

## Matematik Okuryazarlığına Yeni Bir Bakış: Tekno-Matematik Okuryazarlık

Barış DEMİR <sup>1</sup>, Habibe Betül EKİCİ <sup>2</sup> Sema Zekiye BALI <sup>3</sup>, Şerife UYSAL <sup>4</sup>

<sup>1</sup>Kocaeli Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik Eğitimi, Kocaeli, Türkiye, baris.demir@kocaeli.edu.tr

<sup>2</sup>Kocaeli Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik Eğitimi, Yüksek Lisans Öğrencisi, Kocaeli, Türkiye, h.b.ekici99@gmail.com

<sup>3</sup>Kocaeli Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik Eğitimi, Yüksek Lisans Öğrencisi, Kocaeli, Türkiye, Sema.zekiye47@gmail.com

<sup>4</sup>Kocaeli Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik Eğitimi, Yüksek Lisans Öğrencisi, Kocaeli, Türkiye, aaserifea@gmail.com

### Makale Bilgileri

### ÖZ

Literatür İnceleme  
Makalesi

Makale Geçmişi  
Geliş: 11.02.2023  
Kabul: 31.05.2023  
Yayın: 30.06.2023

**Anahtar Kelimeler:**  
Matematik, Teknoloji,  
Okuryazarlık, Tekno-  
matematik  
okuryazarlık

Teknoloji, matematiksel düşüncenin gelişmesinde önemli bir rol oynamakta ve aynı zamanda bilgiye ulaşmanın yenilikçi yollarına olanak sağlamaktadır. Son yıllarda bilişim teknolojileri aracılığıyla hayatımıza giderek daha fazla etki edecek bir dil olarak matematiği anlayabilme ve kullanabilme ihtiyacı belirmiştir. Bu ihtiyacın karşılanabilmesi için yeni bir okuryazarlığa gerek duyulmuştur. İşyeri ve okul performansının artırılmasının koşullarından birinin matematiksel beceriler olduğu düşüncesiyle "matematik okuryazarlığı" altında bir kavram olarak tekno-matematik okuryazarlığı ortaya çıkmıştır. Tekno-matematik okuryazarlık insanların ihtiyaç duydukları matematiksel, istatistiksel ve teknolojik becerilerin kombinasyonu olarak tanımlanabilir. Çalışma uluslararası literatürde yer alan tekno-matematik okuryazarlığı ve temel kavramlarını tanıtarak genel bir değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Tekno-matematik okuryazarlığı konusunda Türkçe kaynak bulunmaması bu çalışmanın hazırlanması ihtiyacını doğurmuştur. Literatürde yeni bir kavram olan tekno-matematik okuryazarlık kavramının tanımlanması ile eğitim sistemi içerisinde, işverenler ve alan yazında çalışma yürüten akademisyenlerde konu ile ilgili farkındalık yaratacağı düşünülmektedir.

**Yasal İzinler:** Bu araştırma kapsamında insandan veri toplanmadığından etik kurul iznine tabi değildir.



"This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0)"

**Atıf/Citation:** Demir, B., Ekici, H. B., Balı, S. Z. & Uysal, Ş (2023). *Matematik Okuryazarlığına Yeni Bir Bakış: Tekno-Matematik Okuryazarlık*. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Ereğli Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(1), 1-13. <https://doi.org/10.51119/ereegf.2023.26>

## A New Look At Mathematical Literacy: Techno-Mathematical Literacy

Article Info	ABSTRACT
Literature Review	<p>Technology plays an important role in the development of mathematical thinking and enables innovative ways of accessing knowledge. In recent years, the need to understand and use mathematics as a language that will affect our lives more and more through information technologies has emerged. In order to meet this need, a new literacy was needed. Considering that one of the conditions for increasing workplace and school performance is mathematical skills, techno-mathematical literacy has emerged as a concept under "mathematical literacy". Techno-mathematical literacy can be defined as the combination of mathematical, statistical and technological skills that people need. The study aims to make a general assessment by introducing techno-mathematical literacy and its basic concepts in the international literature. The lack of Turkish resources on techno-mathematical literacy necessitated the preparation of this study. It is thought that the definition of the concept of techno-mathematical literacy, which is a new concept in the literature, will create awareness on the subject in the education system, employers and academicians working in the literature.</p>
Article History	
Received: 11.02.2023	
Accepted: 31.05.2023	
Published: 30.06.2023	
<b>Keywords:</b> Mathematics, Technology, Literacy, Techno-mathematical literacy.	

**Legal Permissions:** Since no human data was collected within the scope of this research, it is not subject to ethical committee approval.

### EXTENDED ABSTRACT

Literacy is expressed as “the ability to effectively use communicative symbols given meaning by societies” (Kellner, 2001; Kress, 2003). Karunaratne (2000) defines literacy as having enough reading and writing skills to communicate in society and applying basic mathematical operations in order for individuals to survive. It is seen that the concept of literacy is related to the field of mathematics due to this definition, and therefore it takes place in the mathematics literature.

Mathematical literacy has been the focus of attention in many countries in recent years. This is because mathematical literacy skills are necessary to help people face difficulties and solve problems in daily life (Stacey & Turner, 2015; Wardono et al., 2016; Janah et al., 2019). It is increasingly recognized that people can effectively overcome many of the challenges of modern life only if they are mathematically literate. Mathematical literacy emerges as an empowering tool in areas such as planning in finance, assessing risks, designing at home or on the computer screen, critical evaluation of statistical information flow from politicians and the press, and making logical decisions (Steen, Turner, & Burkhardt, 2007). All of these show the importance given to mathematical literacy and these levels are measured in international exams such as PISA and TIMSS-R.

Although the concept of techno-mathematical literacy, which is under mathematical literacy, takes place in the international literature; There is no study in Turkish on this subject. In this study, in order to introduce the concept of techno-mathematical literacy, different definitions and interpretations of the concept of techno-mathematical literacy, its importance for mathematics education, and the categories that make up

techno-mathematical literacy will be included. It is thought that the study will increase the level of awareness of both teachers and students in the education system and academicians working in the field and contribute to the field. A critical problem is the need to advance technology applications in education by focusing not only on determining what technologies are available but also on how technologies are used in the classroom. The techno-mathematics conceptual framework as an emerging construct provides a tool to analyze and interpret aspects of technology and social learning during mathematics teaching (Anderson-Pence, 2017). The techno-mathematics discourse considers the three components of the learning environment as classroom talk, technology tools, and mathematical activities that influence mathematical discussion.

Individuals need to be able to understand and use mathematics as a language that will increasingly permeate the workplace through information technology-based control and management systems, as traditional literacy (reading and writing) has spread to working life over the past century (Kent et al., 2005). Due to the changing living conditions and the development of technology, the need to update mathematical literacy has arisen. In order to meet these needs, a new literacy was needed. Hoyles et al. (2002) suggested a concept under the term "mathematical literacy" by stating that one of the conditions for successful workplace performance is mathematical skills, and they stated that the widespread use of information technologies in all sectors will change the nature of required mathematical skills, but will not reduce the need for mathematics. These new mathematical skills were defined by Bakker et al. (2005) as Techno-mathematics Literacy (TmO). Hoyles et al. (2010) defined 'techno-mathematical literacy' as the ability to use both technological and mathematical knowledge to solve problems related to daily life or work. TmO integrates mathematical, workplace and information technology knowledge and communicative skills. For example; such as the ability to interpret abstract data, to have a sense of number and error. It can be said that employees generally lack these skills. Since TmO is rarely learned on the job, it is essential that these skills be explicitly developed or taught (Hoyles et al., 2007). The idea of techno-mathematical literacies (TmO), which examines how information technology changes mathematical requirements, emerged to describe the need to be fluent in the language of mathematical inputs and outputs to technologies and to interpret and communicate with them. Techno-mathematical literacies are new skills needed in information technology-rich environments striving for improvements in productivity and communication (Hoyles et al., 2010). Current theories of learning and education and approaches that simply replicate school math may need to be updated to bridge the skills gap for technomath literacy.

There are some studies in the literature on the determination of techno-mathematical literacy of engineers and teachers (Hoyles et al., 2010; Van der Wal et al., 2017; Kartika and Hastari, 2022). In their study, Van der Wal et al. (2017) examined the use of techno-mathematical literacy in the practice of vocational education by engineers with high technical background. Mathematical skills of engineers were determined in some previous engineering studies (Gainsburg, 2007; Kent & Noss, 2000). As a result of the research, it was emphasized that engineers do not have sufficient TMO, and therefore, the roots of mathematics education should be based on professional tasks and products and TmO should be among the basic learning objectives. Engineers of today and tomorrow may need these new skills in their increasingly high-tech modern workplaces. Therefore, it has been stated that design research of applied mathematics courses aiming to develop this TmO in engineering education is necessary (van der Wal et al., 2017). Hoyles et al. (2010) investigated how employees can improve TmO in their workplaces, but they emphasized that it is not known how students in higher vocational technical education can acquire these skills in mathematics lessons. In yet another study, Kartika and hastari (2022) tried to identify the types of techno-mathematical literacy that teachers should acquire in this digital age. The results showed that the seven categories are crucial for teachers to fulfill their roles during this extremely challenging period. It also shows that techno-mathematical literacy needs to be applied in the field of teacher education to adequately equip students with the necessary skills in the workplace. Kartika and hastari (2022) suggested that teachers should be

encouraged to develop instructional designs in order to improve students' techno-mathematical literacy.

As a result, it is very important for individuals who are interested in the intersection of mathematics and technology in their daily lives, schools or workplaces to acquire the skills we define as techno-mathematical literacy instead of concepts such as arithmetic and mathematical literacy. Therefore, it is important to implement the TmO category in the higher education curriculum in order to equip students with skills that are in demand and face challenges in schools. The roots of mathematics education in universities can be based on professional tasks and products and TmO can be among the main learning objectives.

More research is needed to define techno-mathematical literacy. Introducing the concept of techno-mathematical literacy can give researchers an idea. In this sense, it is guiding in terms of the subject of our study. In addition, experimental studies involving different approaches and their applications can be made. The participants of the relevant studies abroad were generally engineers. In our country, similar studies can be done both in engineering education and in other branches by using different variables and methods. Finally, and most importantly, it is hoped that defining techno-mathematical literacy will assist educators and policy makers in making decisions.

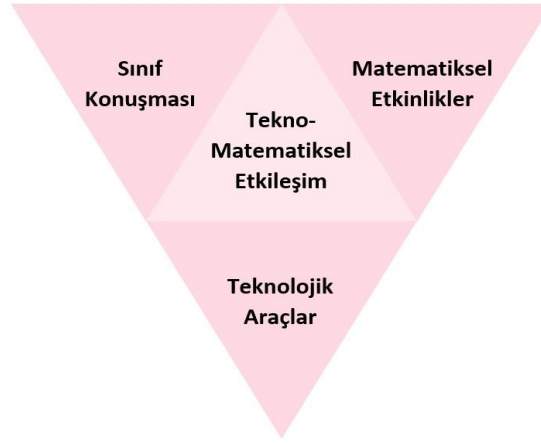
## GİRİŞ

Okuryazarlık “toplumlar tarafından anlam verilen iletişimsel sembollerin etkin bir şekilde kullanılabilmesi becerisi” olarak ifade edilmektedir (Kellner, 2001; Kress, 2003). Karunaratne (2000) okuryazarlığı, bireylerin yaşamlarını sürdürebilmeleri için toplum içinde iletişim kuracak kadar okuma ve yazma becerisine sahip olma ve temel matematiksel işlemleri uygulayabilme şeklinde tanımlanmıştır. Okuryazarlık kavramının bu tanımı gereği matematik alanı ile ilgili olduğu, bu sebeple matematik literatüründe yer aldığı görülmektedir.

Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], (2019), ülkelerin kalkınabilmesi ve bunun sürdürülebilmesi için matematik okuryazarı vatandaşlara gereksinim duyduğunu vurgulamıştır. Bu doğrultuda günümüz matematik eğitiminde nihai amacı matematik okuryazarı bireyler yetiştirmektir. Matematik okuryazarlığının ne olduğunu tam olarak anlayabilmek için matematiğin ve okuryazarlığın tanımının bilinmesi gerekir (Altun vd., 2020). Matematik okuryazarlığı kavramının farklı yorum ve tanımları bulunmaktadır (OECD, 2006; McCrone ve Dossey, 2007; Steen, Turner ve Burkhardt, 2007; Jablonka, 2003; Altun, 2020, Niss ve Jablonka, 2020). Matematik okuryazarlığı, (OECD) (2006) ve McCrone ve Dossey (2007) tarafından benzer şekilde, matematiğin günlük yaşamdaki rolünü anlama ve matematiği gerçek yaşam problemlerini çözmek için kullanma kapasitesi olarak ifade edilmektedir. Jablonka (2003) ise matematik okuryazarlığı, temel matematiksel kavramların bilgisi ve anlaşılması olarak günlük bağlamlarda temel hesaplama ve geometrik becerileri kullanma yeteneği şeklinde tanımlamıştır. Altun (2020) matematik okuryazarlığı; matematik bilgi ve becerileri kullanmada yetkin olma şeklinde ifade ederek buradaki yetkin olma ile matematiğin rol oynayabileceği bir problem durumunu anlama, nihai karar vermede matematiğe olan ihtiyacı hissetme ve matematiği kullanabilme olduğunu belirtmiştir. Niss ve Jablonka (2020) ise karşılaşılan problemlere çözüm üretmede mümkün olan en geniş ölçüde matematiksel bilgiyi kullanma yeteneği olarak ifade etmiştir.

Matematik okuryazarlığı son yıllarda birçok ülkede ilgi odağı olmuştur. Bunun nedeni insanların günlük yaşamda zorluklarla yüzleşmelerine ve problem çözmelerine yardımcı olmak için matematik okuryazarlığı becerilerinin gerekli olmasıdır (Stacey ve Turner, 2015; Wardono vd., 2016; Janah vd.,2019). İnsanların modern yaşamın zorluklarının çoğunu ancak matematiksel olarak okuryazar olmaları durumunda etkili bir şekilde aşabileceği giderek daha fazla kabul görmektedir. Finans alanında planlama, risklerin değerlendirilmesi, evde veya bilgisayar ekranında tasarım, politikacılardan ve basından gelen istatistiksel bilgi akışının eleştirel değerlendirilmesi ve mantıklı karar verme gibi alanlarda matematik okuryazarlığı güçlendirici bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır (Steen, Turner ve Burkhardt, 2007). Tüm bunlar matematik okuryazarlığına verilen önemi göstermekte ve uluslararası düzeyde uygulanan PISA ve TIMSS-R gibi sınavlarda bu düzeyler ölçülmektedir.

Matematik okuryazarlığın altında bulunan tekno-matematik okuryazarlık kavramı uluslararası literatürde yer almasına karşın bu konuda Türkçe olarak yapılmış çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma ile tekno-matematik okuryazarlık kavramını tanıtmak amacıyla literatür doğrultusunda, tekno-matematik okuryazarlık kavramının farklı tanımlarına ve yorumlarına, matematik eğitimi için önemine, tekno-matematik okuryazarlığı oluşturan kategorilere yer verilecektir. Çalışmanın gerek eğitim sistemi içinde yer alan öğretmen ve öğrenciler gerekse alan yazında çalışma yürüten akademisyenlerde konu ile ilgili farkındalık düzeylerini artıracığı ve alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Matematik eğitiminde sadece hangi teknolojilerin mevcut olduğunu belirlemeye değil, teknolojilerin sınıfta nasıl kullanıldığına odaklanarak eğitimde teknoloji uygulamalarını iletme ihtiyacı kritik bir sorun teşkil etmektedir. Gelişmekte olan bir yapı olarak tekno-matematik kavramsal çerçevesi matematik öğretimi sırasında teknoloji ile sosyal öğrenmenin yönlerini analiz etmek ve yorumlamak için bir araç sağlar (Anderson-Pence, 2017). Tekno-matematik söylemi öğrenme ortamının matematiksel tartışmayı etkileyen sınıf konuşması, teknoloji araçları ve matematiksel etkinlikler olarak üç bileşeni dikkate alır (Şekil 1).



**Şekil 1:** Tekno-matematik söylemi (Anderson-Pence, 2017; Akt. Demir ve Sert-Çelik, 2023)

Tekno-matematik söylemi, öğrencilerin değerli matematiksel görevlerle uğraşırken tartışmaya aracılık ederek teknolojik temsilleri nasıl kullandıklarını açıklar. Bu tekno-matematik söylem sınıfın beklentileri, kullanılan teknolojik araçların öğrenme için ne gibi kolaylıklar sağladığı ve öğrencilerin dahil olduğu matematiksel görevin doğasına nasıl katkıda bulunacağını açıklamaktadır. Öğrenme karmaşık ve dinamik ortamlarda gerçekleşir ve özellikle teknoloji ile çalışırken öğrencilerin öğrenme şeklini birçok faktör etkiler (Anderson-Pence, 2017). Tekno-matematik kavramda teknoloji, matematiksel fikirlerin iletişimini geliştirir ve öğrencilerin matematik kavramlarını öğrenmelerini destekler.

Bireylerin, geleneksel okuryazarlığın (okuma ve yazma) geçen yüzyıl boyunca çalışma hayatına yaydığı kadar bilişim teknoloji tabanlı kontrol ve yönetim sistemleri aracılığıyla işyerine giderek daha fazla nüfuz edecek bir dil olarak matematiği anlayabilmeleri ve kullanabilmeleri gerekir (Kent vd., 2005). Değişen yaşam şartları nedeni ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte matematik okuryazarlığının güncellenmesi ihtiyacı doğmuştur. Bu ihtiyaçların karşılanabilmesi için yeni bir okuryazarlığa gerek duyulmuştur. Hoyles ve diğerleri (2002) işyeri performansının başarılı olmasının koşullarından birinin matematiksel beceriler olduğunu belirterek "matematik okuryazarlığı" terimi altında bir kavram önermiş ve bilişim teknolojilerinin tüm sektörlerde yaygın kullanımı, gerekli matematiksel becerilerin doğasını değiştireceğini, ancak matematik ihtiyacını azaltmayacağını belirtmişlerdir. Bu yeni matematiksel beceriler, Bakker ve diğerleri (2005) tarafından Tekno-matematik Okuryazarlıklar (TmO) olarak tanımlanmıştır. Hoyles ve diğerleri (2010) günlük hayat veya işle ilgili sorunları çözmek için hem teknolojik hem de matematiksel bilgiyi kullanma becerisini 'tekno-matematik okuryazarlığı' olarak ifade etmiştir. TmO matematiksel, işyeri ve bilişim teknolojileri bilgisini ve iletişimsel becerileri bütünleştirir. Örneğin; soyut verileri yorumlama yeteneği, sayı ve hata duygusuna sahip olma gibi. Çalışanların genellikle bu becerilerden yoksun oldukları söylenebilir. TmO iş başında nadiren öğrenildiğinden, bu becerilerin açıkça geliştirilmesi veya öğretilmesi esastır (Hoyles vd., 2007). Bilgi teknolojisinin matematiksel gereksinimleri nasıl değiştirdiğini inceleyen tekno-matematiksel okuryazarlıklar (TmO) fikri, teknolojilere matematiksel girdi ve çıktılarının dilinde akıcı olma ve bunları yorumlama ve bunlarla iletişim kurma ihtiyacını tanımlamak için ortaya çıkmıştır. Tekno-matematik okuryazarlıklar, verimlilik ve iletişimde iyileştirmeler için çabalayan bilgi teknolojileri açısından zengin ortamlarda ihtiyaç duyulan yeni becerilerdir (Hoyles vd., 2010). Öğrenme ve eğitimle ilgili güncel teoriler ve okul matematiğini basitçe yineleyen yaklaşımların, tekno matematik okuryazarlıkları için beceri açığını kapatmak için güncellenmesi gerekebilir.

Tekno-matematik okuryazarlığı bilgi ve yetkinlik olmak üzere 2 bileşenden oluşur. Bilgi bileşeni, gerçek hayatta karşılaşılan problemleri teknoloji ve matematik bilgisi ile birbirine bağlamak ve sorunları çözmek için esasen temel olan matematiği (kavramsal ve işlemisel) kullanmaktır. Kavramsal bilgi,

matematiksel konularla ilgili gerçekler, anlamlar, yapılar, fikirler, ilkeler, yasalar, formüller ve kavramlar hakkındaki bilgileri ifade eder. İşlemsel bilgi, matematiksel prosedürlerin, dillerin ve sembollerin nasıl kullanılacağı ve grafiklerin ve tabloların yorumlanması ve çizilmesi ile ilgili bilgi anlamına gelir. Yetkinlik (beceri), bireylerin kazandıkları matematiksel bilgi ve becerilerini teknoloji desteğiyle sorunları çözmek için kullanma ve anlama becerileridir.

Tekno-matematik okuryazarlık (TmO), kişinin teknoloji destekli matematik becerilerini kullanma yeteneği ile ilgili bir çağrışımdır. TmO terimindeki matematiksel kelimelere rağmen bu çağrışım özellikle matematik alanıyla ilgili olmakla birlikte diğer bilim dalları için de geçerlidir.

### Tablo1.

*TmO kategorileri ve açıklamaları (van der Wal vd., 2017; Akt. Demir ve Sert-Çelik, 2023)*

TmO Kategorileri	Açıklama
Veri Okuryazarlığı	Teknik verileri ve grafikleri analiz etme ve yorumlama becerisi, sonuç çıkarma ve buna göre harekete geçme yeteneğidir.
Teknik Yazılım Becerileri	Profesyonel yazılımları kullanma yeteneğidir.
Teknik İletişim Becerileri	Teknik bilgiler hakkında meslektaşları ile iletişim kurma becerisidir.
Hata Duyusu	Verileri kontrol etme ve doğrulama ve hataları tespit etme yeteneğidir.
Sayı Duyusu	Sayıları mantıklı bir şekilde ele alma ve yorumlama yeteneğidir.
Teknik Yaratıcılık	Bulmacalara ve problemlere yaratıcı çözümler üretebilme becerisidir.
Teknik Çizim Becerileri	Teknik çizimleri anlama ve üretme becerisidir.

Tablo 1’de TmO’nun yedi alt kategorisi ve açıklamaları verilmiştir. Bu kategoriler veri okuryazarlığı, teknik yazılım becerileri, teknik iletişim becerileri, hata duygusu, sayı duygusu, teknik yaratıcılık ve teknik çizim becerileridir. Ulusal Bilim Kurulu [NSB] (2005), verilerin “metin, sayılar, resimler, video veya filmler, ses, yazılım, algoritmalar, denklemler, animasyonlar, modeller, simülasyonlar vb.” dahil olmak üzere dijital biçimde saklanabilecek herhangi bir bilgi olduğunu belirtmiştir. Veri okuryazarlığı, metinsel, sayısal ve grafiksel verileri mantıklı bir şekilde işleme yeteneği ile ilgilidir. Mandinach ve Gummer'e (2013) göre veri okuryazarlığı “veriyi anlama ve kararları bilgilendirmek için etkili bir şekilde kullanma becerisidir. Van der Wal ve diğerleri (2017) ve Burke (2017) veri okuryazarlığını ham verileri okuma, anlama, bunlardan sonuç çıkarma ve bunlar hakkında iletişim kurma becerisi olarak tanımlamıştır. Bu beceriler, verilerin nasıl tanımlanacağını, toplanacağını, organize edileceğini, analiz edileceğini, özetleneceğini ve önceliklendirileceğini bilmeyi ve ayrıca hipotezlerin nasıl geliştirileceğini, sorunların nasıl belirleneceğini, verilerin nasıl yorumlanacağını ve eylem yollarının nasıl belirleneceğini, planlanacağını, uygulanacağını ve izleneceğini içerir (Kartika ve Hastari, 2022).

Dijital teknolojinin gelişmesi, yalnızca bir bilgisayarda çevrimdışı çalıştırılabilen yazılımları değil, internet yardımıyla çevrimiçi olarak çalıştırılabilen yazılımları da hızla değiştirmektedir. Bu yazılımlar çevrimiçi öğrenme için kullanılacak web tabanlı bir öğrenme yönetim sistemi, çevrimiçi paylaşım için kullanılacak web tabanlı ofis yazılımı, sosyal ağ, mikroblog, fotoğraf paylaşımı, video paylaşımı için kullanılacak sosyal medya yazılımı olabilir (Kartika ve Hastari, 2022). Teknik yazılım becerileri yalnızca genel (örn. Excel) değil, aynı zamanda alana özel teknik şirket yazılımı ile çalışmayı da içerir. Teknik yazılım becerileriyle ilgili bir konu da şeffaflık düzeyidir. Beyaz kutu, gri kutu veya kara kutu olarak adlandırılan üç şeffaflık seviyesi ayırt edilebilir. Beyaz kutu durumunda, kullanıcı yazılımın arayüzünün arkasında hangi hesaplamaların ve matematiğin olduğunu tam olarak bilir ve bunları anlar. Yazılım gri bir kutu olarak algılandığında kullanıcı süreçlerin sadece bir kısmını anlar, kara kutu durumunda ise hiçbirini anlamaz (Kent ve Noss, 2002; Williams ve Wake, 2007).

TmO' nun üçüncü kategorisi olan teknik iletişim becerilerinin çeşitli kategorileri vardır. Bunlardan ikisi yatay ve dikey iletişimdir. Yatay iletişim, meslektaşlar ve diğer departmanlarla; dikey iletişim ise yönetim, müşteriler ve çalışanlarla arasındaki iletişimi içerir. Kartika ve Hastari (2022) eğitim sistemi içinde de bu becerinin çok önemli bir yer tuttuğunu, öğretmenler, idareciler, öğrenciler, veliler ve hatta toplumla etkileşimi içeren hem sınıfta hem de sınıf dışında öğrenmenin ve öğretmenin temeli olduğunu vurgulamışlardır. Günümüzde dijital teknolojinin kullanımı öğrenciler, öğretmenler ve veliler arasındaki iletişimi ve diyalogu artırabilir (McKnight vd., 2016). Öğretmenler Facebook, Twitter, YouTube, Instagram vb. sosyal medya aracılığıyla iletişim kurabilir, Google Dokümanlar, blog oluşturma yoluyla da bilgi paylaşabilir ve WebQuest ile web tabanlı öğrenme medyası oluşturabilirler. Teknolojiyi kullanarak iletişim kurarken öğretmenin davranışsal ve sorumlu normlara sahip olması gerektiği belirtilmiştir (Kara, 2018).

Dördüncü bir TmO kategorisi olan hata duygusu, her türlü verideki hataları tespit etme yeteneğidir. Bu beceri hata küçük bile olsa etkisi büyük olabileceğinden oldukça önemlidir. Sayılarda hatalar tespit edildiğinde bu TmO kategorisi bir sonraki kategoriyle yani sayı duygusuyla bazı örtüşmelere sahiptir. Van der Wal ve diğerleri (2017) yaptıkları araştırmada mühendislerin görevlerinde bu iki TmO kategorisinin (hata-sayı duygusu) kombinasyonunu sıklıkla olduğunu belirtmişlerdir. Eğitim sisteminde öğretmenlerin bu beceriyi iyi kavrayamama durumunda okulun eğitim yönetim sistemi üzerinde bazı olumsuz durumlar ortaya çıkacaktır. Bilişim teknolojilerinin gelişimi, bir öğretmenin internet üzerinden çevrimiçi veri elde etmesini veya sosyal medya aracılığıyla veri paylaşmasını çok kolaylaştırmaktadır. Mevcut verilerin tümü kesinlikle kullanılamaz, hatta hata içeremez. Bu durumda öğretmenlerin yanıltıcı bilgi içermediğinden emin olmak için her bir verinin kaynağını izlemeleri gerekir (Kartika ve Hastari, 2022).

Bir başka TmO kategorisi olan sayı duygusu belirli bir sayının ne anlam ifade ettiğini ve bu sayıların nasıl yorumlanacağını bilinmesi demektir. Sayıları makul bir şekilde ele almak her meslek grubu için çok önemlidir. Örneğin yazılım kullanırken doğru sayıların girilmesi ve çıktı sayılarının doğru yorumlanması çok önemlidir. Kullanıcıların hangi numaraların girildiğini ve bilgisayar yazılımı tarafından üretilen çıktı numaralarının nasıl yorumlanacağını anlamaları gerekir. Yine öğrenme ve öğretme etkinliklerinde bir öğretmen, aritmetik veya cebirsel olarak bilinmeyen sayılarla sıklıkla karşı karşıya kalır. Öğretmenin sıklıkla karşılaştığı sayının kesinlikle bir anlamı vardır. Sayı duygusu sadece hata duygusuyla değil aynı zamanda teknik yazılım becerileriyle de birleşir (Van der Wal vd., 2017).

Teknik yaratıcılık kategorisi özellikle tasarım yapan meslek grupları için zekâ, deneyim ve problem çözme yeteneklerini kapsayan özel bir TmO becerisidir. Yaratıcılık, yeni fikirlerin veya kavramların geliştirilmesini veya yeni ve verilen fikirler arasındaki yeni ilişkilerin sonuçlarını içeren zihinsel bir süreç olarak düşünülebilir (Leikin vd., 2012). Yaratıcılık, bir sorunu çözmek için çeşitli bilgileri uygulama yeteneğidir. Van der Wal ve diğerleri (2017) yazılım programlarken teknik yaratıcılığın önemli bir rol oynadığını belirtmiştir. Şekiller çizme, problemleri farklı şekillerde çözmek, problemleri modelleme, bilişim teknolojileriyle problem çözme sunma vb. gibi yaratıcılığı içeren birçok öğretmen etkinliği vardır. Aynı şekilde yaratıcılık, 21. yüzyılda öğrenme ve öğretmenin önemli bir yönüdür (Craft, 2010; Henriksen vd., 2018).

Teknik çizim becerileri, teknik çizimleri anlamayı, yorumlamayı ve üretmeyi içerir. Bu becerilerin önemli bir bileşeni mekansal içgörüdür. Çizim, çeşitli araç ve teknikler kullanarak bir resim yapmak olarak yorumlanabilir (Dibujos, 2009; Abass vd., 2014). Bilişim teknolojilerin gelişimi şu anda problem çözmeye çizim araçları olarak kullanılacak yazılım biçiminde çeşitli araçlar sunmaktadır. Bir bireyin fikirleri resimler veya tersi şeklinde aktarma yeteneğine sahip olması gerekir. Ayrıca çizim yeteneği, kişinin zekasının bir parçası olan görsel-uzaysal yeteneklerle de ilgilidir (Kartika ve Hastari, 2022).

21. yüzyıl becerilerinin bir özelliği olarak okuryazarlık terimini James (1995), iyiyi öğrenme sürecini mümkün kılan yetenek olarak tanımlamıştır. Bilgisayarlar sayesinde matematik daha erişilebilir ve kullanılabilir hale gelmiştir. Teknolojiyi yeterince anlamak ve kullanmak için, dil okuryazarlığına benzer



şekilde matematik okuryazarlığı gereklidir (Kent ve Noss, 2001). İş yerlerinde yazılım bilgisi, çok adımlı hesaplama, tahmin, yorumlama becerisi, veri ve iletişim becerilerine ihtiyaç duyulmaktadır (Hoyles vd., 2013). Matematik genellikle yazılımın arayüzünde gizlidir ve düzenli olarak bir kara kutu olarak deneyimlenir, bu nedenle sayısal veya grafiksel çıktılar yanlış anlaşılabilir (Kent vd., 2007; Williams ve Wake, 2007).

Literatürde mühendislerin ve öğretmenlerin tekno-matematik okuryazarlıklarının belirlenmesine yönelik bazı araştırmalar bulunmaktadır (Hoyles vd.,2010; Van der Wal vd., 2017; Kartika ve Hastari, 2022). Van der Wal ve diğerleri (2017) yaptıkları çalışmada, yüksek teknik altyapıya sahip mühendislerin mesleki eğitimin uygulamalarında tekno-matematik okuryazarlık kullanımını incelemiştir. Daha önce yapılan bazı mühendislik araştırmalarında mühendislerin matematiksel becerileri belirlenmiştir (Gainsburg, 2007; Kent ve Noss, 2000). Araştırma sonucunda mühendislerin yeterli TmO'ya sahip olmadıklarını ve bu sebeple matematik eğitiminin köklerinin mesleki görevlere ve ürünlere dayandırılması ve TmO'nun temel öğrenme hedefleri arasında yer alması gerektiği vurgulanmıştır. Bugünün ve yarının mühendisleri giderek daha ileri teknolojiyle donatılmış modern işyerlerinde bu yeni becerilere ihtiyaç duyabilirler. Bu nedenle mühendislik eğitiminde bu TmO'yu geliştirmeyi amaçlayan uygulamalı matematik derslerinin tasarım araştırması gerekli olduğu belirtilmiştir (van der Wal vd., 2017). Hoyles ve diğerleri (2010), çalışanların işyerlerinde TmO'yu nasıl geliştirebileceklerini araştırmış ancak yüksek mesleki teknik eğitimdeki öğrencilerin matematik derslerinde bu becerileri nasıl edinebilecekleri de bilinmediğini vurgulamışlardır. Yine başka bir araştırmada Kartika ve Hastari (2022) öğretmenlerin bu dijital çağda edinmeleri gereken tekno-matematik okuryazarlık türlerini belirlemeye çalışmıştır. Sonuçlar yedi kategorinin öğretmenlerin bu son derece zorlu dönemde rollerini yerine getirmeleri için çok önemli olduğunu göstermiştir. Ayrıca öğrencileri işyerinde gerekli becerilerle yeterince donatmak için öğretmen eğitimi alanında tekno-matematik okuryazarlığının uygulanması gerektiğini göstermektedir. Kartika ve Hastari (2022) öğretmenlerin öğrencilerin tekno-matematik okuryazarlığını geliştirmek amacıyla öğretim tasarımlarını geliştirmeye teşvik edilmeleri gerektiğini öne sürmüştür.

## **TARTIŞMA ve SONUÇ**

Çalışma uluslararası literatürde yer alan ve ülkemizde yeni bir kavram olan tekno-matematik okuryazarlık ve temel kavramlarını Türkçede tanıtarak bu konuda farkındalık oluşturma amacıyla yapılmıştır. Bu literatürü gözden geçirmenin amacı tekno-matematik okuryazarlığı çerçevesinde matematik okuryazarlık başarısını desteklemek için teknoloji yapılarıyla ilgili teorik bulguları toplamak ve sentezlemektir.

Okuryazarlık kavramı, farklı türlerdeki bilgi ve beceriyi içine katarak farklı alan ve konuda çok geniş bir perspektif sunmaktadır. Bilgisayar ve internet başta olmak üzere bilgi teknolojilerinin günlük hayatımıza girmesiyle ve dijital çağın getirdiği yeniliklerle ağ okuryazarlığı, bilgisayar okuryazarlığı, bilimsel okuryazarlık, internet okuryazarlığı, dijital / sayısal okuryazarlık, enformasyon teknolojisi okuryazarlığı, teknoloji okuryazarlığı, web okuryazarlığı, hiper-okuryazarlık, e-okuryazarlığı, çoklu-ortam okuryazarlığı gibi bazı okuryazarlık türleri ortaya çıkmıştır (Mete, 2020). 21. yüzyıl becerilerini oluşturan kategorilerden biri de teknoloji ortam odaklı okuryazarlıklardır (Jakes, 2006). Bu becerilerden biri olan teknoloji okuryazarlığı veri analiz araçlarını kullanarak bir içeriğin daha iyi anlaşılması ve teknoloji yoluyla öğrenme süreçlerinin hızlandırılması becerisidir (Holum & Gahala, 2001). Günlük yaşamlarında yeni teknolojileri kullanamayan bireylerden oluşan bir toplum bu araçları kendi toplumsal amaçlarına uygun, hatta farkında olmayacakları bir biçimde şekillendirmek yerine kendi toplumsal yaşamlarını etkilemelerine olanak tanıyacaktır (Altun, 2005). Bu nedenle gerek toplumsal iletişimin nesiller arasında kopmadan devam edebilmesi gerekse de bireylerin teknoloji ile barışık bir yaşam sürebilmeleri için modern okuryazarlık becerileri ile donatılmaları gerekmektedir. Sonuç olarak eğitim programlarının 21. yüzyılın gereği olan okuryazarlık türleri açısından yeniden değerlendirilmesi önemli görülmektedir (Kurudayıoğlu ve Tüzel, 2010).

Yukarıda değinilen bilgi-iletişim teknolojilerini içeren okuryazarlık kavramı bazılarında dolaylı bazılarında ise doğrudan ele alınmaktadır. Çalışmamıza konu olan tekno-matematik okuryazarlığı bilinen okuryazarlık tanımlarından farklı olarak teknoloji ve matematik alanlarındaki temel kavramları anlama, kullanma ve yorumlama gibi beceri alanlarını temsil eder. Tekno-matematik okuryazarlığı bireylerin günlük yaşamlarında daha etkin bir şekilde hareket etmelerine yardımcı olur. Tekno-matematik okuryazarlığı dijital çağda önemli becerilerdir ve bireylerin kişisel ve profesyonel hayatta başarılı olmaları için gerekli olan yeteneklerin bir ögesidir. Tekno-matematik okuryazarlığı, matematiksel düşünme becerilerini geliştirme, veri analizi yapma, teknolojiyi etkinleştirmek için temel anlayışına sahip olma gibi unsurları içerir. Bu unsurlar aynı zamanda hızla gelişen teknolojilerin anlaşılması için matematiksel kavramların anlaşılmasına da katkı sunacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak günlük hayatlarında, okullarında ya da iş yerlerinde matematik ve teknolojinin kesişimine ilgi duyan bireylerin aritmetik ve matematik okuryazarlığı gibi kavramlar yerine tekno-matematiksel okuryazarlık olarak tanımladığımız becerileri kazanmaları oldukça önemlidir. Bu nedenle öğrencileri okullarda zorluklarla yüzleşmek ve talep edilen becerilerle donatmak için yükseköğrenim müfredatında TmO kategorisinin uygulanması önem taşımaktadır. Üniversitelerde matematik eğitiminin kökleri mesleki görevlere ve ürünlere dayandırılarak ve TmO temel öğrenme hedefleri arasında yer alabilir.

Tekno-matematik okuryazarlığını tanımlayabilmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Tekno-matematik okuryazarlık kavramının tanıtılması araştırmacılara fikir verebilir. Bu anlamda çalışmamız konusu açısından yönlendirici niteliktedir. Ayrıca farklı yaklaşımlar ve bunların uygulamalarını içeren deneysel araştırmalar yapılabilir. Yurtdışında yapılan ilgili araştırmaların katılımcıları genellikle mühendisler oluşturmuştur. Ülkemizde benzer çalışmalar hem mühendislik eğitiminde hemde diğer branşlarda farklı değişkenler ve yöntemler kullanılarak yapılabilir. Son olarak ve en önemlisi, tekno-matematik okuryazarlığını tanımlamanın eğitimcilere ve politika yapıcılara kararlar verirken yardımcı olacağı umulmaktadır.

## **BİLGİ NOTU**

Çalışma birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü yazarın eşit katkısı ile ortaklaşa gerçekleşmiştir.

**Yazar Katkıları:** Yazar 1: %25-Araştırma tasarımı, literatür tarama, yöntem, analiz, bulgu ve sonuçlar, Yazar 2: %25-Araştırma tasarımı, literatür tarama, yöntem, analiz, bulgu ve sonuçlar, Yazar 3: %25-Araştırma tasarımı, literatür tarama, yöntem, analiz, bulgu ve sonuçlar, Yazar 4: %25-Araştırma tasarımı, literatür tarama, yöntem, analiz, bulgu ve sonuçlar.

## **Etik Beyan ve Çıkar Çatışması**

Bu araştırmanın hazırlık, verilerin toplanması ve analizi, raporlama olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kuralları temel alınmıştır. Committee on Publication Ethics (COPE)' in etik standartları ve koşullarını kabul edilmiş ve buna uygun davranılmıştır. Çalışma, bir kurum veya kuruluş tarafından fon desteği almamıştır. Makalede çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## **Ethical Statement and Conflict of Interest**

Scientific ethical principles and rules were taken as the basis in all stages of this research, including preparation, data collection and analysis, and reporting. The ethical standards and conditions of the Committee on Publication Ethics (COPE) have been accepted and acted accordingly. The study did not receive funding from an institution or organization. There is no conflict of interest in the article.

## KAYNAKÇA

- Abass, B. T., Isyakka, B., Olaolu, I. Y., & Olusegun, F. M. (2014). Effects of two and three-dimensional visual objects on the acquisition of drawing skills among jss1 students in Osun State, Nigeria. *World Journal of Education*, 4(1). <https://doi.org/10.5430/Wje.V4n1p62>
- Altun, M. (2020). *Matematik Okuryazarlığı El Kitabı: Yeni Nesil Soru Yazma ve Öğretim Düzenleme Teknikleri*. Bursa: Aktüel Alfa Akademi Yayıncılık.
- Altun, A. (2005). *Gelişen Teknolojiler ve Yeni Okuryazarlıklar*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Altun, M., Ülger, T. K., & Bozkurt, I., (2020). Matematik öğrenme-öğretme sürecinde matematik okuryazarlığına odaklanan makalelerin tematik analizi. *Eğitim ve Bilim*, 45(201).
- Anderso-Pence, K. (2017). Techno-Mathematical Discourse: A Conceptual Framework for Analyzing Classroom Discussions. *Education Sciences*, 7(40).
- Bakker, A., & Kent, P., & Hoyles, C., & Noss, R. (2005). Techno-mathematical Literacies in the Workplace. *Mathematics Statistics and Operational Research*. 5. 10.11120/msor.2005.05010016.
- Burke, T. (2017). Data literacy in digital workplace. Retrieved From: <https://www.highcharts.com/blog/tutorials/data-literacy-digital-workplace/>.
- Craft, A. (2010). *Creativity and education futures: Learning in a digital age*. Staffordshire: Trentham Books.
- Demir, B., & Sert Çelik, H. (2023). İnovasyon ve Matematik Eğitimi. *İnovasyon ve Yaşam* (1. baskı) içinde (s. 77-98). Kocaeli: Umuttepe Yayınevi.
- Dibujos, B. A. (2009). Religion and the growing mind. *Journal Of Educational Review*, 11, 75-90.
- Gainsburg, J. (2007). The mathematical disposition of structural engineers. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(5), 477–506.
- Henriksen, D., Henderson, M., & Creely, E. (2012). Creativity and technology in education: An international perspective. *Technology, Knowledge and Learning*, (23), 409–424.
- Holum, A., & Gahala, J. (2001). *Critical issue: using technology to enhance literacy instruction*. Erişim tarihi: 02.03.2023, <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED480229.pdf>.
- Hoyles, C., Wolf, A., Molyneux-Hodgson, S., & Kent, P. (2002). *Mathematical skills in the workplace*. London, United Kingdom: Science, Technology and Mathematics Council
- Hoyles, C., Noss, R., Kent, P., Bakker, A., & Bhinder, C. (2007). *Techno-mathematical literacies in the workplace: A critical skills gap*. London, United Kingdom: Teaching and Learning Research Programme (TLRP).
- Hoyles, C., Noss, R., Kent, P., & Bakker, A. (2010). *Improving mathematics at work: The need for technomathematical literacies*. London, United Kingdom: Routledge.
- Hoyles, C., Noss, R., Kent, P., & Bakker, A. (2013). Mathematics in the workplace: Issues and challenges. In A. Damlamian, A., Rodrigues, J. F., & Sträßer, R. (Eds.), *Educational interfaces between mathematics and industry* (pp. 43-50). London, United Kingdom: Springer
- Jablonka, E. (2003). Mathematical literacy. In A. Bishop, M. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, & F. E. Leung (Eds.), *Second international handbook of mathematics education* (pp. 75-102). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer.
- Jakes, D. (2006). *Standards-proof your digital storytelling efforts*. Erişim tarihi: 01.01.2023, <http://www.techlearning.com/tech/media-coordinators/0018/standards-proof-your-digital-storytelling-efforts/43347>.
- James, G. (1995). *Mathematics matters in engineering. Working Group Report, the Institute of Mathematics and its Applications*. Southend-on-Sea, United Kingdom: IMA.
- Kara, N. (2018). Understanding university students' thoughts and practices about digital citizenship: A mixed methods study. *Educational Technology & Society*, 21(1), 172–185.

- Karunaratne, W. (2000). Case for adult literacy in South East Asia with special reference to Sri Lanka. *The Australian Council for Adult Literacy Conference*, Perth, Australia, 21-23 September
- Kartika, H., & Hastari, R. C. (2022). Techno-mathematical literacies in digital age: Which categories are importance for teachers? *Jurnal Kajian Pembelajaran Matematika*, 6(2), 76-83.
- Kellner, D. (2001), New Technologies/New Literacies: Reconstructing Education for the new millennium. *International Journal of Technology and Design Education*, 11, s. 67-81
- Kent, P., & Noss, R. (2000). The visibility of models: Using technology as a bridge between mathematics and engineering. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 31(1), 61–69.
- Kent, P., & Noss, R. (2001). Finding a role for technology in service mathematics for engineers and scientists. In *The teaching and learning of mathematics at university level* (pp. 395–404). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Kent, P., & Noss, R. (2002). The mathematical components of engineering expertise: The relationship between doing and understanding mathematics. IEE 2nd Annual Symposium on Engineering Education. London, United Kingdom: IEE.
- Kent, P., Noss, R., Guile, D., Hoyles, C., & Bakker, A. (2007). Characterizing the use of mathematical knowledge in boundary-crossing situations at work. *Mind, Culture, and Activity*, 14(1-2), 64–82
- Kress, G. (2003), *Literacy in the New Media Age*. London: Routledge
- Kurudayıoğlu, M., & Tüzel, A. G. M. S. (2010). 21. yüzyıl okuryazarlık türleri, değişen metin algısı ve Türkçe eğitimi. *Türklük Bilimi Araştırmaları*, (28).
- Leikin, R., Subotnik, R., Pitta-Pantazi, D., Singer, F. M., & Pelczar, I. (2012). Teachers' views on creativity in mathematics education: An international survey. *ZDM-Mathematics Education*, 45(2), 309–324. <https://doi.org/10.1007/S11858-012-0472-4>
- Mandinach, E., & Gummer, E. (2013). A Systemic view of implementing data literacy in educator preparation. *Educational Researcher*, 42, 30–37. <https://doi.org/10.3102/0013189x12459803>
- Mcknight, K., O'malley, K., Ruzic, R., Horsley, M. K., Franey, J. J., & Bassett, K. (2016). Teaching in a digital age: How educators use technology to improve student learning. *Journal of Research on Technology in Education*, 48(3), 194–211. <https://doi.org/10.1080/15391523.2016.1175856>
- McCrone, S.S., & Dossey, J.A. (2007). Mathematical Literacy- it's Become Fundamental. *Principal Leadership*, 7 (5), 32-37.
- Mete, G. (2020). Okuryazarlık Türleri ve 2023 Eğitim Vizyonu Belgesi. *Kesit Akademi Dergisi*, (22), 109-120.
- National Science Board. (2005). Long-lived digital data collections: Enabling research and education in the 21st century. Arlington, VA: National Science Foundation.
- Niss, M., & Jablonka, E. (2020). *Mathematical literacy*. Encyclopedia of mathematics education, 548-553.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], (2006). Assessing scientific, reading and mathematical literacy, a framework for PISA. <http://www.oecd.org/> Erişim tarihi: 11.09.2022
- Organization for Economic Co-operation and Development (2019). PISA 2018 Technical Report. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/pisa/data/pisa-2018technicalreport/>
- Stacey, K., & Turner, R. (2015). *Assessing mathematical literacy: The PISA experience*. New York, NY: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-10121-7\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-10121-7_1)
- Steen, L. A., Turner, R., & Burkhardt, H. (2007). *Developing mathematical literacy*. In W. Blum, P.L. Galbraith, H.W. Henn and M. Niss (Eds), *Modelling and Applications in Mathematics Education* (pp. 285-294). US: Springer.
- Van Der Wal, N.J., Bakker, A., & Drijvers, P. (2017). Which techno-mathematical literacies are essential for future engineers? *Int J Of Sci and Math Educ*, 15(1), 87-14. <https://doi.org/10.1007/S10763-017-9810-X>

- Wardono, Waluya, S. B., Scolastika, M., & Candra, D. (2016). Mathematics Literacy on Problem Based Learning with Indonesian Realistic Mathematics Education Approach Assisted E-Learning Edmodo. *In Journal of Physics: Conference Series*, 693(1), 1-10. IOP Publishing
- Williams, J., & Wake, G. (2007). Black boxes in workplace mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 64(3), 317–343.