Entegreli Veri Analiz Asistanı

Buşra SABAK^{1*}, Erhan ALASAR²

¹ Metric Yazılım Danışmanlık, <https://orcid.org/0009-0006-1912-358X>
busra.sabak@metric.net

² Metric Yazılım Danışmanlık, <https://orcid.org/0009-0005-9811-8764>
erhan.alasar@metric.net

* Sorumlu Yazar: busra.sabak@metric.net +90 506 113 67 48

Received: 14 June 2025

Revised: 09 August 2025

2nd Revised: 01 October 2025

Accepted: 25 October 2025

Published: 31 December 2025

This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license.

Reference: Sabak, B., & Alasar, E. (2025). Open-source LLM integrated data analysis assistant with Tableau. Orclever Proceedings of Research and Development, 7(1), 64–74.

Özet

Kurumsal veri analizi süreçlerinde kullanıcıların teknik bilgiye ihtiyaç duymadan, doğal dil ile veri sorgusu ve veri analizi yapabilmesi özellikle orta ve üst düzey yöneticiler için kritik bir gereksinim haline gelmiştir. Bu çalışmada, TR/EN dillerinde doğal dil ile etkileşim imkânı sunan ve kurum içi veri güvenliği gereksinimlerini karşılayan bir çözüm önerilmektedir. Platform, açık kaynak LLM entegrasyonu ile Tableau veri kaynaklarına bağlanmakta ve VDS API üzerinden Tableau üzerinde yayımlanmış veri kaynakları ile konuşarak gerçek zamanlı analiz ve öngörü sunmaktadır. Cloud-native AI servisleri ile entegrasyon uyumluluğu ile ihtiyaca göre ölçeklenebilir bir yazılım mimarisi tasarlanmıştır. Geliştirilen çözüm, self-service kullanım ile teknik yetkinlik gereksinimini aşarak hızlı ve doğru içgörü elde edilmesini sağlamaktadır.

Anahtar: Gerçek zamanlı veri analizi, Büyük Dil Modelleri, Bulut Tabanlı, Yapay Zeka, Tableau Entegrasyon



Conference Article

Open-Source LLM Integrated Data Analysis Assistant with Tableau

Abstract

In corporate data analysis processes, the ability for users to perform data querying and data analysis using natural language, without needing technical knowledge, has become a critical requirement, especially for mid and senior-level managers. This study proposes a solution that offers natural language interaction in TR/EN languages and meets internal data security requirements. The platform connects to Tableau data sources through open-source LLM integration and communicates with data sources published in Tableau via the VDS API to provide real-time analysis and predictions. The architecture also has the flexibility to be integrated with cloud-native AI services in the future. The solution, with its self-service ease of use, enables data analysts and decision-makers to obtain rapid insights without having to worry about technical details.

Keywords: Real Time Data Analysis, Large Language Models, Cloud-Native, Artificial Intelligence, Tableau Integrated



1. Giriş

Günümüz kurumsal ortamlarında veri odaklı karar alma süreçlerinin etkinliği yalnızca veri miktarıyla değil, aynı zamanda veriye erişim ve analiz kolaylığıyla da doğru orantılıdır. Özellikle orta ve üst düzey yöneticiler için, teknik bilgi gerektirmeden veriye dayalı hızlı içgörüler elde edebilmek kritik bir ihtiyaç haline gelmiştir. Mevcut veri analizi yöntemleri genellikle karmaşık yazılım araçları ve programlama bilgisi gerektirmekte, bu durum karar alma süreçlerinde gecikmelere neden olarak verimliliği negatif yönde etkilemektedir.

Bu çalışmada, kullanıcıların doğal dil ile veri sorgulama ve analiz yapabilmesini sağlayan bir platform önerilmektedir. Önerilen çözüm, Türkçe ve İngilizce dillerinde etkileşim imkânı sunarak kurum içi veri güvenliği gereksinimlerini karşılamakta ve açık kaynak büyük dil modelleri (LLM) ile Tableau veri kaynaklarını entegre etmektedir. Tableau'nun sunmuş olduğu VDS API aracılığı ile kullanıcıya doğrudan veri ile konuşma imkânı sağlayan platform, kullanıcıların sorguladığı veriyi getirmenin yanı sıra bu veri hakkında gerçek zamanlı analiz ve öngörüler sunarak self-service kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Mimarisi, gelecekte bulut tabanlı AI servisleri ile entegre olabilecek esnekliği desteklemektedir.

Bu çalışma dört bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde, doğal dil tabanlı veri analizi, büyük dil modelleri ve Tableau entegrasyonuna yönelik mevcut çalışmalara ilişkin literatür taraması sunulmaktadır. Üçüncü bölümde, önerilen açık kaynak LLM ile Tableau entegreli veri analiz asistanının metodolojisi ve sistem mimarisi ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Dördüncü bölümde, geliştirilen platformun uygulama senaryosu ve performans değerlendirmeleri paylaşılmaktadır. Son olarak, beşinci bölümde çalışmanın sonuçları ve geleceğe yönelik geliştirme önerileri tartışılmaktadır.

2. Literatür Taraması

Son yıllarda, kurumsal veri analitiği alanında doğal dil işleme (NLP) ve büyük dil modellerinin (LLM) kullanımı giderek artmaktadır. Kullanıcıların teknik bilgiye ihtiyaç duymadan veriye erişim sağlaması, veri okuryazarlığını ve karar alma süreçlerinin hızını doğrudan etkilemektedir (Klisarova-Belcheva et al., 2017). Bu bağlamda, doğal dil tabanlı veri sorgulama sistemleri, iş zekâsı (Business Intelligence – BI) çözümleri içerisinde “self-service analytics” yaklaşımını destekleyen kritik bileşenler olarak konumlanmıştır.

2.1. Doğal Dil ile Veri Sorgulama ve Görselleştirme Arayüzleri



Doğal dil arayüzleri (Natural Language Interfaces, NLI), kullanıcıların karmaşık sorguları sözdizimsel yapılar yerine günlük dil kullanarak gerçekleştirmesine olanak tanımaktadır. Shen ve Shen (2019), veri görselleştirme araçlarıyla etkileşim kuran NLI sistemlerinin, özellikle tablo tabanlı veri keşfi süreçlerinde kullanıcı deneyimini iyileştirdiğini göstermiştir. Benzer şekilde “Talk2Data” adlı sistemde, doğal dil sorgularının görselleştirme çıktılarıyla doğrudan ilişkilendirilmesi, teknik olmayan kullanıcılar için önemli bir kolaylık sağlamıştır (Talk2Data, 2020).

Büyük dil modellerinin bu tür arayüzlere entegrasyonu ise, sorguların anlamsal olarak daha doğru yorumlanmasına olanak tanımaktadır. Pinheiro et al. (2023), LLM’lerin veritabanı etkileşiminde geleneksel kural tabanlı sistemlere kıyasla daha yüksek esneklik sunduğunu belirtmiş; kullanıcıdan gelen açık uçlu doğal dil ifadelerini sorgulara dönüştürmede önemli bir doğruluk artışı raporlamıştır.

2.2. Büyük Dil Modellerinin Veri Analitiğine Uygulanması

Büyük dil modelleri, yalnızca dilsel görevlerde değil, veri analitiği süreçlerinde de güçlü bir rol oynamaktadır. Zhang ve Zhang (2023) tarafından önerilen CoddLLM yaklaşımı, LLM’lerin veri yönetimi ve sorgu oluşturma süreçlerinde analitik görevleri destekleyecek biçimde özelleştirilebileceğini göstermiştir. Bu tür yaklaşımlar, geleneksel sorgu tabanlı analitikten, anlam odaklı doğal dil tabanlı analiz sistemlerine geçişi hızlandırmaktadır. Alghamdi et al. (2021) ise artırılmış analitik (Augmented Analytics) kavramını tanımlayarak, yapay zekâ destekli veri analizi süreçlerinin dijital dönüşümdeki önemine dikkat çekmiştir. Bu çalışmada, doğal dil ile veri etkileşimi sağlayan sistemlerin, özellikle yöneticiler düzeyinde analitik içgörü elde etme hızını artırdığı vurgulanmıştır.

2.3. Self-Service BI ve Gerçek Zamanlı Analitik Yaklaşımlar

İş zekâsı çözümlerinde self-service mimariler, kullanıcıların IT birimlerine bağımlılığını azaltarak analitik döngüsünü hızlandırmaktadır. Klisarova-Belcheva et al. (2017) çalışmasında, doğal dil analitiğinin BI sistemlerine entegrasyonunun, veri demokratikleşmesi açısından stratejik bir rol oynadığını belirtmiştir. Bu doğrultuda, büyük veri analitiği üzerine yapılan çalışmalar (Acharjya ve Kumar, 2015) da, veri çeşitliliği ve hacminin artmasının yeni sorgulama ve optimizasyon tekniklerini zorunlu kıldığını ortaya koymaktadır. Thanasas et al. (2024) tarafından yürütülen araştırma, büyük veri analitiği ve yapay zekâ birleşiminin finansal karar alma süreçlerine etkisini incelemiş ve veri odaklı karar mekanizmalarının stratejik faydalar sağladığını göstermiştir. Benzer biçimde, Gad-Elrab (2022), yapay zekâ destekli analitiğin işletmelerde veri-odaklı değer üretimi kapasitesini artırdığını belirtmektedir.



2.4. Görselleştirme Platformlarında Veri Entegrasyonu

Veri analitiği ve görselleştirme araçları arasında en yaygın kullanılan platformlardan biri olan Tableau, kurum içi veri kaynaklarıyla etkileşimi kolaylaştırmak için API tabanlı entegrasyonlar sunmaktadır. Morton ve Bunker (2020), Tableau ortamında dinamik iş yüküne dayalı veri entegrasyon yaklaşımlarının analitik performansı artırdığını göstermiştir. Bu tür entegrasyonlar, VDS API benzeri mekanizmalarla gerçek zamanlı veri akışı sağlanmasına olanak tanımakta; LLM tabanlı sorgu sistemleriyle birleştirildiğinde güçlü bir analitik çerçeve oluşturmaktadır.

2.5. Doğal Dil Tabanlı Analitik Sistemlerde Veri Kalitesi, Model Değerlendirmesi ve Türkçe Dil İşleme Yaklaşımları

Doğal dil ile veri analizi, kullanıcı girdilerinin temizlenmesi ve kurumsal veri modelleri üzerinde anlamlı sorgulara dönüştürülmesi için geliştirilen yapay zekâ yaklaşımları, son yıllarda önemli bir araştırma alanı hâline gelmiştir. Baeth ve arkadaşlarının, bilgi kirliliğinin tespiti üzerine yaptığı çalışma [12], kullanıcıların ürettiği metinlerdeki tutarsızlıkların ve gürültülerin filtrelenmesine yönelik yöntemler sunarak doğal dil girdilerinin daha temiz ve anlamlı bir temsil hâline getirilmesi için kritik bir temel oluşturmaktadır. Çatalkaya ve arkadaşlarının dağıtık büyük veri ortamlarında özellik seçimine yönelik çalışması [13], yüksek boyutlu kurumsal veri setlerinde hangi değişkenlerin analitik süreçler açısından daha anlamlı olduğunu belirlemenin model başarımını artırdığını göstermekte; bu bulgu, doğal dil tabanlı veri sorgulama sistemlerinin doğru tablo, metrik veya sütun eşleşmesi yapabilmesi açısından doğrudan önem taşımaktadır. Ayrıca Mollaoğlu ve arkadaşlarının akan verileri üzerinde anomalilerin tespiti üzerine geliştirdiği yöntem [14], gerçek zamanlı kullanıcı sorgularında hatalı, eksik veya yanlış yönlendiren ifadelerin belirlenmesi için uygulanabilir bir yaklaşım sunarak, doğal dil destekli analitik asistanların daha güvenilir şekilde çalışmasına katkı sağlamaktadır. Diğer yandan, modern NLQ (Natural Language Querying) sistemlerinin başarısı yalnızca doğal dil işleme kapasitesine değil, doğru sınıflandırma, bağlamsal karar mekanizmaları ve model performansını değerlendirme çerçevelerine de bağlıdır. Yıldız'ın dengesiz veri kümeleri üzerinde derin öğrenme performansını artırmayı hedefleyen çalışması [15], kurumsal veri sistemlerinde nadir görülen kavram ve kategori ifadelerinin LLM modelleri tarafından doğru yorumlanması açısından önemli metodolojik katkılar sunmaktadır. Bakır ve arkadaşlarının Soru-Cevap sistemleri için geliştirdiği değerlendirme metrikleri [16], doğal dil sorgularının SQL benzeri çıktılara dönüştürüldüğü sistemlerde sonuç doğruluğunu ölçebilmek için uygulanabilir bir çerçeve sağlamaktadır. Son olarak Çiftlikçi ve arkadaşlarının e-ticarete



LLM tabanlı öznitelik çıkarımı üzerine çalışması [17], Türkçe kurumsal metinlerin büyük dil modelleriyle etkili şekilde işlenebileceğini göstererek Tableau–LLM tabanlı doğal dil analitiği sistemlerinin yerleştirme başarısı açısından önemli bir referans noktası oluşturmaktadır.

3. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada kullanıcılara Tableau uygulaması ile birlikte sunulan örnek bir veri seti olan Superstore¹ veri seti kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan bu örnek veri setinin yapısı *Tablo 1*'de verilmiştir.

Tablo 1: Superstore Test Verisi

Order ID	Order Date	Region	Category	Sub Category	Product Name	Sales (USD)	Quantity	Profit (USD)
CA-2024-1001	2024-01-05	West	Furniture	Chairs	Ergonomic Office Chair	320.50	2	45.80
CA-2024-1002	2024-01-10	East	Technology	Phones	Apple iPhone 14	999.0	1	120.00

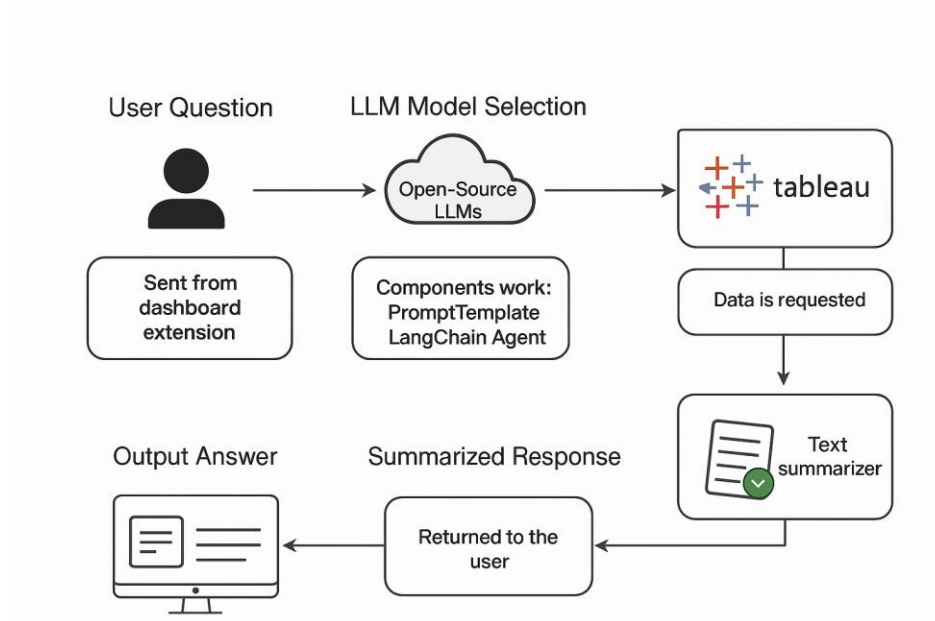
Bu çalışmada, kullanıcıların doğal dil aracılığıyla kurumsal veriler üzerinde sorgulama ve analiz yapabilmesini sağlayan bir platform tasarlanmıştır. Geliştirilen sistem, kurum içi veri kaynaklarına güvenli erişim sunmakta ve açık kaynak tabanlı büyük dil modelleri (LLM) ile entegre çalışarak çok dilli (Türkçe–İngilizce) sorgu desteği sağlamaktadır. Platform, kullanıcıdan alınan sorguları anlamlandırarak uygun veri isteği formatına dönüştürmekte ve sonuçları analiz arayüzü üzerinden sunmaktadır.

3.1. Veri Seti ve DeneySEL Ortam

Çalışmada kullanılan veri seti kurumsal satış ve lojistik bilgilerini içermekte olup, Order ID, Order Date, Region, Category, Sub-Category, Product Name, Sales (USD), Quantity ve Profit (USD) alanlarını kapsamaktadır. Veri setinde toplam 9.994 satır kayıt bulunmaktadır ve farklı bölgelerdeki satış performansını ve ürün kategorilerini analiz etmeye olanak sağlamaktadır.

DeneySEL ortam olarak platform, Tableau Desktop 2025.1 üzerinde yayımlanan veri kaynakları ile entegre edilmiştir. Açık kaynak LLM olarak birden fazla model denenmiş olup Mistral (24B parametrelili) modeli kullanılmıştır ve model Python 3.12 ile çalıştırılmıştır. Veri analizi ve sorgu işleme için kullanılan başlıca kütüphaneler arasında pandas, numpy ve transformers, langchain bulunmaktadır. Deneyler NVIDIA L40S 2

adet GPU destekli bir sistemde gerçekleştirilmiş, bu sayede LLM'in yanıt süresi optimize edilmiştir.



Şekil 1: Tableau-LLM Entegrasyon Sürecinin Genel Akış Diyagramı

Şekil 1’de gösterilen mimari, kullanıcıdan alınan doğal dil sorgularının işlenmesi, uygun veri isteği formatına dönüştürülmesi ve VDS API üzerinden Tableau veri kaynakları ile etkileşimin sağlanması sürecini detaylandırmaktadır. Mimari, LLM tabanlı doğal dil işleme modülü ile veri kaynağı arasındaki etkileşimi görselleştirmekte ve gerçek zamanlı analiz ile öngörülerin kullanıcı arayüzüne iletilmesini mümkün kılmaktadır. Bu yapı sayesinde kullanıcılar, teknik bilgiye ihtiyaç duymadan hızlı, doğru ve güvenli içgörüler elde edebilmektedir.

4. Deneysel Çalışma ve Sonuçlar

Geliştirilen platformun performansı, Superstore veri seti üzerinde yapılan testler ile değerlendirilmiştir. Kullanıcılardan gelen 50 farklı doğal dil sorgu örneği üzerinden ölçümler yapılmıştır.

Doğruluk oranı (%92): Her sorgunun platform tarafından üretilen yanıtları, Tableau Desktop üzerinde geleneksel sorgular ile karşılaştırılmıştır. Yanıtların doğruluğu, her sorgunun beklenen veri sonucu ile eşleşme oranına göre hesaplanmıştır:



$$\text{Doğruluk Oranı (\%)} = \frac{\text{Doğru Yanıt Sayısı}}{\text{Toplam Sorgu Sayısı}} \times 100$$

Platformun doğal dil sorgularını işleme süresi yapılan ölçümlerde, platformun ortalama yanıt süresi 1,5 saniye olarak belirlenmiş ve manuel sorgulama ortalaması ile kıyaslandığında platformun %100 erişim ve etki ile hızlı sonuç ürettiği gözlemlenmiştir. Bu ölçümler hem Türkçe hem İngilizce sorgular için gerçekleştirilmiş ve her iki dilde de benzer performans elde edilmiştir. Elde edilen bulgular, Şekil 1’de gösterilen entegrasyon mimarisinin kullanıcıdan gelen veri taleplerini alma, LLM tarafından işleme ve VDS API aracılığıyla Tableau ile etkileşimi sağlama süreçlerini optimize ettiğini doğrulamaktadır.

5. Araştırmanın Sonuçları ve Gelecekteki Planlanan Çalışmalar

Bu çalışma, Tableau veri kaynaklarını açık kaynak LLM ile entegre ederek teknik bilgiye ihtiyaç duymadan hızlı veri analizi yapabilen bir çözüm sunmaktadır. Elde edilen sonuçlar, kullanıcıların karar alma süreçlerini hızlandırmakta ve veri odaklı karar kalitesini artırmaktadır. Ölçümler, 50 farklı doğal dil sorgusu üzerinden sistematik olarak gerçekleştirilmiş olup, doğruluk ve hız kazanımı rakamları, Tableau Desktop üzerinde geleneksel sorgular ile karşılaştırılarak hesaplanmıştır. Bu sayede, %92 doğruluk ve %100 erişim ve etki ile hız kazanımı gibi bulguların güvenilirliği sağlanmıştır. Platformun güçlü yönleri arasında şunlar öne çıkmaktadır:

- Çok adımlı ve karmaşık sorguları doğal dil ile işleyebilme kapasitesi,
- Gerçek zamanlı veri analizi ve görselleştirme,
- Self-service kullanım kolaylığı ile teknik bağımlılığın azaltılması.

Bu çalışma kapsamında gözlenen bazı sınırlamalar şunlardır: Büyük veri setlerinde yanıt süresi, kullanılan GPU kapasitesine bağlı olarak değişebilmekte; ayrıca bazı karmaşık doğal dil yapıları model tarafından yanlış yorumlanabilmektedir. Bu durum, gelecekte model optimizasyonu, prompt engineering (istem mühendisliği) iyileştirmeleri ve ek fine-tuning (ince-ayar) çalışmaları ile geliştirilebilir. Gelecekteki çalışmalar, platformun bulut tabanlı servislerle tam entegrasyonu, daha fazla LLM modeli ile test edilmesi ve farklı veri kaynakları (ERP, CRM vb.) ile genişletilmesini içerebilir. Böylece, kurumlar çapında veri odaklı karar alma süreçleri daha da güçlendirilebilir.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda, sistemin kullanıcı etkileşimlerinden öğrenen bir geri bildirim mekanizması ile desteklenmesi planlanmaktadır. Bu mekanizma sayesinde, kullanıcıların doğal dil sorgularına verdikleri düzeltmeler veya tercihleri modelin



öğrenme sürecine dâhil edilerek, zamanla daha isabetli ve kurumsal bağlama uygun yanıtlar üretmesi sağlanacaktır. Bunun yanı sıra, veri güvenliği ve yetkilendirme katmanlarının güçlendirilmesi, kurumsal ölçekli dağıtık mimarilerde performans testlerinin yürütülmesi ve çok dilli sorgu desteğinin eklenmesi de planlanan diğer geliştirme adımları arasındadır. Böylelikle, sistem hem teknik doğruluk hem de kullanıcı deneyimi açısından sürekli kendini geliştiren bir yapıya dönüştürülecektir.

6. Teşekkür

Yazarlar bu çalışmaya katkılarından dolayı Şahika Koyun Yılmaz ve Zeynep Bozkurt'a teşekkürlerini sunarlar. Bu çalışma Metric Yazılım ve Danışmanlık firması tarafından fonlanmıştır.



Referanslar

- [1] Acharjya, D. P., & Kauser, A. P. (2016). A Survey on Big Data Analytics: Challenges, OpenResearch Issues and Tools. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 7(2), 511-518.
- [2] Alghamdi, N. A., & Al-Baity, H. H. (2022). Augmented Analytics Driven by AI: A Digital Transformation beyond Business Intelligence. *Sensors*, 22(20).
- [3] Gad-Elrab, A. A. (2021). Modern Business Intelligence: Big Data Analytics and Artificial Intelligence for Creating the Data-Driven Value. *E-Business - Higher Education and Intelligence Applications*. içinde
- [4] Guo, Y., Shi, D., Guo, M., Wu, Y., Chen, Q., & Cao, N. (2023). Talk2Data: A Natural Language Interface for Exploratory Visual Analysis via Question Decomposition. <https://arxiv.org/abs/2107.14420> adresinden alındı
- [5] Klisárova-Belcheva, S., Ilieva, G., & Yankova, T. (2017). Business Intelligence and Analytics – Contemporary System Model. *Trakia Journal of Sciences*, 15, 98-304,. doi:doi:10.15547/tjs.2017.s.01.053
- [6] Morton, K., Bunker, R., Mackinley, J., Morton, R., & Stolte, C. (2012). Dynamic Workload Driven Data Integration in Tableau. *SIGMOD'12*.
- [7] Pinheiro, J., Victorio, W., Nascimento, E., Seabra, A., Izquierdo, Y., García, G., . . . Casanova, M. (2023). On the Construction of Database Interfaces Based on Large Language Models. *Proceedings of the 19th International Conference on Web Information Systems and Technologies (WEBIST 2023)*, (s. 373-380). doi:10.5220/0012204000003584
- [8] Shen, L., Shen, E., Luo, Y., Yang, X., Hu, X., Zhang, X., . . . Wang, J. (2021). Towards Natural Language Interfaces for Data Visualization: A Survey. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 29, 3121-3144.
- [9] Tableau Community. (2019). Sample - Superstore Sales (Excel). <https://community.tableau.com/s/question/0D54T00000CWx8SAL/sample-superstore-sales-excelxls> adresinden alındı
- [10] Thanasas, G. L., & Kampiotis, G. (2024). The role of Big Data Analytics in Financial Decision-Making and Strategic Accounting. *Technium Business and Management*, 10, 17-33.
- [11] Zhang, J., Zhang, H., Chakravarti, R., Hu, Y., Ng, P., Katsifodimos, A., . . . Halevy, A. (2025). CoddLLM: Empowering Large Language Models for Data Analytics. <https://arxiv.org/abs/2502.00329> adresinden alındı
- [12] M. J. Baeth and M. Aktas, "On the detection of information pollution and violation of copyrights in the social web," Proc. IEEE SOCA, 2015.
- [13] M. B. Çatalkaya, O. Kalıpsız, M. S. Aktaş, and U. O. Turgut, "Data feature selection methods on distributed big data processing platforms," in Proc. UBMK, 2018.
- [14] A. Mollaoğlu, G. Baltaoğlu, E. Çakır, and M. S. Aktaş, "Fraud detection on streaming customer behavior data with unsupervised learning methods," in Proc. ICECCO, 2021.
- [15] B. Yıldız, "Efficient text classification with deep learning on imbalanced data improved with better distribution," Turk. J. Sci. Technol., vol. 17, no. 1, pp. 89–98, 2022.
- [16] D. Bakır, M. S. Aktaş, and B. Yıldız, "A model-based evaluation metric for question answering systems," Int. J. Softw. Eng. Knowl. Eng., vol. 35, no. 2, pp. 243–262, 2025.



- [17] M. S. Çiftlikçi, Y. Çakmak, T. A. Kalaycı, F. Abut, M. F. Akay, and M. Kızıldağ, "A New Large Language Model for Attribute Extraction in E-Commerce Product Categorization," *Electronics*, vol. 14, no. 10, 1930, 2025.